

O ENSINO DE CIÊNCIAS – DESAFIOS E POSSIBILIDADES EPISTEMOLÓGICAS – DIÁLOGOS E EXPERIÊNCIAS

Evandro Ghedin

Pós- Doutor. Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Amazonas (PPGE/UFAM),
Doutorado em Filosofia da Educação pela USP. E-mail: evandroghedin@ufam.edu.br.

Resumo: O presente texto é decorrente do diálogo construído com estudantes de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática no contexto do “II Colóquio Interfaces Acadêmicas entre graduação e pós-graduação” ocorrido na Universidade Federal de Sergipe em 19 de fevereiro de 2020. O diálogo se deu em uma atividade pedagógica chamada de “Roda de Conversa” que tinha como título o “Ensino de Ciências e Matemática – desafios, possibilidades e experiências”. Ao núcleo central daquele diálogo, situado nas experiências com o Ensino de Ciências, procurou-se apontar as perspectivas epistemológicas que dão sustentação a essa área de conhecimento. O eixo articulador do diálogo estruturou-se em torno da seguinte tese: *a validação científica do conhecimento produzido pela área de Ensino de Ciências articula-se radicalmente com a produção da própria ciência em sua constituição, consubstanciada pelas teorias da aprendizagem e pela tradição epistemológica da ciência em geral*. Portanto, demonstrar essa tese constitui-se o objetivo central da reflexão apresentada.

Palavras-chaves: Ensino de Ciências, Epistemologia, Educação.

SCIENCE TEACHING - EPISTEMOLOGICAL CHALLENGES AND POSSIBILITIES - DIALOGUES AND EXPERIENCES

Abstract: This text is a result of the dialogue realized with graduate students in Science and Mathematics Teaching in the context of the “II Academic Interfaces Colloquium between undergraduate and graduate courses”, it that took place at the Federal University of Sergipe on February 19, 2020. The dialogue happened in a pedagogical activity called "Round Conversation " whose title was "Teaching Science and Mathematics - challenges, possibilities and experiences". At the central core of that dialogue, it was focused on the experiences with Science Teaching, we tried to point out the epistemological perspectives that support this area of knowledge. The articulating axis of the dialogue was structured around the following thesis: *the scientific validation of the knowledge produced by the Science Teaching area is radically linked to the production of science itself in its constitution, embodied by the theories of learning and the epistemological tradition of science in general*. Therefore, demonstrating this thesis constitutes the central objective of the presented reflection.

Keywords: Science teaching, Epistemology, Education.

INTRODUÇÃO

Considerando a proposta da “roda de conversa”, propusemos algumas questões iniciais que caracterizam os “desafios, possibilidades e experiências” no campo do Ensino de Ciências. Portanto, necessitamos perguntar: “quais são os nossos desafios?” Esses por sua vez não se constituem no vazio, mas resultam de uma trajetória histórica e isso implica analisar “qual é e como se constituiu a história do Ensino de Ciências e Matemática (ou Educação Matemática) no Brasil”? Além disso, nos cabe perguntar: quais são nossos fundamentos epistemológicos? Qual o sentido ou finalidade do que fazemos? Por que fazemos as coisas do modo como fazemos? Quem somos nesse fazer? Para quem somos? Como somos ao estarmos sendo? O Ensino de Ciências nos ajuda a responder ou ao menos a pensar seriamente nessas questões?

Postas as questões iniciais, mais do que buscar e expor uma resposta razoável a esse conjunto de perguntas que nos dizem respeito, queremos colocá-las para questionar nosso fazer-ser! Mais no sentido de provocar o diálogo proposto pela “roda de conversa”! Mais do que tudo se busca uma reflexão coletiva sobre os desafios que temos ao nos propormos ensinar ciências e matemáticas.

ANUNCIANDO ALGUNS DESAFIOS AO CONHECIMENTO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para início de conversa considero que nosso maior desafio é se entender como parte de um todo, como humanos, que não é, mas que está sendo (só para lembrar uma expressão de Freire em *Pedagogia da Autonomia*)! Esse desafio de autocompreensão de si na totalidade é um esforço de todo o conhecimento, inclusive aquele mediado pela escola.

