

## La Enseñanza de Conceptos de la Ciencia y Concepciones Alternativas en el Contexto de las Teorías Epistemológicas del Siglo XX

**Bruna Marques Duarte**

[brunamd01@yahoo.com.br](mailto:brunamd01@yahoo.com.br)

**Shalimar Calegari Zanatta**

[shalicaza@yahoo.com.br](mailto:shalicaza@yahoo.com.br)

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR; Paranaíba, Brasil).

**Recibido:** 27 de Enero de 2016 **Aceptado:** 14 de abril de 2016

### Resumen

Este trabajo aporta una reflexión sobre la enseñanza de la ciencia y las concepciones alternativas, que no son más que las plantillas que forman parte del sentido común de los estudiantes y no son aceptadas por la comunidad científica. Basado en dimensiones históricas busca debate acerca de la importancia de la epistemología a la enseñanza de las Ciencias en la búsqueda de concepciones alternativas de la transposición de los conceptos históricamente científica del conocimiento acumulado. Se entiende de esta manera, el proceso educativo que analiza su estudiante como un individuo social, tiene además la necesidad de nuevos métodos de enseñanza, mostrando importantes para discutir la formación histórica del conocimiento, estudio cómo se formuló el conocimiento puede ayudar a plantear nuevas propuestas para el futuro, así, la epistemología de la ciencia, así como los pensamientos de sus grandes creadores como , Bachelard, Popper, Kuhn, entre otros, además de nuestro siglo los eruditos entienden la importancia de la historia de la ciencia para la enseñanza.

**Palabras clave:** epistemología, Ciencias de la educación, concepciones alternativas.

### The teaching of science and alternative conceptions in the context of epistemological theories of the 20th century

#### Abstract

This work brings a reflection on the teaching of science and alternative conceptions, which are nothing more than templates that are part of the common sense of the students and are not accepted by the scientific community. Based on historical dimensions searching debate about the importance of epistemology to the teaching of Sciences in the pursuit of alternative conceptions for the transposition of the knowledge accumulated historically scientific conceptions. It is understood in this way, the educational process that analyzes your student as a social individual, has in addition to the need for new methods of teaching, showing important to discuss the historical formation of knowledge, study how it was formulated the knowledge can help raise new propositions for the future, thereby, the epistemology of science as well as the thoughts of his great creators like , Bachelard, Popper, Kuhn, among others, as well as our century scholars understand the importance of the history of science for teaching.

**Keywords:** epistemology, science education, alternative conceptions.

## **O ensino de ciências e as concepções alternativas no contexto das teorias epistemológicas do século XX**

### **Resumo**

Este trabalho traz uma reflexão sobre o ensino de Ciências e as concepções alternativas, que nada mais são que modelos que fazem parte do senso comum dos estudantes e não são aceitos pela comunidade científica. Baseando-se em dimensões históricas busca-se discutir sobre a importância da Epistemologia para o ensino das Ciências na busca da transposição das concepções alternativas para as concepções do saber científico historicamente acumulado. Entende-se dessa maneira, que o processo educacional que analisa seu aluno como um indivíduo social, possui além da necessidade de novos métodos de ensino, mostrando-se importante discutir a formação histórica do conhecimento, estudar como foi formulado o conhecimento pode ajudar a levantar novas proposições para o futuro, desse modo, a epistemologia das Ciências bem como os pensamentos de seus grandes idealizadores como, Bachelard, Popper, Kuhn, entre outros, assim como os estudiosos do nosso século entendem a importância da história da ciência para o ensino.

**Palavras- Chave:** epistemologia, ensino de ciências, concepções alternativas.

### **Introdução**

As pesquisas em torno do Ensino de Ciências vêm crescendo com consequentes resultados importantes para a melhoria da qualidade educacional. Como exemplo disso, podemos citar as investigações sobre as concepções alternativas e como elas interferem no ensino.

De fato, as concepções alternativas tomaram maiores dimensões com a defesa das metodologias reflexivas para o processo educacional. Destaca-se aqui o cuidado que se deve ter com relação à diferenciação entre o construtivismo e a “aprendizagem por descoberta”, defendida por professores de Ciências empiristas-indutivistas.

No processo reflexivo, ao contrário das metodologias tradicionalistas, a aprendizagem do aluno está diretamente relacionada ao processo de substituição das suas concepções alternativas pelas concepções aceitas pela comunidade científica. Isso implica que o aluno deve consolidar seu conhecimento, sendo algo que ocorre ao longo do tempo e não automaticamente por memorização, mas sim, por um processo reflexivo.

Desse modo, desde a década de 70 os debates educacionais na área do ensino de Ciências direcionam suas atenções para buscas dos métodos mais eficientes no sentido de promover mudanças no processo de ensino, já que no Brasil o ensino de Ciências continua pautado em metodologias tradicionais que acreditam que o aluno é uma tábula rasa.

Na década de 1980, a preocupação em relação ao fenômeno das concepções alternativas deu origem a debates e pesquisas que visavam estabelecer de que forma essas concepções poderiam ser eliminadas ou transformadas, dando lugar a concepções que fossem coerentes com os conhecimentos científicos atuais.

A necessidade de transposição das concepções alternativas existentes no ensino leva-nos a recorrer à Epistemologia da Ciência que prega uma reflexão quanto a não estagnação do conhecimento.

### **Concepções alternativas**

As concepções alternativas são modelos compartilhados por alunos tanto da educação básica quanto da universitária, os quais não são aceitos pela comunidade científica. O que ocorre é uma generalização do conhecimento, sendo que no caso dos alunos universitários, tais concepções podem ser repassadas por esses alunos nos ambiente que atuarão como profissionais.

