

UM OLHAR PARA A EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD, KUHN E FOUREZ E UMA POSSÍVEL ARTICULAÇÃO COM O ENSINO DE CIÊNCIAS

A LOOK AT TO EPISTEMOLOGY OF BACHELARD, KUHN E FOUREZ AND A POSSIBLE ARTICULATION WITH THE SCIENCE TEACHING

Rayane de Jesus Santos Melo

RESUMO: Apresenta-se neste texto a epistemologia de Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e Gérard Fourez e uma possível articulação com o ensino de ciências, motivado a partir de discussões vivenciadas em uma disciplina de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação. Para melhor compreensão dessas epistemologias, é apresentado o contexto histórico e social dos epistemólogos, bem como as bases que fundamentaram suas concepções. Para a escrita do texto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de modo a realizar o levantamento de artigos, livros, dissertações e teses que abordam as concepções de Bachelard, Kuhn e Fourez e utilizou-se livros publicados pelos epistemólogos supracitados e que faziam parte do programa da disciplina. Espera-se que este artigo contribua para reflexões acerca da visão da ciência e do desenvolvimento científico, assim como para uma possível mudança de postura na prática pedagógica utilizada por muitos professores no ensino de ciências.

Palavras-chave: Epistemologia; Ensino de Ciências; Rupturas; Obstáculos; Alfabetização Científica.

ABSTRACT: The present text to present to about epistemology of Gaston Bachelard, Thomas Kuhn and Gérard Fourez and a possible articulation with the science teaching, motivated to from discussion experienced in a discipline of Pos Graduation *Stricto Sensu* in Education. For the best under understanding of these epistemologies is to present the historic and social context of epistemologists, as well as the bases that supported their conceptions. For to write the text were realized bibliographic research with a survey of articles, books dissertation, and theses that deal with the Bachelard, Kuhn, and Fourez conceptions and were used books published by epistemology were used and that was part of the discipline program. It is hoped that this article will contribute to reflections on the vision of science and scientific development, as well as a possible change in posture in the pedagogical practice used by many teachers in science teaching.

Keywords: Epistemology; Science Teaching; Breaks; Obstacles; Scientific Literacy.

INTRODUÇÃO

O interesse pela escrita deste artigo surge a partir da realização da disciplina Epistemologia da Educação I do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos. A disciplina possibilitou aos mestrandos e doutorandos do programa momentos de reflexões e discussões em torno de diversos tópicos, tais como: conceito de epistemologia; pensamento epistemológico e educação; rupturas epistemológicas: as ciências na história; as ciências humanas e as ciências da natureza: questões epistemológicas e metodológicas; abordagens da pesquisa em Educação e suas relações com as práticas educativas; a elaboração do discurso científico e as bases teórico-metodológicas e éticas que fundamentam a pesquisa científica, seus pressupostos e decorrências na concepção e organização do conhecimento; e a relação entre as proposições teóricas e as práticas educativas.

Durante a disciplina foram realizadas discussões acerca da concepção de vários epistemólogos que contribuíram com suas concepções acerca do desenvolvimento da ciência e do conhecimento científico em diversos momentos da história e para iniciar as discussões eram apresentados o contexto histórico e social dos epistemólogos e as bases que fundamentaram as suas concepções e cabe destacar que esta estratégia foi bastante significativa, pois situar a teoria a partir do contexto em que foi desenvolvida contribuiu para uma melhor compreensão da mesma.

Dentre os epistemólogos estudados encontram-se Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e Gérard Fourez, que viveram e desenvolveram suas teorias nos séculos XX e XXI, respectivamente. Bachelard (1884 – 1962), tecendo críticas as filosofias tradicionais da época, defendia que para compreendermos efetivamente a ciência que se desenvolve pela razão e pela técnica, temos que analisá-la na interseção razão/experiência, ou seja, para este epistemólogo a ciência contemporânea precisava de uma filosofia de dois polos, em que o empirismo e o racionalismo dialogavam.

Kuhn (1922 – 1996), contribuiu para uma nova perspectiva do desenvolvimento da ciência, contrapondo aquela defendida pelo positivismo lógico e defendendo que ocorre uma ruptura no processo de desenvolvimento do conhecimento científico, em que um paradigma é substituído por outro que possui uma nova forma de ver o mundo. Com essa concepção, Kuhn buscou demonstrar que a ciência não é cumulativa, linear e neutra. E Fourez (1937 – 2018), por sua vez, apresenta ideias que expressam respeito pelo ser humano, sua diversidade e sua cultura defendendo que a análise de uma ciência deve ser feita a partir de sua *cultura científica*, por considerá-la uma construção social dependente de história, possuidora de linguagem própria, métodos diversos, objetos específicos e feita por e para sujeitos imersos em interesses globais e particulares.

Após estudar a epistemologia de Kuhn, Bachelard e Fourez, procurei compreender suas possíveis relações com a educação e o ensino de ciências. E pude perceber que: para Kuhn os alunos devem estudar e apreender muito do conhecimento já estabelecido, porém devem ir além, permitindo-se novos desafios e reflexões críticas sobre a ciência, de modo a compreender que “a ciência alcançou seu estado atual através de uma série de descobertas e invenções individuais, as quais, uma vez reunidas, constituem a coleção moderna dos conhecimentos técnicos” (KUHNS, 1998, p. 236).

Para Bachelard, o aluno não aprende pelo acúmulo de informações; para aprender é preciso uma mudança de cultura e de racionalidade, mudança essa que, por sua vez, é consequência inerente ao aprendizado científico. Para o autor, não é possível adquirir uma nova cultura por incorporação da mesma aos traços remanescentes, pois os hábitos anteriores não questionados bloqueiam o processo de construção do novo conhecimento. E Fourez, no campo do ensino, articula suas reflexões epistemológicas e didáticas com aspectos dos movimentos ‘Alfabetização Científica e Técnica’ e ‘Ciência, Tecnologia e Sociedade’, buscando possibilitar aos alunos a superação de visões meramente tecnocráticas, utilitaristas e reducionistas das ciências. Ele defende que quando o aluno é alfabetizado cientificamente consegue adquirir uma autonomia, uma certa capacidade de comunicar e um controle e senso de responsabilidade frente a situações concretas (FOUREZ et al., 1994).

Observando as relações supracitadas, comecei a questionar se era possível estabelecer uma articulação entre as epistemologias de Bachelard, Kuhn e Fourez com

o ensino de ciências, pois até então não foram encontrados estudos que a fizesse. No entanto, encontrei pesquisas que buscam: apresentar um estudo sobre as concepções de ciências tendo como base a epistemologia de Thomas Kuhn, Gaston Bachelard e Karl Popper (MARTINS; OLIVEIRA, 2019); discutir os conceitos de problematização e contextualização no ensino de ciências a partir de um estudo analítico-comparativo das ideias de Paulo Freire e Gérard Fourez (RICARDO, 2003); apresentar o estudo de Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, Ludwik Fleck, Karl Popper e Paul Feyerabend que contribuíram para uma visão mais crítica e histórica da ciência (ZORZO; MENDES, 2019), dentre outras.

Desse modo, este artigo traz como objetivo apresentar a epistemologia de Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e Gérard Fourez e uma possível articulação com o ensino de ciências. Para conseguir realizar esse objetivo, primeiramente é apresentado, seguindo a metodologia utilizada na disciplina de Epistemologia I, o contexto histórico e social dos epistemólogos em questão e, em seguida, suas concepções acerca do desenvolvimento da ciência e/ou do conhecimento científico. E, por fim, é apresentado uma possível articulação entre suas epistemologias. Para este estudo, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, de modo a levantar artigos, livros, dissertações e teses que abordassem o contexto histórico e social e a concepção dos epistemólogos estudados, e os livros indicados no programa da disciplina que foram publicados por eles.