De acordo com Gravina e Buchweitz (1994, p.110): “As concepções alternativas, também chamadas intuitivas ou espontâneas são as concepções apresentadas pelos estudantes que diferenciam das concepções aceitas pela comunidade científica”.

A esse respeito, observa Nussbaum (1989): “O conceito de aprendizado e a mudança conceitual se encontram no centro do aprendizado da ciência, uma vez que os conceitos fornecem o elemento de organização e os princípios diretivos para todas as lições, assim como para todos os trabalhos de laboratório ou de campo”. (Nussbaum, 1989, p. 530).

A busca para entender e transpor as mudanças conceituais levaram cientistas como Posner a associar as mudanças conceituais com os ideais de quebra de paradigma de Kuhn, já que a revolução científica defendida pelo mesmo ocorre frente a uma mudança conceitual, já que ao ficar diante de um desafio o cientista deve propor um novo modo de ver as coisas (Posner, 1982).

Na educação, essa mudança conceitual de certa forma ocorre com um abandono das convicções presentes no aluno para adquirir os conceitos científicos. Sobre esta mudança Bastos et al. (2001) afirma: “[...] a mudança conceitual é um processo em que a concepção alternativa do aluno perde status e a concepção científica apresentada pelo professor ganha status”. (Bastos et al, 2001, p.03).

O professor é uma figura importante no processo de mudança conceitual e deve levar-se a considerar no ensino de ciências a construção humana e social dos conteúdos, assim como os debates acerca do tema: “[...] os debates a respeito do tema da mudança conceitual conduziram a uma percepção mais adequada a respeito da riqueza do processo de aprender ciências”. (RUFFATO; CARNEIRO, 2009, p.270).

Para Bastos et al. (2001), uma possível explicação para justificar a grande dificuldade em promover a mudança conceitual nos alunos seria suas interações com pessoas do seu meio familiar e com suas experiências sociais.

A apreensão de novos conceitos deve levar o aluno à utilização da nova concepção, o que muitas vezes não ocorre, por não haver a assimilação do novo conceito não existindo um confronto com o conhecimento já existente (Gravina, Buchwetz, 1994, p.111).

As novas concepções devem ser significativas aos alunos, fazendo-os utilizá-las para resolver seus problemas. Para que os educandos adquiram o conhecimento científico é necessário que eles o construam. E nessa construção não se devem ignorar os seus conhecimentos prévios, para que assim realmente ocorra uma aprendizagem significativa (Roberto, 2009).

A aprendizagem construtivista que propõe a transformação das concepções alternativas dos alunos é criticada por alguns autores em determinados aspectos. Apesar da euforia demonstrada pela educação científica diante dos modelos construtivistas, Mortimer (1996) acredita que eles tiveram esgotamento, começando pela diminuição de pesquisas sobre o assunto, assim como a dificuldade na preparação dos professores, que utilizam - em maioria - como estratégias de ensino “experimentos cruciais”.

Apesar de muitos professores de Ciências acreditarem que a utilização das atividades experimentais são valiosas para a construção do conhecimento, elas podem estar sendo utilizadas apenas como metodologia para repetição.

Na verdade, essa tendência metodológica utilizada pelos professores de Ciências está associada a uma crença de que a construção da Ciência se dá por métodos empíricos, integrando o Método Científico. Ressalte-se que as pesquisas apontam que a metodologia adotada pelos professores de Ciências está diretamente correlacionada a suas concepções epistemológicas.

Dessa maneira, as concepções alternativas – que como mencionado, são conceitos que partem do empirismo e não mudam com a aprendizagem do conhecimento científico – têm implicações para o ensino. Assim, a epistemologia da Ciência e metodologias alternativas podem ser aliados na sua desconstrução. Podemos dizer que o processo ensino-aprendizagem é um ato constante e contínuo de desconstrução, construção e reconstrução do conhecimento.

### **A Epistemologia do ensino de Ciências**

A sociedade atual experimenta largo avanço tecnológico, que é diretamente proporcional ao desenvolvimento da Ciência. Mas como a Ciência se desenvolve? Conforme Silveira (1996) existem muitas questões a fazer: Como é obtido o conhecimento científico? Como é validado o conhecimento científico? Há diferenças entre o conhecimento científico e o não científico? Qual é o método da ciência? Qual é o papel que a observação, a experimentação, a razão, a intuição, a criatividade têm na produção do conhecimento científico? Em que circunstâncias se dá o abandono, a substituição de uma teoria científica por outra? Esses e tantos outros problemas têm sido objetos de investigação da Filosofia da Ciência ou da Epistemologia. (Silveira, 1996, p.36).

De acordo com as ideias de Massoni e Moreira (2011 p. 6): “A epistemologia é o ramo da filosofia que tem como objetivo o estudo do conhecimento [...]. Assim Epistemologia pode ser entendida como uma ciência da ciência”.

Podemos dizer também que a epistemologia da Ciência estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade de como o conhecimento é construído ao longo da história do desenvolvimento humano. A epistemologia é conhecida como teoria do conhecimento e relaciona-se com a metafísica, a lógica e a filosofia da Ciência.

Em resumo, a epistemologia estuda quais os mecanismos de progresso da Ciência. Ou seja, quais são os métodos que nos levam ao conjunto de “verdades” aceitas pela comunidade científica, de acordo com sua época.

Uma questão crucial nessa discussão é a disputa entre o empirismo indutivismo, defendida por teóricos como Locke e o racionalismo de Descartes.