Acredita-se que este artigo poderá contribuir tanto para o início da compreensão acerca da epistemologia de Thomas Kuhn, Gaston Bachelard e Gérard Fourez, uma vez que suas contribuições são extensas e cabe, a partir das discussões aqui expostas, um estudo com maior aprofundamento de suas epistemologias a posteriori, que nos incitam a refletir sobre o desenvolvimento da ciência e/ou do conhecimento científico, quanto para o desenvolvimento de reflexões acerca do ensino e aprendizagem de ciências, visto que há a necessidade de possibilitar aos alunos a superação da visão da ciência como verdade absoluta, neutra e linear.

O CONTEXTO HISTÓRICO E SOCIAL E A EPISTEMOLOGIA DE THOMAS KUHN, GÉRARD FOUREZ E GASTON BACHELARD

Contexto histórico e social de Gaston Bachelard

Considerado o *filósofo do não*, Gaston Bachelard nasceu em 27 de junho de 1884, no vilarejo de Bar-sur-Aube, localizado na zona rural, região da *Champagne* no interior da França. Era filho de donos de uma modesta tabacaria e de um avô sapateiro. Após concluir o curso secundário trabalhou na administração dos Correios e Telégrafos de sua cidade natal, desempenhando muitas vezes a função de pesar cartas, e em sua obra *A Filosofia do Não* (1940), confessa a influência em sua formação cultural que esta função lhe proveu. Concomitante ao seu trabalho, Bachelard fez o curso de Licenciatura em Matemática (1903-1913), com o sonho de, posteriormente, tornar-se engenheiro. No entanto, em 1914, a Primeira Guerra Mundial interrompeu seu projeto, permitindo-o retornar apenas em 1918.

Nesse período em que tem a possibilidade de retornar os estudos, Bachelard casou-se e tornou-se pai de uma menina, o que o obrigou a renunciar mais uma vez ao seu projeto de cursar engenharia. Iniciou então sua carreira no magistério, ingressando no ensino secundário para lecionar ciência e, mais adiante, filosofia, em sua cidade natal. Em 1922, despertada a sua paixão pelo campo da Filosofia,

e concluída a segunda Licenciatura nessa área de conhecimento, decidiu prestar concurso de agregação em *Bar-su-Aube*, permanecendo professor desta disciplina. De acordo com Sousa (2018), durante todo esse período dedicado ao magistério, Bachelard deleitou-se com o que mais gostava de fazer: ler livros, o que contribuiu significativamente para compor parte de sua enorme bagagem intelectual.

No ano de 1928, Bachelard publicou suas duas teses que foram defendidas no ano anterior: *Essai sur la Coanaissance Approché (Ensaio sobre o Conhecimento Aproximado)* e *Étude sur l'Évolution d'un Problème de Physique: la Propagation Thermique dans les Solides (Estudo sobre a Evolução de um problema de Física: a propagação térmica nos sólidos)*. Segundo Sousa (2018), a primeira tese, desenvolvida no seu doutorado na Sorbonne, esboçou uma de suas principais proposições epistemológicas, que acompanhará o desenvolver de todo seu pensamento: *na ciência, o conhecimento é sempre aproximado*, ou seja, o ato de conhecer nunca é pleno. Partindo disso, Bachelard (2004) adotou, como postulado da epistemologia, o caráter sempre inacabado do conhecimento. Segundo Bachelard “[...] um conhecimento movido por métodos de aproximação poderá seguir o fenômeno até em sua individualidade e em seu movimento próprio. Pode aspirar, pelo menos, a transcender a generalidade [...]” (BACHELARD, 2004, p. 32).

A partir da publicação de suas duas primeiras teses, Bachelard começa a revelar a originalidade de seu pensamento, integrando-se ao meio intelectual francês. Em 1930, é convidado a lecionar Filosofia das Ciências na Faculdade de Letras, na cidade de Dijon. Permanece exercendo essa função até 1940, quando recebe um novo convite, agora para lecionar na Faculdade de Sorbonne, em Paris. Em 1955, entra para a Academia das Ciências Morais e Políticas, obtendo o Grande Prêmio Nacional de Letras, em 1961, e permanece em Paris até sua morte, em 1962. Portanto, Bachelard viveu intensamente dois séculos, o perpassar do século XIX para o século XX.

Além de filósofo, crítico e epistemólogo, Bachelard era cientista e poeta e publicou obras que revelaram interesses em Filosofia das Ciências, Lógica, Psicologia e Poesia. De acordo com Sousa (2018), o produto da obra de Gaston Bachelard resplandece uma particularidade ao mesmo tempo singular e antagônica: uma *vertente científica* e outra *vertente poética*, frequentemente referidas na literatura especializada como “diurna” e “noturna”. Ainda com base na autora, Bachelard foi “o homem do dia e o homem da noite. O homem dos sonhos e dos devaneios e o homem da ciência, comprometido com a razão polêmica” (p. 25).

Assim, suas obras são apresentadas levando em consideração os seus dois lados. No lado diurno encontramos as seguintes obras: *Ensaio sobre o conhecimento aproximado* (1927); *O valor indutivo da relatividade* (1929); *O pluralismo coerente da química moderna* (1932); *O Novo Espírito Científico* (1934); *A experiência do espaço na física contemporânea* (1937); *Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* (1938); *A Filosofia do Não* (1940); *O Racionalismo Aplicado* (1949); *A atividade racionalista da física contemporânea* (1951); *O Materialismo Racional* (1953), *Estudos* (coleção de textos de artigos publicados por Bachelard entre 1931 e 1934).

No lado noturno, Bachelard publicou as seguintes obras: *A psicanálise do fogo* (1938); *A água e os sonhos: ensaio sobre a imaginação da matéria* (1942); *O ar e os sonhos: ensaio sobre a imaginação do movimento* (1943); *A terra e os devaneios*

da vontade: ensaio sobre a imaginação das forças (1948); *A terra e os devaneios do repouso: ensaios sobre as imagens da intimidade* (1948); *A Poética do Espaço* (1957); *A chama de uma vela* (1961); *A poética do devaneio* (1961).

Japiassú (1976) salienta que conhecer o passado de Bachelard nos ajuda a compreender e interpretar suas obras, uma vez que, assim como sua vida é marcada por rupturas e descontinuidades, suas publicações revelam-se entrecortadas e descontinuamente recomeçada a cada curva de seus escritos, dinamizada e movida por uma necessidade presente em seu pensamento de sempre buscar um constante recomeço.

A epistemologia de Bachelard

A epistemologia Bachelardiana surge a partir de críticas as filosofias tradicionais que dominavam o cenário acadêmico-filosófico, na França, nos séculos XIX e XX. Segundo Bulcão (2009), esse período é marcado por três principais linhas epistemológicas: *o espiritualismo, o positivismo de Augusto Comte e a epistemologia de Émile Meyerson*. Essas filosofias são tributárias de duas polarizações: ou se voltavam exclusivamente para a experiência ou para a razão. “Racionalismo e empirismo se excluíam, não dialogavam” (SOUSA, 2018, p. 30). E é tecendo críticas a estas perspectivas filosóficas que Bachelard desenvolve sua epistemologia, mostrando a defasagem de suas abordagens em relação ao desenvolvimento do espírito científico que se desenhava desde a relatividade e a mecânica quântica, afirmando que, se dos séculos XVI ao XIX elas serviam de base para explicar a ciência, no século XX não serviam mais para explicar o racionalismo da ciência contemporânea.

Portanto, o objetivo de Bachelard foi instaurar uma filosofia da ciência caracterizada por um racionalismo transigente à abertura, que era contra a imutabilidade dos conceitos e contra sistemas invariáveis e fechados. Com isso, o filósofo proclama o declínio desta concepção unitária da razão, ao mesmo tempo em que proclama o declínio de um real aparente. Para Bachelard, segundo Sousa (2018, p. 37),

[...] não há sentido em falarmos de uma experiência fora de uma análise racional da mesma forma que não há mais sentido em falarmos de uma razão fechada, que busca interpretar a realidade sem dialogar com a experiência, o que, nas filosofias tradicionais, a principal característica era justamente situar-se em uma destas extremidades opostas.

Bachelard considera que a ciência contemporânea do século XX, tem a necessidade de uma filosofia de dois polos: “[...] O valor de uma lei empírica prova-se fazendo dela a base de um raciocínio. Legitima-se um raciocínio fazendo dele a base de uma experiência. Porque a ciência é a soma de provas e de experiências, soma de regras e de leis, soma de evidências e de factos” (BACHELARD, 2009, p. 11). E é no centro desse processo que Bachelard coloca a atuação da nova filosofia da ciência, ou seja, ele defende que para compreendermos efetivamente a ciência que se desenvolve pela razão e pela técnica, temos que analisá-la bem na interseção razão/experiência.

Em sua obra *“A formação do espírito científico”*, Gaston Bachelard se revela como um inovador em termos de filosofias das ciências ao introduzir o conceito de *obstáculos epistemológicos*. Segundo ele,

[...] é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 13).

Para Bachelard (1996), a formação do espírito científico dar-se a partir de rupturas, ou seja, é preciso superar *obstáculos epistemológicos*, sendo eles: *experiência primeira, conhecimento geral, obstáculo verbal (metáforas), conhecimento unitário e pragmático, obstáculo substancialista (substancialismo), obstáculo animista (animismo), conhecimento quantitativo*.

O primeiro obstáculo é a *experiência primeira*, revestida de sentimentos, impulsos, paixões, desejos inconscientes, fantasias, intuições, vaidade do saber. Trata-se do conhecimento do senso comum ou do estágio pré-científico, dos saberes adquiridos nas vivências empíricas. No entanto, Bachelard argumenta que é preciso desconstruir o conhecimento de senso comum, pois, a *experiência primeira* fundamenta-se numa filosofia fácil, apoiada no sensualismo mais ou menos declarado, mais ou menos romanceado e, por esse motivo, é preciso “[...] aceitar uma verdadeira ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico” (BACHELARD, 2016, p. 294).

O segundo obstáculo epistemológico é o *conhecimento geral*. Para Bachelard, nada prejudicou tanto o desenvolvimento do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral, que dominou de Aristóteles a Bacon, até porque, “a generalidade imobiliza o pensamento”. (BACHELARD, 1996, p. 72). Quando se busca alcançar o geral ou o universal, pode-se chegar a generalizações precipitadas (incompreensíveis, indefinidas), a definições prévias, a conclusões utilitárias do conhecimento imediato. Então, Bachelard (1996) defende que é preciso superar esse obstáculo epistemológico durante o processo de construção do conhecimento científico. A partir desses dois primeiros obstáculos, Bachelard teve uma única intenção: “provocar em todo o espírito científico uma vigilância e luta permanente contra a experiência sensível/acrítica e a doutrina generalista” (SOUSA, 2018, p. 69).

O terceiro obstáculo epistemológico é o *obstáculo verbal*, no qual, segundo Bachelard (1996), consiste, dentre outras coisas, no próprio uso da linguagem que, em vez de ajudar na compreensão dos objetos, pode prejudicar o seu entendimento, uma vez que, muitas vezes, fenômenos são explicados por meio de analogias, metáforas, expressões ou imagens, o que leva a associação de uma palavra concreta a uma palavra abstrata. O autor ainda complementa que “o perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo” (BACHELARD, 1996, p. 97), ou seja, o conhecimento conclui-se no reino da imagem, não causando nenhuma dúvida a mais nos estudantes, sendo assim finalizado.

O quarto obstáculo é o *conhecimento unitário e pragmático*. Bachelard (1996, p. 99) argumenta que esse obstáculo representado por “generalidades bem mais amplas”, é comum no pensamento filosófico, em que “uma suave letargia imobiliza a experiência; todas as perguntas se apaziguam numa vasta *Weltanschauung*

; todas as dificuldades se resolvem diante de uma visão geral de mundo, por simples referência a um princípio geral da Natureza”. A busca por essa unidade, pelo todo, pelo holístico, pelo universal sempre fascinou o homem, então, ironicamente, Bachelard argumenta que “para o espírito pré-científico, a unidade é um princípio sempre desejado, sempre realizado sem esforço” e acrescenta que este pragmatismo procura o caráter utilitário do fenômeno como princípio de explicação do próprio fenômeno, constituindo-se num forte obstáculo para o uso da razão. Diz Bachelard (1996, p. 115), “encontrar uma utilidade é encontrar uma razão”.

O quinto obstáculo epistemológico é o *substancialista*. Caracteriza-se por conferir a uma mesma substância, qualidades diversas, muitas vezes, até opostas. Para um único substantivo, vários adjetivos. No entanto, para Bachelard (1996), esse acúmulo de adjetivos em um mesmo substantivo é um dos sintomas mais claros da sedução substancialista, que está arraigada no inconsciente e, por esse motivo, afirma ser a visão substancialista um modo de pensar caracteristicamente realista, como algo instintivo. De acordo com o filósofo, o realista carrega o peso da subjetividade ao reter nos objetos suas próprias impressões subjetivas, e transpor valorações inconscientes para o mundo objetivo, afastando o pensamento da objetividade. Para que aconteça o progresso do espírito científico é necessário diminuir o número de adjetivos que pertence a um substantivo.

O sexto obstáculo epistemológico é o *animista*. Tratando desse obstáculo, Bachelard (1996, p. 186) leva para o campo da biologia humana, em “um verdadeiro fetichismo da vida”, no qual o conceito de vida é atribuído ingenuamente aos fenômenos mais diversos. Para abordar esse obstáculo, o autor analisa vários exemplos da ciência do século XVII e XVIII, cujo objetivo não era tecer críticas aos fenômenos da própria vida, mas tomar os conhecimentos biológicos como obstáculos à objetividade da fenomenologia física. Segundo Bachelard (1996), o conceito de vida exercia uma forte sedução para o espírito, já que considerava a vida como um “dado claro e geral” (p. 179), prejudicando o estudo dos fenômenos pelas ciências da matéria.

O sétimo e último obstáculo epistemológico é o *obstáculo do conhecimento quantitativo*. Bachelard (1996) chama de “matematismo demasiado vago” ou “matematismo demasiado preciso” a valoração excessiva aos dados quantitativos, o excesso de precisão numérica e de medição, a predição ultraprecisa. Para ele, “essa é uma das marcas mais nítidas do espírito não-científico, no momento mesmo em que esse espírito tem pretensões de objetividade científica” (p. 255) e argumenta que a precisão numérica provoca uma rebelião de números que se associa à preocupação de obter um dado preciso, não levando em consideração as variáveis no processo de medição.

Segundo Costa (2012), os vários *obstáculos epistemológicos* estão interligados, um alicerçado em outro(s), em complementaridade. E analisando cada um deles é possível compreender sua dupla função: eles podem funcionar tanto como *impossibilitador* do ato de conhecer se não forem evocados no processo de aquisição do conhecimento, ou, como *possibilitador* do acesso a um conhecimento novo e mais elaborado, se incentivarmos a ruptura contra os limites ao conhecimento.