No que se refere ao empirismo, acredita-se que o conhecimento científico é construído pela experimentação. Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver,

ouvir, tocar, etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente. (Chalmers, 1993 p. 18).

É muito comum ouvirmos em anúncios a seguinte fala “testada e aprovada cientificamente”, colocando os produtos como algo indiscutível, já que se validou experimentalmente e cientificamente (Chalmers, 1993).

Diversamente, para Descartes a Ciência progredia em função da razão humana. Já que os nossos sentidos podem nos enganar é necessário se considerar verdadeiro o que é evidente (Descartes, 1999).

Apesar do Racionalismo se opor ao Indutivismo e vice-versa, o método científico considera a necessidade de mediação entre os dois, pois, o conhecimento se inicia pela experiência, mas, não se limita a ele.

Por muito tempo o método científico se consagrou como uma metodologia infalível para a construção do conhecimento científico. E assim, o ensino de Ciências por muito se pautou na reconstrução dos passos feito pelos cientistas. Dessa forma, ao refletirmos o ensino de Ciências, podemos fazer diversas indagações. Os processos didáticos devem se ater à forma de produção do conhecimento? O conhecimento científico é diferente do conhecimento que deve ser transmitido ao aluno na sala de aula? Santos (2012, p.66) coloca: “Pensar o comportamento de um gás como um conjunto de bolas de bilhar em movimento” é uma generalização que ocorre no processo de ensino de física. No entanto, os professores devem priorizar o conhecimento científico para que assim, ele não se desconstrua no processo de ensino e as generalizações acabem sendo tidas como verdades.

Os professores, mesmo que inconscientemente, utilizam suas metodologias de ensino com base em suas crenças epistemológicas acerca da Ciência. Um número expressivo de professores ainda é realista ingênuo e, apresenta modelos teóricos como verdades científicas. Por exemplo, apresentam o desenho de átomo como verdade, sem destacar que é apenas uma representação de um modelo.

Para Castro (1993), a Ciência não deve ser encarada como um produto acabado e não se deve conferir ao conhecimento científico uma simplicidade que não existe, assim como não se pode imprimir obviedade aos conteúdos da Ciência.

Na verdade, a aprendizagem da Ciência deve priorizar o raciocínio de tal forma que uma dada investigação se aproxime do conhecimento científico. O ensino de Ciências deve encarar o conhecimento mais próximo possível da construção científica, partindo de uma hipótese e estabelecendo critérios de discussões que levem a um consenso que seja suficiente para desestabilizar e modificar as concepções existentes.

### **A Importância da História da Ciência no ensino**

O ensino que prima pelo conhecimento científico deve partir do ponto de vista que acima de tudo deve-se ter um ensino histórico que privilegie os caminhos percorridos pelo conhecimento sem que se imite atualmente o que se fez, mas que se tente entender os processos científicos ao longo do histórico científico. E nessa perspectiva, tornam-se importantes as Epistemologias da Ciência que discutem os ideais defendidos ao longo da construção do conhecimento científico.

A descrição da forma de produção do conhecimento científico sofreu alterações ao longo da história. Portanto, mostrar ao aluno a história dessa construção auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico, favorecendo a formação crítica.

Diante dessa perspectiva podemos considerar que a História da Ciência é uma ferramenta e promove a construção dos conhecimentos científicos em sala de aula. Estudos têm apontado um parentesco entre as concepções alternativas dos estudantes e os modelos científicos que predominaram em determinado período histórico nos mais diversos campos dos conhecimentos (Barros; Carvalho, 1998).

A atividade científica passa a ser distorcida a partir do momento em que se despreza a sua história (Castro; Carvalho, 1995). Por isso, conhecer a história da ciência está além de analisar fatos históricos, e sim, conhecer divergências e discussões que levaram à construção do conhecimento, expondo a todos a criatividade da Ciência. (Barros; Carvalho, 1998).

Os programas de ensino que privilegiam a história da Ciência devem ser mantidos para melhorar as concepções alternativas dos alunos. Elementos históricos podem levar a uma efetiva metodologia que utiliza processos reflexivos. (Khalick; Lederman, 2000).

A história da Ciência pode levar os alunos a entender a Ciência como algo mais completo e complexo do que é mostrado, valorizando os processos do trabalho científico como a descoberta, os experimentos, o formalismo matemático e a evolução dos conhecimentos,

assim como o privilégio de seu caráter coletivo e suas implicações sociais. (Solbes; Traver, 2001).

A epistemologia contemporânea diferente da epistemologia indutivista compreende que o experimento por si só não produz conhecimento e que o conhecimento é uma construção humana, que tem como princípio entender a realidade (Silveira, 1996).

As Visões Epistemológicas Contemporâneas possuem como objetivo a discussão de ideias de alguns dos principais filósofos da ciência do século XX, as quais constituem uma nova maneira de conceber a natureza da ciência – teorias sobre a produção do conhecimento ou Epistemologia – seu “método” e sua evolução histórica (Massoni; Moreira, 2011).

A Ciência deve ser vista como algo mutável, onde a imaginação faz parte do processo, por ser uma construção humana. Assim como escreve Silveira (1996): “Outra importante característica do conhecimento científico é a sua provisoriade. A ideia de um conhecimento verdadeiro e, em consequência, imutável, foi abandonada” (Silveira, 1996, p. 15).

A provisoriade do conhecimento científico é evidente também nas palavras de Popper, (1985, p.330): “Nenhuma teoria em particular pode, jamais ser considerada absolutamente certa: cada teoria pode se tornar problemática [...] nenhuma teoria é sacrossanta ou fora de crítica”. E apesar dessa característica, o ensino, até mesmo o universitário, é constituído de uma visão empírico – indutivista de uma ciência supostamente infalível. E o estudo da epistemologia pode levar a uma análise de todas as correntes filosóficas da Ciência para que se compreenda a importância de cada teoria em sua época, o que pode suceder a uma análise crítica do momento atual e de como se deve agir.

### **Os ideais de Popper, Lakatos, Khun e Bachelard**

Apesar desses epistemólogos apresentarem teorias e definições diferenciadas com relação ao desenvolvimento da Ciência, eles comungam de algumas ideias, como, por exemplo, de que a Ciência não pode ser repassada como um produto pronto e acabado, mas sim como um processo de construção e assim analisando suas teorias podemos refletir sobre como é importante a análise histórica do desenvolvimento da ciência .

Iniciando essa análise por Karl Popper, podemos perceber que para ele o conhecimento é uma construção humana – o que o coloca como um idealista do racionalismo crítico. Até o século XX, acreditava-se que o conhecimento científico era formulado através de experimentos e observações. E que aqueles explicavam os fenômenos da natureza.

O método empírico como fonte de conhecimento foi difundido entre muitos pensadores. Eles acreditavam que a experimentação e a observação eram o método científico, afirmava ainda que somos uma tábula vazia e que nossas experiências nos tornam conhecedores. Segundo a visão empirista, a observação e a experimentação antecedem a teoria. Diversamente, para Popper, a observação já está precedida de hipóteses teóricas. Não há observação neutra. Já para Popper, para se testar um fenômeno é necessário sistematizar e escolher padrões cabíveis para certas classes de acontecimentos, o que inverte a ordem defendida pelos indutivistas para teoria e prática.

A Ciência tem princípios e valores que a sociedade tenta lhe imprimir em relação a esse princípio e as contribuições de Popper ao assunto: “[...] as ideias de Popper podem dar uma contribuição relevante ao debate, na medida em que lhe apresenta sua concepção de ciência conscientemente associada a certos valores e uma determinada visão de sociedade.” (Rufatto; Carneiro, 2009, p.270).

Os ideais de Popper podem nos levar a uma articulação entre a Ciência e sociedade ao se pensar em um processo educacional esses dois aspectos são cruciais: “Um dos questionamentos mais importantes que foram apresentadas em relação a filosofia de ciência de Karl Popper diz respeito a questão da mudança teórica, ou seja, quais seriam os fatores que conduziriam o abandono de uma teoria e adoção de outra.” (Rufatto; Carneiro, 2009, p.270).

A necessidade de um ensino crítico leva-nos a arremeter aos ideais de Popper para tentar dinamizar o processo ensino-aprendizagem de Ciências para que ele seja dialético e atenda a todas as perspectivas socioeconômicas do ensino atual. Assim, podemos considerar a ideia de que são os problemas que levam à necessidade de aprender. Uma simples observação não conduz a uma problematização. Fazer apenas relatórios torna o observador – no caso o discente – apenas um espectador do que acontece, não instiga a procura de respostas.

Popper possibilitou a valorização do conteúdo humano no desenvolvimento da Ciência. Para ele, a Ciência é fundamentada em métodos e técnicas criadas pelo homem. Dessa forma, a humanização da Ciência aproxima-a de um ensino social e crítico que leva em consideração as vivências anteriores dos alunos, para que ocorra uma mudança conceitual, que o transforma em conhecimento científico.

De acordo com Rufatto e Carneiro (2009, p.283), o debate racional pode levar à mudança das concepções e este pode ser apoiado na racionalidade defendida por Popper:

Uma das principais vantagens do estudo pormenorizado das ideias de Popper para o Ensino de Ciências seria, portanto, a possibilidade de se refletir com maior clareza a respeito das consequências que as concepções de ciência podem ter para esta área. No caso específico de Popper, a valorização do debate racional não dogmático. (Rufatto; Carneiro, 2009, p.283).

O professor deve perceber que a adoção de novas concepções podem ter impactos diante de sua postura mediante o conhecimento. O docente, ao adotar o ponto de vista de Popper em relação ao ensino poderá apresentar aos alunos a valorização do debate racional.

O problema está no fato de que ainda a visão indutivista predomina entre os professores. As atividades experimentais são um bom exemplo disso: os alunos são levados ao laboratório na perspectiva de que a citada atividade é suficiente para levar à compreensão do conhecimento científico envolvido nos conceitos físicos.

Em relação à crítica do indutivismo, outro grande filósofo que pode nos auxiliar na busca da visão científica no ensino é Ciências, é Thomas Kuhn, que entende o fato de que a Ciência sem inovações não deve ser reproduzida, no entanto, como podemos já identificar, muitas práticas empíricas ainda são colocadas como tradições. Sobre isso, Santos (2012 p. 67) escreve: “Uma comunidade científica, ao partilhar um paradigma, compromete-se com um conjunto de regras e padrões para a sua prática”.

O pensador ainda ressalta que quando uma nova mudança surge é chamada de Revolução científica e deve ser boa o suficiente para ser considerada como um paradigma (Santos, 2012).

Kuhn, de acordo com Massoni (2001) acredita que:

[...] uma revolução científica implica uma profunda mudança de concepções, um deslocamento da rede conceitual que leva os cientistas a ver o mundo de outra forma. Ao abraçar um novo paradigma é como se o cientista usasse “lentes inversoras” e, olhando para o mesmo conjunto de objetos, ele os visse totalmente transformados; disso decorre o sentido de incomensurabilidade. (Massoni, 2001, p. 15).