Portanto, com base na epistemologia de Bachelard, “devemos lutar contra o anarquismo dos instintos e dos impulsos; das imagens e do real; do conhecimento sensível e da opinião. Contra a Natureza, una e harmônica, que impulsiona o espírito

científico a ficar preso nessa inércia espiritual” (SOUSA, 2018, p. 77). Em síntese, Bachelard (1996, p. 19) sustenta que “o espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro. O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma”.

Contexto histórico e social de Thomas Kuhn

Considerado o principal responsável pela ruptura, dentro da Filosofia da Ciência, com as tendências dominadas pelo positivismo lógico, na primeira metade do século XX, Thomas Samuel Kuhn nasceu no dia 18 de julho de 1922, na cidade de *Cincinnati*, Estado de *Ohio*, Estados Unidos. Ingressou na Universidade de *Harvard*, onde formou-se em Física, em 1943 e desta mesma instituição, recebeu o título de Mestre e Doutor em Física, nos anos de 1946 e 1949, respectivamente. Foi durante o engajamento no processo de pós-graduação, envolvido com o ensino de Física experimental para não cientistas e percebendo diferenças entre o que dizia a história da ciência e o que ocorria durante as atividades experimentais para o público leigo, que Kuhn começa a intrigar-se com algumas afirmações a respeito da ciência e da história da ciência (BARTELMÉBS, 2012).

Para Kuhn, o contato com diversas áreas do conhecimento, como a epistemologia, a psicologia e as ciências naturais e sociais, o permitiu desenvolver um olhar mais atento e mais complexo sobre a história da ciência e, não somente isto, segundo afirma Bartelmebs (2012), pois este contato lhe permitiu compreender “como se dá a construção e a validação de uma ciência, bem como sua manutenção e superação” (p. 352). Ainda com base na autora, Kuhn defende que sua inserção no campo da história da ciência está voltada mais para os processos epistemológicos do que para os processos contextuais e sociais, porém isso não significa dizer que estes não estejam presentes em seus estudos.

De acordo com Boeira e Koslowski (2009), Thomas Kuhn pode ser considerado um dos fundadores da tendência histórico-sociológica na filosofia da ciência, cujas características constituem a contestação de teses epistemológicas, que no século XX eram bastantes consensuais. No entanto, antes da metade deste século, surgiram alguns estudos sobre a importância dos aspectos histórico-social da ciência, como podemos citar:

[...] os estudos de Ludwik Fleck (1935) sobre a importância dos aspectos sociológicos de uma comunidade científica na produção de seu pensamento; os trabalhos de Alexandre Koyré (1957) e Gaston Bachelard (1934) que indicaram uma descontinuidade do progresso científico a partir da História da Ciência, bem como as contribuições de Robert King Merton (1938) procedentes da Sociologia da Ciência, que buscavam compreender as interações entre ciência e sociedade (RIOS, 2014, p. 12).

Sendo assim, foi a partir de algumas destas e de outras concepções que Thomas Kuhn fundamenta o seu pensamento, por exemplo:

a) Alexandre Koyré (1957): já compreendia a existência de revoluções na história da ciência; b) Ludwik Fleck (1935): enfatiza que as comunidades científicas elaboram estilos próprios de pensamento situados em uma cultura e história próprios; c) James Bryant Conant (1947): embora tenha defendido uma aborda-

gem histórico-cumulativa da ciência, Kuhn fortaleceu os próprios argumentos criticando-o; d) Michael Polanyi (1958): apresenta muitas ideias similares às de Thomas Kuhn sobre comunidade científica, tradição de pesquisa, conhecimento tácito etc (RIOS, 2014, p. 12).

Como é possível observar, as concepções destes estudiosos contribuíram para a consolidação de uma nova perspectiva sobre o desenvolvimento da ciência, que nos é apresentado por Thomas Kuhn em sua teoria, que contrapõe àquela defendida pelo positivismo lógico. No entanto, alguns autores argumentam que a chamada nova filosofia da ciência ou filosofia histórica da ciência “é apenas uma das faces da mesma moeda, sendo a outra a tradição positivista, visto que Kuhn ainda continua concebendo a ciência de forma unificada, com a única diferença de uma mera inversão de ênfase da observação e do experimento para a teoria” (MENDONÇA, 2012, p. 536).

Dentre as obras publicadas por Thomas Kuhn encontram-se: *A Revolução Copernicana* (1957); *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962); *Reconsiderando os paradigmas* (1974); *A tensão essencial* (1977); *Teoria do Corpo Negro e Descontinuidade Quântica* (1978); *O caminho desde a estrutura* (2000). Porém foi o livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* que fez Thomas Kuhn alçar à categoria de um dos mais importantes e influentes filósofos do século XX e, segundo Friedman (2001, p. 19), a publicação deste livro “é com frequência tomado como representando o prenúncio da morte da filosofia da ciência do positivismo lógico”.

Após anos dedicados ao estudo no campo da filosofia da ciência, Thomas Kuhn falece em Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos, no dia 17 de junho de 1996.

A epistemologia de Thomas Kuhn

A publicação do livro “*A estrutura das revoluções científicas*” de Thomas Kuhn, em 1962, é considerada um marco importante na construção de uma imagem contemporânea da ciência. Ao propor essa nova visão, Kuhn elabora críticas ao positivismo lógico na Filosofia da Ciência e à historiografia científica tradicional. De acordo com Ostermann (1996, p. 184), esta postura epistemológica da filosofia tradicional que o modelo kuhniano buscou superar “acredita, entre outras coisas, que a produção do conhecimento científico começa com observação neutra, se dá por indução, é cumulativa e linear e que o conhecimento científico daí obtido é definitivo”. Na contramão disso, Kuhn considera a observação como antecedida por teorias e, desse modo, ela não é neutra; acredita que não existe justificativa lógica para o “método indutivo” e reconhece o conhecimento como construtivo, inventivo e não definitivo.

O contato com cientistas sociais, entre os anos de 1958 e 1959, permitiu a Thomas Kuhn questionar a firmeza das respostas que os cientistas sociais possuíam sobre os métodos e os problemas científicos elaborados por suas comunidades específicas (KUHN, 1998). Esses questionamentos o levaram a compreender que existem, nas ciências naturais, desenvolvimentos científicos orientados por crenças, valores, técnicas e modos de pensar compartilhados, que seriam mantidas dentro de uma tradição, conservando sua história e relevância social para a comunidade científica durante um certo período. No entanto, quando dificuldades oriundas da pesquisa começam a colocar em dúvida o paradigma que norteia os estudos daquela

comunidade, ocorre a substituição para outros modelos científicos. Segundo Kuhn (1998), ocorre, neste caso, uma ruptura no processo de desenvolvimento do conhecimento científico, quando um paradigma é substituído por outro que possui uma nova forma de ver o mundo. Essa sua concepção de desenvolvimento da ciência como um processo descontínuo implicou profundas mudanças para os estudos históricos da ciência e, segundo ele, no período de sua publicação, ocasionou dúvidas e dificuldades, gerando uma “revolução historiográfica” no estudo da ciência.

Para melhor entendimento da concepção de Kuhn quanto ao desenvolvimento da ciência, é possível destacar quatro fases que serão discutidas com maior aprofundamento, sendo elas: a fase pré-paradigmática; a fase da ciência normal ou paradigmática; a fase de anomalias ou crise paradigmática; e a fase da revolução científica, conforme **Figura 1**.

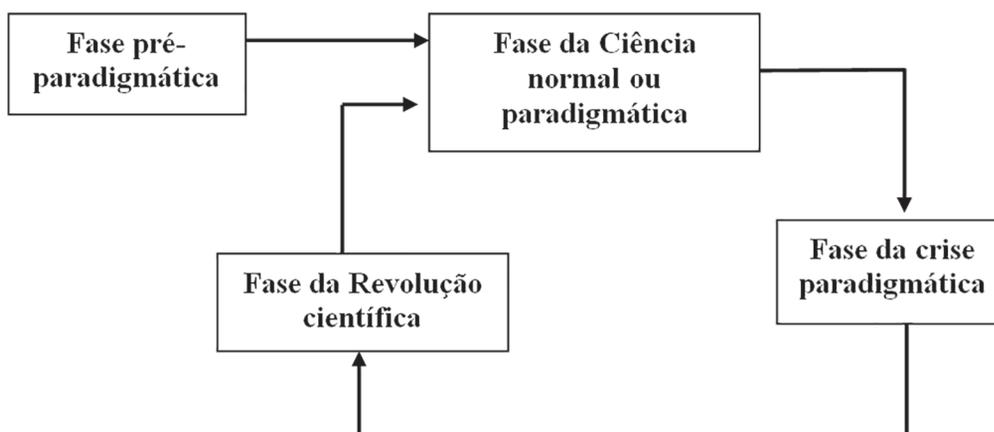


Figura 1. Modelo Kuhniano da construção do conhecimento científico

Fonte: Marques (2015)

Na *fase pré-paradigmática*, as práticas dos cientistas não estão bem definidas. Assim, várias escolas ou grupos disputam entre si para estabelecer qual deles definirá os fundamentos que nortearão as pesquisas de um determinado campo de estudo. Estas disputas são resolvidas por meio da persuasão e, a partir disso, geram um consenso e o comprometimento com um único *paradigma*, que segundo Kuhn (1998, p. 12) pode ser compreendido como “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

No entanto, esse não é o único significado apresentado por Thomas Kuhn sobre a noção de paradigma. Segundo Masterman (1970, p. 75-79), em suas obras é possível encontrar outras definições, podendo ainda ser considerado como:

- a) filosofia ou constelação de perguntas que geram formulações legítimas sobre soluções: em química geral, as noções básicas sobre o que seja a matéria e suas propriedades;
- b) manual ou obra clássica que orienta seus praticantes: os Principia de Newton;
- c) tradição que é transmitida para iniciantes, como o darwinismo;
- d) modelo que também pode ser compreendido como exemplar: astronomia ptolomaica;

- e) ponto de vista epistemológico geral: as bases epistemológicas cartesianas serviram para a matemática e astronomia moderna;
- f) algo que define a realidade: a concepção galileana do universo exige a descoberta da regularidade matemática.

Portanto, é possível considerar que os paradigmas são realizações científicas reconhecidas por uma comunidade científica e que os mantém por um determinado período como uma tradição. Eles são construídos a partir de exemplares históricos de pesquisas bem-sucedidas cujos relatos são expostos em obras clássicas de um determinado campo de estudo, tornando-se um manual que orienta a pesquisa e estabelece os fundamentos filosóficos e epistemológicos que legitimam seus problemas.

Cabe-nos, então, apresentar a compreensão que Kuhn (1998) traz de comunidade científica. Segundo o epistemólogo, ela pode ser considerada como um conjunto de profissionais ligados a um mesmo campo de estudo que realizam sua atividade orientada por um paradigma. O trabalho dessas comunidades visa preservar a aceitação do paradigma, ou seja, manter os conhecimentos construídos sobre a natureza, suas metodologias, práticas e técnicas utilizadas que obtiveram êxito durante a investigação, assim como, os valores que disciplinam o comportamento dos cientistas (KUHN, 1998).

Após a definição de um paradigma pela comunidade científica passa-se para a *fase da Ciência Normal ou paradigmática*, na qual os cientistas dedicam suas pesquisas para dar precisão, articular e aplicar o paradigma aceito na explicação de novos fatos ou na resolução de novos problemas. Nessa fase é preciso traduzir as questões da vida cotidiana em termos paradigmáticos ou disciplinares, e vice-versa e, assim, tem-se o progresso intraparadigmático, que produz o aprofundamento e a ampliação do paradigma.

A pesquisa desenvolvida pela comunidade científica nessa fase é a de Ciência Normal que, segundo Kuhn (1998, p. 28) “está firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior”. Kuhn (1998) acrescenta ainda que “a ciência normal não se propõe a descobrir novidade no terreno dos fatos ou da teoria” (KUHN, 1998, p. 77), ela consiste na atualização do paradigma, “atualização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando-se a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e articulando-se ainda mais o próprio paradigma (KUHN, 1998, p. 43).

No entanto, no decorrer da pesquisa da Ciência Normal, os cientistas se deparam com problemas que resistem à abordagem oferecida pelo paradigma. Esses problemas, Kuhn (1998) denomina - anomalias. Essas anomalias conduzem a comunidade científica ao questionamento das bases de seu campo de estudo, ocasionando uma crise. Tem início uma nova fase no desenvolvimento da ciência, denominada *fase das crises paradigmáticas*, que segundo o autor, é marcada

[...] por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnicas da ciência normal. [...] essa insegurança é gerada pelo fracasso constan-

te dos quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados. O fracasso das regras existentes é o prelúdio para uma busca de novas regras (KUHN, 1998, p. 94).

Segundo Kuhn (1998), o período de crises divide a pesquisa em dois grupos. O primeiro grupo é constituído por cientistas que tratam a anomalia como um problema de Ciência Normal e tentam resolvê-la a luz do paradigma vigente, para isso eles “[...] conceberão numerosas articulações e modificações *ah doc* de sua teoria, a fim de eliminar qualquer conflito aparente” (KUHN, 1998, p. 107). No segundo grupo encontram-se os cientistas que buscam dar uma nova abordagem ao problema, praticando o que Kuhn denomina de Ciência Extraordinária, na tentativa de descobrir um novo paradigma.

A fase da crise pode terminar com a descoberta de um novo paradigma para solucionar a anomalia. No entanto, Kuhn (1998) afirma que embora os cientistas comecem a perder a fé no paradigma vigente e considerar outras possibilidades, não renunciam ao antigo paradigma até que exista uma nova alternativa: “rejeitar um paradigma sem simultaneamente substituí-lo por outro é rejeitar a própria ciência” (KUHN, 1998, p. 109). Decorre daí, uma disputa entre tradições paradigmáticas rivais. Se os adeptos de uma nova tradição de resolução de problemas conseguirem persuadir e convencer os adeptos do antigo paradigma, de que sua proposta é mais promissora para nortear a prática científica, então ocorreria que Kuhn denomina como Revolução Científica (KUHN, 1998). Esse período do desenvolvimento da ciência marca a chamada *fase da Revolução Científica*.

Kuhn (1998, p. 124) considera a Revolução Científica como “[...] aqueles episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com anterior”. Assim, quando acontece a revolução científica, há uma substituição de uma tradição paradigmática por outra, que pode ocorrer de uma forma parcial ou total. Ainda segundo o autor, as mudanças de paradigma

[...] levam os cientistas a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente. Na medida em que seu único acesso a esse mundo dá-se através do que veem e fazem, poderemos ser tentados a dizer que, após uma revolução, os cientistas reagem a um mundo diferente (KUHN, 1998, p. 145).