Os relatos de Kuhn possuem muitas coisas em comum com os de Lakatos, pois ambos criticam Popper quanto à inflexibilidade diante do falsacionismo. Nesse sentido, Lakatos, apesar de concordar com os pensamentos do filósofo ao relacionar o desenvolvimento das Ciências através da construção de hipótese, critica o falsacionismo, já que acredita que o

processo de transformação se estabelece pela concorrência de hipóteses. Assim, nenhuma ideia pode simplesmente ser descartada sem o aparecimento de outra mais plausível.

O conhecimento científico para Lakatos, dessa forma, ocorre por competição e falseações de teorias, quando uma teoria é falseada é porque se esgotaram todas as possibilidades:

Se apresentarmos uma teoria para resolver uma contradição entre uma teoria e um exemplo contrário de tal, maneira que a nova teoria em lugar de oferecer uma explicação científica que aumente o conteúdo só oferecerá uma reinterpretação que diminui o conteúdo, a contradição se resolverá de modo meramente semântico, não científico (Lakatos, 1979, p.145).

A Ciência defendida por Lakatos não preconiza a sucessão de teoria como Kuhn, mas sim, a concorrência entre elas:

A história das ciências tem sido, e deve ser, uma história de programas de investigação competitivos (ou, se quiserem, de paradigmas), mas não tem sido, nem deve vir a ser, uma sucessão de períodos de ciência normal: quanto antes se iniciar a competição, tanto melhor para o progresso. (Lakatos, 1970, p. 69).

Para Lakatos, a história da Ciência permite uma construção social do conhecimento que leva à visão racional. “A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega” (Lakatos, 1971a, p. 91). Segundo o autor, o cientista não deve abandonar uma teoria que foi falsificada; ao contrário, deve mantê-la e investigá-la. Diante dos problemas encontrados, deve-se buscar teoria para solucioná-los.

Quando se conclui que, pelos meus critérios, um programa de investigação está – progredindo – e seu rival está – degenerando -, isto apenas nos diz que os dois programas têm certas características objetivas, mas não nos diz que os cientistas devem trabalhar apenas no programa progressivo. (Lakatos 1971b, p. 174).

Você está interessado apenas em provas que “provem” o que pretendemos provar. Estou interessado em provas mesmo que elas não realizem a tarefa pretendida. Colombo não chegou à Índia, mas descobriu muita coisa interessante. (Lakatos, 1978, p. 29).

Ainda sobre os programas competitivos Chalmers (1993) coloca:

A ciência progride por meio da competição entre os programas de pesquisa. Um programa de pesquisa é melhor que um rival se for mais

progressivo; a natureza progressiva de um programa depende de seu grau de coerência e a extensão em que ele tenha levado ao sucesso novas predições [...] (Chalmers, 1993, p.142).

A Ciência deve ser encarada como um imenso programa de pesquisa; assim, as teorias não são isoladas, devendo existir um grupo de pesquisas que confronte e leve a uma revolução científica (Lakatos, 1970). O processo do conhecimento depende da existência de programas concorrentes e assim o pluralismo teórico é condição para o desenvolvimento do saber. No entanto, o que se percebe é uma tendência – a chamada aprendizagem por descoberta – em que se valoriza a experimentação que é difundida como aplicação sólida na formação de conceitos por meio da observação.

Para Lakatos, a história de ciência retrata o que ele define como uma metodologia dos programas de pesquisa científica. Nessa metodologia, as teorias não são elementos isolados, mas pertencentes a um determinado programa de pesquisa. Assim, um programa de pesquisa é formado por uma série de teorias que continuamente evoluem, sendo o processo do desenvolvimento científico caracterizado pela competição entre programas de pesquisa rivais. (Silva et al., 2008, p.4).

A observação não produz conhecimento científico, pois este é uma produção humana aberta a mudanças e críticas. Por essa característica de inacabada, a Ciência não pode ser encarada como um produto de métodos rígidos. Por isso, para que a aprendizagem seja efetiva, são necessárias rupturas entre o prévio conhecimento, ou seja, com as concepções alternativas, que são de origem essencialmente empíricas e não aceitas pela comunidade científica.

Quanto ao ensino de Ciências, podemos dizer que um novo conceito pode conflitar com as deduções conceituais dos alunos, no entanto, é mais comum eles aprenderem o novo conceito sem abandonar a sua concepção alternativa. Por isso, é necessário primeiro identificar quais são as concepções alternativas existentes sobre determinados assuntos para que sejam administrados materiais pedagógicos adequados. Esses recursos devem proporcionar problematizações que permitam a discussão das hipóteses encontradas, para que ocorram mudanças conceituais que contemplem o conhecimento teórico-prático científico. Assim, construção do conhecimento matemático, bem como o das demais áreas da ciência, pode se basear nos três passos descritos por Lakatos:

Norma 1. Se tivermos uma conjectura, disponhamo-nos a comprová-la e a refutá-la. Inspecionemos a prova cuidadosamente para elaborar um

rol de lemas não triviais (análise de prova); Encontremos contra exemplos tanto para a conjectura (contraexemplos globais) como para os lemas suspeitos (contra exemplos locais).

Norma 2. Se tivermos um contra exemplo global, desfaçamo-nos de nossa conjectura, acrescentemo-nos a nossa análise de prova um lema apropriado que venha a ser refutado pelo contra exemplo e substituimos a conjectura desprezada por outra melhorada que incorpore o lema como uma condição. Não permitamos que uma refutação seja destituída como um monstro. Esforcemo-nos para tornar explícitos todos os “lemas implícitos”.