Portanto, com base nas fases de desenvolvimento da ciência, conforme a concepção de Thomas Kuhn, a ciência não se desenvolve apenas por um processo cumulativo ou por um processo de avaliação teórica desvinculados de um movimento histórico e de aspectos sociais ligados às comunidades científicas. Segundo Kuhn (1998), a ciência, em determinados momentos, progride de modo cumulativo, na qual chamou de *ciência normal*, porém, em outros momentos, progride de modo não cumulativo, mas por meio de rupturas que ocasionam as *revoluções científicas*.

Contexto histórico e social de Gérard Fourez

Poucos foram os estudos encontrados sobre a vida de Gerard Fourez. Cabe destacar que, durante esta pesquisa, não foi encontrada tese de doutorado ou dissertação de mestrado desenvolvida no Brasil que apresentasse um estudo aprofundado sobre

esse importante filósofo, que tanto contribuiu no campo do Ensino de Ciências. Destacamos de antemão, a necessidade de desenvolvimento de estudos e pesquisas que versão sobre sua vida, pensamento e obras publicadas.

Gérard Fourez nasceu em 16 de janeiro de 1937 na cidade de *Ghent*, Bélgica. Concluiu os cursos de Filosofia e Matemática na *Université Catholique de Louvain*, localizada na Bélgica, e fez o doutorado em Física Teórica na *Universidade de Maryland*, nos Estados Unidos. Fourez teve também formação religiosa: pertenceu à ordem jesuíta e era diplomado em Teologia. Segundo Mohr et al. (2019a, p. 166), saber que sua formação é acadêmico-científica e também religiosa “é fundamental para compreender não só a produção acadêmica do autor, mas a origem de seus princípios, de seus conceitos e de sua forma de ver a ciência, a ética, a educação e o ensino de Ciências”.

Foi um dos fundadores, em 1971, do *Département de Sciences, Philosophies et Sociétés*, da Université de Namur, na Bélgica, onde lecionou Epistemologia, Ética e Filosofia da Educação e integrou grupos de pesquisa até sua aposentadoria. Foi professor visitante em escolas norte e centro americanas, coordenou a publicação *Courrier du CETHES (Construire une Éthique de l'Enseignement Scientifique)* e atuou ativamente por três décadas na comissão editorial do periódico belga *Revue Nouvelle*.

De acordo com Mohr et. al (2019b, p. 3), a obra de Fourez é vasta, incluindo mais de 80 títulos entre livros e artigos de caráter acadêmico-científico, “de sumo interesse para a Educação em Ciências, uma vez que trata e articula como poucos autores o fizeram, tanto discussões e princípios filosóficos quanto propostas metodológicas para a prática pedagógica”, e mais de dez títulos que versam sobre a religião e a fé.

Em suas obras, Fourez defende a legitimidade e a importância dos diferentes tipos de conhecimento e a importância de aprendermos a conviver e lidar com eles em nossas vidas cotidianas. E Mohr et. al (2019a, p. 166) salienta que:

Os conceitos e ideias de Gérard Fourez sobre a natureza da ciência, sua história, sua ética e sua importância na sociedade são tributários ao mesmo tempo da excepcional e irreduzível importância que ele atribui ao empreendimento científico ao longo da história e da visão aguçada e sensível de que há muitos outros tipos de importantes conhecimentos circulando nas culturas humanas como, por exemplo, conhecimentos de origem religiosa, artística, afetiva, ética. Gérard Fourez é um singular plural.

As ideias defendidas por Gérard Fourez fundamentam-se e expressam profundo respeito pelo ser humano, sua diversidade e sua cultura. Segundo Mohr et. al (2019b), ler e conhecer suas obras proporcionam ao professor da área da Educação em Ciências “ideias e reflexões sobre diversidade e pluralismo de ideias, vivências e culturas e sobre a importância da consideração destas na sala de aula para uma efetiva construção de conhecimentos pelos alunos” (p. 5).

Entre a vasta obra de Fourez, listamos alguns dos seus livros publicados: *Éduquer: écoles, éthiques, sociétés* (1973); *La science partisane: essai sur les significations des démarches scientifiques* (1974); *La construction des sciences : les logiques des inventions scientifiques: introduction à la philosophie et à l'éthique des sciences* (1988); *La Construcción del conocimiento científico: Sociología y ética de la ciencia* (1994); *Méthodologies de l'interdisciplinarité* (1994); *A construção das ciências*

(1995); *Alfabetización Científica y Tecnológica: Acerca de las Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias* (1997); *Saber Sobre Nuestros Saberes* (1998); *Abordagens didáticas da interdisciplinaridade* (2002); *Apprivoiser l'épistémologie* (2003); e *Cómo se elabora el conocimiento* (2008).

Após anos de dedicação aos estudos e deixando grandes contribuições para o ensino de ciências, Gérard Fourez faleceu em 2 de setembro de 2018, na cidade de *Lustin*, na Bélgica.

A epistemologia de Gérard Fourez

Em sua obra “A construção do conhecimento científico: introdução à filosofia e à ética das ciências”, publicada a primeira edição em 1988, Gérard Fourez reúne conceitos e ideias, a respeito do empreendimento científico humano, do valor e do papel da ciência na contemporaneidade e tece críticas à consideração da ciência como verdade absoluta e incontestável. Segundo Fourez (1995), a escrita de sua obra é destinada “àqueles que desejam compreender a prática científica e sua inserção em nossa vida individual e coletiva” (FOUREZ, 1995, p. 12) e acrescenta que a ideia é mostrar “de que modo o esforço científico é permanentemente relacionado com um projeto humano” (FOUREZ, 1995, p. 12). Leite (2011) afirma que o destaque dado por Fourez ao sentido humano da ciência e a criatividade que lhes é inerente contribui para o desenvolvimento de reflexões acerca da compreensão do conceito de ciências produzido pela sociedade.

Fourez (1995) defende que a análise de uma ciência deve ser feita a partir de sua *cultura científica*, por considerá-la uma construção social dependente de história, possuidora de linguagem própria, métodos diversos, objetos específicos e feita por e para sujeitos imersos em interesses globais e particulares. Esta concepção parte do princípio de que, para o autor os cientistas não são indivíduos que observam o mundo sem nenhum embasamento, eles “são os participantes de um universo cultural e linguístico no qual inserem os seus projetos individuais e coletivos”, ou seja, os cientistas, ao realizar observações e desenvolver a ciência carregam consigo uma filosofia própria que lhe foi atribuída a partir de sua inserção cultural ou da formação científica na qual foi submetido.

Ao tratar da observação científica, Fourez (1995, p. 40) defende que sempre que observamos algo, relacionamos o que observamos com aquilo que já sabíamos anteriormente, ou seja, “uma observação é uma interpretação: é integrar uma certa visão, na representação teórica que fazemos da realidade e exemplifica:

[...] se digo que há uma folha de papel sobre a escrivaninha, só posso dizê-lo sob condição de já ter uma ideia do que seja uma folha de papel. Do mesmo modo, se digo que a minha caneta cai no momento em que a solto, isto só é possível se já possuo uma certa ideia teórica daquilo que está em cima e do que está embaixo [...]. Estes exemplos mostram que a observação não é puramente passiva; trata-se antes de uma certa organização da visão (FOUREZ, 1995, p. 39-40).

Para Fourez (1995), uma observação seria, portanto, uma maneira de olhar o mundo integrando-o à visão teórica mais antiga e aceita. Porém, para afirmarmos que o que observamos é um fato, precisamos apresentar provas, por exemplo, “se digo que vejo uma raposa, apoiarei a minha observação pela prova, que consistirá em mostrar sua cauda, suas orelhas, seu focinho etc.” (FOUREZ, 1995, p. 43). E, ao

se referir à “prova” da observação, o autor afirma que “como de resto a maioria das “provas” que encontramos nos manuais científicos, ela consiste em uma releitura do mundo utilizando o modelo que se colocou” (FOUREZ, 1995, p. 43).

Além disso, Fourez (1995, p. 44) argumenta que não se pode observar sem utilizar a linguagem, pois “a língua já é uma maneira cultural de estruturar uma visão, uma compreensão” e, segundo ele, realizar uma descrição sobre uma determinada observação em uma língua não terá o mesmo sentido que em uma outra. Desse modo, Fourez (1995) acrescenta que o sujeito, participante de uma construção social, não pode ser entendido como um sujeito individual, mas coletivo, por ser praticante de uma certa linguagem. Fourez (1995) afirma que há uma objetividade socialmente construída e não uma objetividade absoluta:

Os objetos não são dados “em si”, independentemente de todo contexto cultural. Contudo, não são construções subjetivas no sentido corrente da palavra, isto é, “individuais”: é justamente graças a uma maneira comum de vê-los e descrevê-los que os objetos são objetos (FOUREZ, 1995, p. 49).

Essa necessidade de comunicação com o mundo e com os outros, a partir da linguagem implica, segundo Fourez (1995), uma inserção em uma instituição social para que a descrição não seja subjetiva (individual). O autor recorre a Kant e Husserl para expressar que o sujeito que conhece é um “sujeito transcendental” e “o que dá ao objeto o seu caráter objetivo é justamente essa construção por esse sujeito, de acordo com regras socialmente admitidas e reconhecidas” (FOUREZ, 1995, p. 51). Fourez (1995), portanto, argumenta que a ciência é uma construção social e defende uma visão histórica da ciência, na qual a verdade científica é construída e serve para a ação. No entanto, defende que “esse caráter histórico não implica que se possa construir, de maneira equivalente, qualquer verdade: sabemos que as representações teóricas não são todas bem sucedidas” (FOUREZ, 1995, p. 255).

A compreensão da ciência como construção social e sua articulação com o contexto histórico fica bem mais clara quando o autor conceitua a ciência como uma tecnologia intelectual:

De certo modo, as ciências podem ser vistas como tecnologias intelectuais que permitem atuar no mundo. Com efeito, os modelos científicos são maneiras de representar o estado das coisas de tal forma que se possa atuar sobre elas e comunicar-se com respeito às mesmas (Fourez, 1998, p.51).

Desse modo, é possível perceber, na epistemologia de Gérard Fourez, uma ampliação do debate do papel e do valor da ciência na história da humanidade, já que busca dar sentido a ela a partir do contexto humano. O epistemólogo procura ainda por em discussão a concepção de ciência acabada, absoluta e objetiva, pois, segundo ele, a ciência seria construída por sujeitos social e historicamente situados, com vistas a projetos bem definidos (FOUREZ, 1995).

POSSÍVEL ARTICULAÇÃO ENTRE A EPISTEMOLOGIA DE KUNH, BACHELARD E FOUREZ COM O ENSINO DE CIÊNCIAS

É consenso entre pesquisadores e estudiosos que não existe uma única forma de ensinar ciências. No entanto, é possível observar, no contexto educacional, práticas

pedagógicas que contribuem para a perpetuação de uma visão equivocada do desenvolvimento da ciência e que levam o aluno a construir de forma inadequada o conhecimento científico. Muitos professores costumam ensinar ao aluno a partir da visão do positivismo lógico, considerando que a produção do conhecimento científico ocorre a partir da observação neutra, pela indução e pela acumulação de conhecimento, que se torna, então, definitivo e inquestionável. No entanto, cabe destacar que essa prática docente pode ser considerada consequência do seu processo formativo, que tem início desde os primeiros anos de escolarização, pois, segundo Nacarato et al. (2011, p. 23), o professor é influenciado “por modelos docentes com os quais conviveu durante a trajetória estudantil”.

Nesta perspectiva, tanto o professor quanto o aluno (seja aquele que está em início de escolarização ou aquele que já está no percurso formativo) precisam romper com a visão da ciência como verdade absoluta, cumulativa, linear e neutra. É imprescindível que ambos concebam a ciência como uma construção social e humana, desenvolvida por uma cultura científica e que carrega consigo crenças, valores, técnicas e modos de pensar compartilhados, que são mantidos dentro de uma tradição, por um certo período (FOUREZ, 1995; KUHN, 1998).

Partindo dessa compreensão, é preciso que o problema da visão equivocada da ciência, que professores e alunos carregam ao longo do tempo, seja colocado como um obstáculo, segundo a proposição de Bachelard (1996). E para superá-lo, é preciso uma nova pedagogia, aquela que Bachelard denomina como pedagogia científica, na qual o esforço do professor consiste em fazer com que os alunos se afastem da cultura científica adquirida (BACHELARD, 1996), para que seja aberto o espaço para a construção de uma nova perspectiva. Buscando desenvolver essa pedagogia, o professor precisará desenvolver o seu perfil investigativo e, assim, conseguirá romper com os obstáculos inerentes à sua visão de ciência, construída anteriormente.

É importante que o docente apresente aos alunos uma concepção de ciência que abandone a perspectiva de desenvolvimento linear e cumulativo ao longo do tempo. É preciso mostrar, conforme a concepção de Kuhn (1998), as fases: pré-paradigmática, ciência normal, crises, revoluções científicas pelas quais o desenvolvimento científico passou, até chegar ao paradigma que se aceita e que se estuda hoje. Permite, assim, a compreensão de que o conhecimento científico não surgiu de descobertas geniais, de uma hora para outra, mas por meio da construção e rupturas de paradigmas. Dito de outro modo, no ensino de ciências é necessário que o aluno compreenda que durante todo o período histórico, no qual o conhecimento científico foi desenvolvido, existiram momentos em que diversas comunidades científicas desenvolviam estudos que fortaleciam a teoria que estava sendo aceita naquele contexto histórico e social, entretanto, em outros momentos começaram a surgir questionamentos acerca da teoria aceita e que não eram possíveis de serem respondidos pela ciência normal. Foi então preciso substituí-la por outra concepção que conseguisse responder aos problemas apontados.

Ensinar ciência, seguindo a lógica de desenvolvimento científico apresentada por Kuhn (1998), possibilita ao aluno romper com a opinião já construída, que, segundo Bachelard (1996), é o primeiro obstáculo a ser superado, uma vez que, para o autor, a opinião “pensa mal; “não pensa: traduz necessidades. [...] Não se pode basear nada na opinião: antes de tudo é preciso destruí-la”(BACHELARD, 1996, p. 18). Portanto,

rompendo com a visão equivocada do desenvolvimento da ciência, o aluno começará a formar o seu espírito científico.

Quando o estudante começa a perceber que a ciência pode ser questionada, passará então a formular suas próprias perguntas, desenvolvendo assim o seu conhecimento a respeito da ciência e a sua postura crítica. Cabe destacar que a importância do desenvolvimento dessa habilidade questionadora pelo aluno encontra embasamento na concepção de Bachelard (1996) quando este defende que “se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”(BACHELARD, p. 18). Se o aluno não for estimulado pelo professor a formular perguntas, o instinto formativo do estudante cederá espaço ao instinto conservativo, e, então ele preferirá permanecer com aquilo que sabe a ter que buscar respostas para novos questionamentos acerca da ciência.