Norma 3. Se tivermos um contra exemplo local, confirmamos para verificar se ele não é também contra exemplo global. Se for, podemos facilmente aplicar a Regra 2. (Lakatos, 1978, p. 72 – 73).

Os ideais de Lakatos podem nos apresentar a possibilidade de trabalhar em ciência teórica ou pelo menos ponto de vistas diferentes. Trabalhar com discussões de ideias podem propiciar debates enriquecedores aos alunos.

Tanto a crítica das visões indutivistas quanto a necessidade da transposição das concepções alternativas podem ser analisadas na visão de Bachelard, que acredita no ensino, principalmente o de Ciências, pautado no espírito científico, sendo observadas várias perspectivas, assim como uma lei não pode ser criada sem vários pontos de vista. (Bachelard, 1996).

O processo de desenvolvimento da Ciência – assim como seu ensino – no entanto, está permeado de obstáculos que não só causam a estagnação da construção do pensamento científico, mas também contribuem para o seu retrocesso.

[...] 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.17).

É considerável que, diante desses tipos de obstáculos, os professores devem ficar atentos ao seu modo de ensinar, já que diante do próprio ato da busca do conhecimento pode levar à estagnação e à presença desses entraves epistemológicos. Sobre esta perspectiva Lopes (1993) elucida:

Não é possível se adquirir nova cultura por incorporação da mesma aos traços remanescentes. Os hábitos intelectuais incrustados no conhecimento não questionado invariavelmente bloqueiam o processo de construção do novo conhecimento, caracterizando-se, portanto,

segundo Bachelard, como obstáculos epistemológicos. (Lopes, 1993, p. 325).

A opinião também é considerada por Bachelard como um obstáculo epistemológico. O conhecimento científico deve ser construído a partir de problemas e, para formulá-los, é necessário compreender do assunto para opinar sobre o mesmo.

O espírito científico, desse modo, deve ser aliado para suprir as dificuldades causadas pelos obstáculos epistemológicos:

O espírito científico só se pode construir destruindo o espírito não científico. Muitas vezes o cientista entrega-se a uma pedagogia fracionada enquanto o espírito científico deveria ter em vista uma reforma subjetiva total. Todo o progresso real no pensamento científico necessita de uma conversão. Os progressos do pensamento científico contemporâneo determinaram transformações nos próprios princípios do conhecimento. (Bachelard, 1978, p.6).

Os obstáculos epistemológicos são característicos do processo de conhecimento. Constituem-se em acomodações ao que já se conhece, podendo ser entendidos como “antirrupturas”. O conhecimento comum seria um obstáculo ao conhecimento científico, pois este é um pensamento abstrato. (Gomes; Oliveira, 2007).

Para que haja esta transformação do conhecimento e transposição dos obstáculos, de acordo com Bachelard, é necessário que ocorra o erro. Sobre este pensamento Lopes (1996) informa:

Bachelard defende que precisamos errar em ciência, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação desses erros. Como seu objetivo não é validar as ciências já prontas, tal qual pretendem os partidários das correntes epistemológicas lógicas, o erro deixa de ser interpretado como um equívoco, uma anomalia a ser extirpada. Ou seja, com Bachelard, o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica. Não podemos mais nos referir à verdade, instância que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas, pertencentes à esfera da veracidade, da capacidade de gerar credibilidade e confiança. As verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros. (Lopes, 1996, p.252-253).

Para o autor, o ato de conhecer dá-se devido ao reconhecimento de um erro anterior:

O pensamento empírico torna-se claro depois, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido. Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior,

destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (Bachelard, 1996, p.17).

O pensamento empírico coloca o conhecimento frente a uma visão pré-científica, dando-se preferência às imagens e não às ideias. No ensino, pode-se observar que muitos educadores explicam os fenômenos pelas imagens que elas representam, porém, deve-se observar que as primeiras observações são consideradas como o primeiro erro:

A experiência primeira constitui-se nas inferências imediatas, ligada ao natural, concreto, e por resultar de uma atividade pouco pensada, ilustra o pensamento pouco inventivo, pouco ordenado. O real sensível torna-se um terreno definitivo, ao invés de ser concebido como provisório. (Melo, 2005, p. 54).

Sobre a primeira experiência, Bachelard (1996, p.26): “Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico”.

É necessário um ensino próximo da realidade do aluno; o conhecimento deve ser significativo para que possa modificar suas concepções. Bachelard, por exemplo, faz uma crítica ao modo de sistematização de ensino de Física pautado em livros que são reproduções em cima de reproduções de uma realidade não próxima da ótica do aluno.

Os livros de física, que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel, que, graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como natural; mas não é; já não é natural. Já não é a ciência da rua e do campo. É uma ciência elaborada num mau laboratório, mas que traz assim mesmo a feliz marca desse laboratório. (Bachelard, 1996, p.30).

Diante de referida problemática, evidencia-se que é necessário o sentimento de evolução, não sendo possível a incorporação de conhecimentos se as concepções anteriores estão enraizadas. As ideias prévias de um conhecimento influenciam muito no aprendizado. Quando se possui uma concepção alternativa sobre determinado assunto é necessário um tempo para que ele se modifique: “É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais.” (Bachelard, 1996 p.18).

A indagação, desse modo, é necessária para o desenvolvimento do espírito científico. A reflexão e assim os questionamentos podem ajudar no aprendizado que se pautar no conhecimento científico.