Para Bachelard (1996), se o professor utiliza a pedagogia científica poderá estimular no aluno a capacidade de inquietar-se, de colocar sempre novas questões e de estar em estado de inconformismo com o conhecimento, com a ciência dita “normal” e com o conhecimento estabelecido, pois, para o autor, a construção do conhecimento é algo próprio do sujeito, isto é, acontece por meio de sua ação e pelo seu esforço de pensar e abstrair-se e desconstrução do sujeito (BARBOSA E BULCÃO, 2011), ou seja, quando ele retifica e rompe com um saber anterior, quando renuncia a viver na saudável precaução das ideias já apreendidas e acumuladas.

Indo ao encontro com a concepção de Bachelard, Fourez (1997) propõe, a partir dos movimentos de ‘Alfabetização Científica e Técnica’ e ‘Ciência, Tecnologia e Sociedade’, novas demandas à escola básica: o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos alunos, considerando imprescindível uma formação científica que permita ao indivíduo o desenvolvimento de capacidades de conhecer as ciências, compreender sua construção e produção social, reconhecer seus limites e possibilidades, dispor de certos conhecimentos científicos, saber como e quando recorrer aos especialistas, tomar decisões autônomas, localizar fontes confiáveis de informações científicas e desenvolver-se intelectualmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, buscou-se apresentar um olhar para a epistemologia de Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e Gérard Fourez. Um olhar que foi desenvolvido pela autora deste texto a partir das leituras realizadas em artigos, teses de doutorado e dissertações de mestrado que abordavam as contribuições destes epistemólogos para a compreensão do desenvolvimento da ciência e do conhecimento científico, assim como a partir de livros publicados por eles. No entanto, cabe ressaltar que este olhar não é único, pois acredita-se que outros olhares podem surgir a partir de interpretações feitas por outros leitores desses epistemólogos.

Para isso, buscou-se primeiramente compreender Bachelard, Kuhn e Fourez a partir dos seus contextos históricos e sociais e as bases que fundamentaram suas epistemologias. Posteriormente, são apresentadas suas contribuições epistemológicas, de modo a possibilitar ao leitor compreender suas concepções acerca de como se desenvolve a ciência e o conhecimento científico. Cabe destacar que suas epistemologias foram desenvolvidas em diferentes momentos sociais e históricos, porém buscavam romper com a visão da ciência difundida pela filosofia do positivismo lógico.

Por fim, a partir da exposição das epistemologias de Bachelard, Kuhn e Fourez, que apesar de terem pontos comuns, também apresentam pontos divergentes, que não eram o foco deste artigo, buscou-se estabelecer uma possível articulação entre elas com o ensino de ciências. Portanto, considerou-se que é possível articulá-las, resumidamente, da seguinte maneira: professores que ensinam ciências precisam primeiramente buscar romper com os obstáculos presentes na visão de ciência concebida pelos alunos (BACHELARD), apresentando o desenvolvimento científico como decorrentes de um processo de construção que poderia, segundo Kuhn, ser resumindo em três fases: pré-ciência, ciência normal, crises e revoluções científicas, dentro de uma comunidade científica (KUHN) e, assim, possibilitar que o aluno compreenda que a ciência é uma construção humana que visa à solucionar problemas específicos (FOUREZ).

Espera-se que este estudo contribua com discussões em torno do ensino de ciências e que novas pesquisas possam surgir a partir das epistemologias de Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e Gérard Fourez que possuem vasta contribuição para uma melhor compreensão da ciência e do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. *O Racionalismo Aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- _____. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- _____. *Ensaio Sobre o Conhecimento Aproximado*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.
- _____. *A Filosofia do Não: filosofia do novo espírito científico*. Tradução de Joaquim José Moura Ramos – 6ª ed. – Lisboa: Editorial Presença, 2009. 125p (1940).
- BARTELMÉBS, R. C. Resenhando as estruturas das revoluções científicas de Thomas Kuhn. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, n. 03, p. 351-358, set./dez., 2012.
- BOEIRA, S. L.; KOSLOWSKI, A. A. Paradigma e disciplina nas perspectivas de Kuhn e Morin. *Revista Internacional Intersciplinar – INTERthesis*, Florianópolis, v.6, n.1, p. 90-115, jan./jul., 2009.
- BULCÃO, M. *O racionalismo da ciência contemporânea: Introdução ao Pensamento de Gaston Bachelard*. Ed. rev. e ampl. – Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2009.
- _____.; BARBOSA, E. *Bachelard: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- CÉESAR, C. M. *Hermenêutica Francesa*. Campinas, SP: Alínea Editora, 2015.
- COSTA, C. L. F. O pensamento científico em Bachelard. In: *COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”*, nº 6. 2012. São Cristóvão/SE. Disponível em: <http://educonse.com.br/2012/eixo_15/PDF/7.pdf>. Último acesso em: 12 jan. 2021.
- FOUREZ, G. *Saber Sobre Nuestros Saberes: un léxico epistemológico para la enseñanza*. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1998. 200p.
- _____. *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997. 249p.
- _____. *A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Ed. da UNESP, 1995a. 319p.
- FOUREZ, G. et al. *Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l’enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck, 1994.
- FRIEDMAN, M. Transcendental philosophy and a priori knowledge: a neo-kantian perspective. In: Boghossian, P. & Peacocke, C. (Ed.). *New essays on the a priori*. Oxford: Clarendon Press, 2000. p. 367-83.
- JAPIASSÚ, H. *Para ler Bachelard*. Rio de Janeiro, F. Alves. 1976^a, 139p.

- KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- LEITE, S. F. Compreendendo a construção do conceito de Ciência. *Filosofia e Educação (Online)*, vol. 3, n. 1, Abr. – Out. 2011.
- MARTINS, J. T.; OLIVEIRA, E. A. G. Natureza da ciência e o ensino de ciências. *Revista EDUCAmazônia*, Ano 12, Vol. XXIII, Número 2, Jul-Dez, 2019, p. 70-81.
- MASTERMAN, M. “A Natureza de um Paradigma”. In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (eds.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. Tradução de Octavio Mendes Cajado. São Paulo: Editora Cultrix, 1970.
- MENDONÇA, A. L. O. O legado de Thomas Kuhn após cinquenta anos. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 535-60, 2012.
- MOHR, A. et al. Um singular plural: contribuições de Gérard Fourez para a educação em ciências. *Revista Dynamis*. FURB, Blumenau, v. 25, n. 1, p. 164-179, 2019a.
- _____. Gérard Fourez In Memoriam: Ensino de Ciências na Confluência da Epistemologia, da Ética, do Papel das Disciplinas Científicas e da Interdisciplinaridade. *ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 1-8, maio, 2019b.
- NACARATO, A. M. et al. *A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: tecendo fios do ensinar e do aprender*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011, p. 23.
- OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 3, p. 184-196, dez. 1996.
- RICARDO, E. C. A problematização e a contextualização no ensino das ciências: acerca das ideias de Paulo Freire e Gérard Fourez. In: *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, nº 4, 2003. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/Arquivos/Orais/ORALO19.pdf>>. Último acesso em: 18 jan. 2021.
- RIOS, M. C. Thomas S. Kuhn e a construção social do conhecimento. 2014. 147f. *Dissertação (mestrado)* - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física. Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2014.
- SOUSA, T. L. Gaston Bachelard e a Educação. 2018. 187f. *Dissertação (Mestrado em Educação)* – Centro de Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- ZORZO, V.; MENDES, L. Contribuições da filosofia e epistemologia das ciências para professores dos anos iniciais: algumas considerações. *Ensaios Pedagógicos*, Sorocaba, vol.3, n.1, jan. - abr. 2019, p.55-65