Todo saber deve começar com perguntas, com a busca de uma solução a um problema. Quando não há questionamentos, não há conhecimentos. Entretanto, quando o espírito acostumado e acomodado com as respostas coleta da infância de suas pesquisas fundamentações às suas indagações, ele poda o cientista que se construía. (Melo, 2005, p.46).

O espírito científico considera que todo conhecimento deve ser fruto de indagações. Um conhecimento não questionado leva a outro obstáculo epistemológico. “A pergunta abstrata e franca se desgasta: a resposta concreta fica.” (Bachelard, 1996, p.18). Segundo Bachelard (1996), o professor entra para sua prática pedagógica acreditando que ações repetitivas de uma lição podem levar a uma aprendizagem, esquecendo que esses alunos já possuem experiências prévias e que, então, a aula não é para se adquirir novos conhecimento, mas sim para a modificação dos já existentes.

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana. (Bachelard, 1996, p. 23, grifo do autor).

Os obstáculos pedagógicos deverão ser rompidos a partir de atitudes que coloquem o aprendizado em constante dinâmica possibilitando a modificação.

Logo, toda cultura científica deve começar, como será longamente explicado, por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir. (Bachelard, 1996, p.24).

De acordo com o pensador, é claro que ensinar o mais simples é ensinar apenas o resultado, mas este tipo de ensino não é o científico. Se o conhecimento não for explicado em uma linha racional de produções que levou ao resultado científico, o aluno vai associar o resultado a fatos e imagens dele conhecidas. Como exemplo disso, Bachelard (1996) denota o conceito de massa: em primórdio, massa é entendida de maneira empírica, sendo associada com balança, demonstrando-se uma objetividade instrumental, assim, “o instrumento precede a teoria”. Dessa forma, o conceito de massa parte de uma experiência que se mostra clara e

infalível. De forma que, atualmente, com a visão relativista de Einstein a massa passou a ser questionada como algo relativo. Nessa perspectiva, pode-se evidenciar a crítica a um ensino empírico que coloque o instrumento à frente do pensamento. Fazer uma demonstração apenas para associar um fenômeno com sua aplicabilidade não cabe no pensamento do novo espírito científico.

É considerável que conceitos como o de massa primitivo sejam reproduzidos primitivamente, já que desta forma é mais fácil de ser compreendida, assim como afirma Massoni (2011, p.26): “Referindo-se ao emprego do conceito de massa como uma quantidade de matéria, que é fácil de ser compreendido, mas que está associado à forma primitiva desse conceito”.

Exemplos como o conceito de massa primitivo arremetem ao pensamento de que há muito tempo o instrumento vem à frente da teoria. (Bachelard, 1978).

Notemos, no entanto que se pode evocar um longo período em que o instrumento precede a sua teoria. O mesmo não acontece atualmente, nos domínios verdadeiramente ativos da ciência, em que a teoria precede o instrumento, de forma que o instrumento de física é uma teoria realizada, concretizada, de essência racional. (Bachelard, 1978 p.15).

O ensino atual, diante das generalizações – ora causadas pelas transcrições dos livros, ora pela generalização dos fatos científicos – passou a ser enciclopedista assim como afirma Barros e Carvalho (1998):

Tal perspectiva acaba criando um obstáculo para o ensino de Ciências, moldando o comportamento do estudante a uma imagem indutivista da Ciência, baseada em observações e experimentações não sujeitas a idéias apriorísticas, com a desconsideração do papel das hipóteses e teorias, ignorando-se o papel da comunidade científica, os equívocos, as crenças metafísicas, os compromissos epistemológicos, os dilemas éticos, etc. (Barros; Carvalho, 1998, p.83).

Sobre o ensino pautado em generalizações e no uso da observação como primórdio, Melo (2005) evidencia:

No meio escolar, os laboratórios de física e química com suas experiências centradas principalmente nas imagens, resultados surpreendentes, cheios de cores, como as reações químicas, os aparelhos Van der Graff, distraem o estudo, afastando o aluno do real objetivo a que esses recursos se propõem: a apreensão de conceitos específicos. (MELO, 2005, p.53).

O ensino de Ciências envolvente, com problemas racionais, com as ideias fantásticas dos cientistas, enfim, uma física rica em conteúdo científico, perdeu espaço para a física recheada de exercícios que não têm nada a ver com as culturas popular e científica (Zanet, 2006). E mesmo diante da necessidade de se modificar essa realidade, o professor, muitas vezes, mantém-se estático como critica Bachelard (1996, p.24): "O educador, no entanto, mostra-se um ser estático que dificilmente modifica seu método pedagógico: O educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha um mestre. Quem ensina manda".

A visão dada, até o momento, pelos pensamentos dos grandes epistemólogos da Ciência quanto ao desenvolvimento da Ciência pode nos levar a declarar que é necessário que o ensino possibilite ao aluno o contato com essa história da Ciência para que ocorra a modificação da sua visão diante do conhecimento, sendo crucial na transposição de suas concepções alternativas.

### **Conclusão**

O ensino pautado na descoberta prima pela discussão e pela aprendizagem de todo o processo que leva formulação das teorias que aprendemos hoje. Esse modo de estudo nos ajuda a criar métodos de ensino que priorizem o conhecimento acumulado pela humanidade, sendo importante conhecer ideais demonstrados pela Epistemologia da Ciência.

O processo de ensino de Ciências deve ser permeado de instrumentos que busquem o levantamento das concepções alternativas dos alunos. Concepções que são evidenciadas por Kuhn, Popper, Lakatos e Bachelard, que fazem considerações de como as concepções alternativas devem ser substituídas pelas concepções científicas.

Seja pela ideia da necessidade do falseonismo defendido por Popper – que critica o indutivismo e evidencia o debate – ou a quebra de paradigmas defendida por Kuhn, chama-se a atenção para a obrigação da crise no desenvolvimento da Ciência para que, além das observações, as concorrências de ideias levem à construção do conhecimento.

A visão dos epistemólogos descritos no parágrafo anterior, como a de Lakatos, enfatiza uma visão de que a Ciência não é um produto acabado e que, assim, são essenciais discussões que considerem pontos de visões diferentes.

Identificar e transpor os obstáculos epistemológicos são necessários para a modificação do conhecimento de acordo com Bachelard e assim mesmo que o processo educativo seja um caminho realmente interpelado de erros. Cabe ao sistema educacional incentivar os envolvidos

no processo educativo nessa caminhada, recheada de interferências que devem ser arremetidas à modificação diante do conhecimento científico. Para que assim se busquem instrumentos que primem pelo levantamento e discussões das concepções alternativas na busca de sua transposição, para que o ensino se torne reflexivo e produtivo.

### **Referências**

- Bachelard, G.(1978). *A filosofia do não*. (Os Pensadores). São Paulo: Abril Cultural.
- Bachelard, G.(1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Barros, A. B.; Carvalho, A. M. P.(1998). A história da Ciência Iluminando o Ensino de Visão. *Revista Ciência & Educação*, v.5, n.1, p.83–94.
- Bastos, F. Nardi, R.; Diniz, R. E. S.(2001). *Objecções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino*. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas... Atibaia: ABRAPEC.
- Castro, R.S. (1993). *História e epistemologia da ciência; Investigando suas contribuições num Curso de Física de Segundo Grau*. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Castro, R.S; Carvalho, A.M.P. (1995). *The historic approach in teaching: analysis of an experience*. *Science Education*, n° 4, p. 65-85.
- Chalmers, A.F. (1993). *O que é ciência afinal*. Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora brasiliense. 210p.
- Descartes, R. (1999). *Discurso sobre o método* . Rio de Janeiro: Nova Cultural. Coleção Os Pensadores.
- Gomes, H. J. P.; Oliveira, B. O. (2007) Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. *Ciências & Cognição*, v. 12, p.96-109.
- Gravina, M.H.; Bucheweitz, B.(1994). Mudanças nas concepções alternativas dos alunos relacionadas a eletricidade. *Revista brasileira de ensino de física*, v.16, n. 1-4, p.110-119.
- Khalick, ABID-EL; Lederman, N.G. (2000) Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 7, p. 665-701.
- Lakatos, I. ( 1971a.). *History of Science and its Rational Reconstruction – Boston Studies in the Philosophy of Science*, v. 8, p.
- Lakatos, I. ( 1971b.). Reply to Critics. In Buck & Cohen (eds.) 1971. In Memory of Rudolph Carnap - Boston Studies in the Philosophy of Science, v 8. Dordrecht: Reidel.
- Lakatos, I. (1978). *A lógica do descobrimento matemático: provas e refutações*. Tradução de Nathanael C. Caixeiro, Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.
- Lakatos, I.(1970). *Falsification and the Methodology of Scientific Research*, p. 8-101.
- Lopes, A. R. C. (1993). Bachelard o Filósofo da Desilusão. *Ensenanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 11, n.3.

- Lopes, A. R. C. (1996). Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, Florianópolis, v.13, n.3, p.248-273.
- Melo, A. C. S. (2005). Contribuições da Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos da Óptica. 198f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Mortimer, E.F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, p.20-39.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, Londres, v. 11, special issue, p. 530-40.
- Posner, G. et al. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, Nova York, v. 66, n. 2, p. 183-200.
- Roberto; V. E. (2009). *A aprendizagem ativa em ótica geométrica: experimento e demonstrações investigativas*. 141f. Dissertação (Mestrado-Física Aplicada)- Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Rufatto, C. A; Carneiro, C; C.(2009). A concepção de Ciência de Popper e o ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 2, p. 269-289.
- Santos; N; B.(2012). A Aprendizagem segundo Karl Popper e Thomas Kuhn. *Revista do Serviço de Psiquiatria do Hospital Fernando Fonseca*, p.62-74.
- Silva, O. H. M; Nardi; C. E. L; Laború, C. E. (2008). Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. *Ensaio*, v. 10, n. 1, p. 1-18.
- Silveira; F. L.(1989). A Filosofia de Karl Popper e suas Implicações no Ensino de Ciências. *Cad. Cat. Ens. Fís*, v. 6, n. 2, p 148-162.
- Silveira; F; L. A.(1996). A Filosofia de Karl Popper: O Racionalismo Crítico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, p.197-218.
- Solbes, J. ; Traver, M. (2001). Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las Clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y Desarrollo de Actitudes Positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n°1, p. 151-162.
- Zanet; J. (2006). Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *Suplemento*, v.13, p.55-70.

**Autores:**

**Bruna Marques Duarte**

Mestre em Ensino

Programa de Pós-Graduação em Formação Docente Interdisciplinar  
Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campus Paranavaí, PR. Brasil.

E mail: brunamd01@yahoo.com.br

**Shalimar Calegari Zanatta**

Doutora em Física da matéria condensada.

Professora do Programa de Pós-Graduação em Formação Docente Interdisciplinar  
Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campus Paranavaí, PR. Brasil.

E mail: shalica@yaho.com.br