Compreender e propor estratégias de ensino-aprendizagem que possibilitem um salto cultural, que significa transformar o senso comum em cultura científica, ou melhor, transformar o conhecimento científico em senso comum capaz de organizar um novo modo de pensar e ser humano no presente. É claro que Bachelard (1996) defende o rompimento da cultura científica com o senso comum (CIRQUEIRA *et al*, 2017), posição que Santos (1989) critica, pois são duas culturas que se complementam dialeticamente. Para este autor, a abordagem que faz Bachelard do senso comum tem formado uma imagem inadequada desse tipo de conhecimento ao mesmo tempo em que contribui para uma imagem inadequada da ciência, pois “permite que

a ciência atribua exclusivamente ao senso comum características como a ilusão, superficialidade, falsidade e conservadorismo” (CIRQUEIRA *et al*, 2017, p. 2). Conhecimento científico e senso comum são territórios construídos e sustentados pela razão de que vivemos em um mundo desigual, no qual o conhecimento científico ainda é para poucos. Ao estabelecer a relação inicial, quero dizer que a ciência precisa ser para todos e todas e não reservado a um pequeno número de “especialistas”, deixando de fora deste modelo de conhecimento a maioria da população do planeta. Como mudamos a cultura hegemônica se o conhecimento não atinge a todos?

Esse é um trabalho de “transposição” de ordem didática, que significa fazer com que o conhecimento científico produzido no âmbito das diferentes ciências ocupe sua condição na definição de nossa “natureza”: o humano constitui-se porque “sabe que sabe” e simbolicamente traduz esse saber em linguagem e propaga seus conteúdos e conceitos mediados por essa linguagem que, no limite de sua condição, define a ciência e o próprio humano como ser de linguagem, pensamento, emoção e compaixão. Portanto, um dos maiores desafios de quem ensina ciências e matemáticas é traduzir os fenômenos, fatos e teorias de modo que seu processo e produtos possam produzir, pelo seu acesso e democratização, um mundo e uma sociedade melhor.

Fazer chegar a ciência (ou as ciências e matemáticas) produzida nos grandes centros de pesquisa aos rincões de nosso país tão vasto, disperso e desigual é um trabalho que só poderá ser realizado por professores e professoras que estudam, aprendem e ensinam as ciências.

Por outro lado, uma vez que já estamos na estrada e a história do presente depende de nós, comparece sempre no debate o desafio da questão da teoria na sua relação com a prática, ou melhor, a questão de ter mais teorias para fundamentar, estruturar, planejar, organizar e desenvolver nossa prática pedagógica. Esse desafio é posto no âmbito do Ensino de Ciências e Matemática porque nós temos uma crença de que possuímos muita teoria e pouca prática. No contexto do diálogo (e discordando da visão corrente) parto da condição de que o que mais nos falta é mesmo teoria. Mas para além de pender o pêndulo para um lado só, o que se nos exige no momento é que possamos proceder como investigadores de nossa prática e sistematizá-la a luz de alguma teoria, especialmente da aprendizagem. Isto nos coloca diante de novas condições e necessidades: produzir teorias a partir de nossas práticas, isto é, investigar nossa ação pedagógica no contexto da sala de aula e da escola como condição do trabalho docente.

Nesse caso, deixar de trabalhar com os produtos acabados da ciência, que são altamente colonizadores e expropriadores da riqueza que o conhecimento e o trabalho humano produzem para centrar a ação/prática no processo de produção do conhecimento em contexto escolar, com todos os limites que ela (a escola) possui, pois só vamos produzir uma nova cultura escolar se formos capazes de reinventar a escola usando os processos de produção do conhecimento que dominamos. Somente assim poderíamos operar uma alteração de nossa condição de subserviência à liberdade como condição do ser humano ser e produzir a si mesmo.

Dominar e saber como o ser humano aprende constitui outro desafio, especialmente quando ensinamos conteúdos conceituais e procedimentais em uma linguagem científica e matemática. Para Ghedin e Peternella (2016), o domínio das teorias da aprendizagem e do ensino encaixa-se nesse mesmo contexto. Ainda nesse campo, conhecer os novos saberes produzidos no âmbito das Neurociências e compreender suas implicações aos processos educacionais e de ensino-aprendizagem, pois o conhecimento que advém das diferentes Neurociências (Neurologia, Ciências Cognitivas, Psicologia Cognitiva, Filosofia da Mente, etc.) implica que repensemos a pergunta: como as pessoas aprendem? Mais do que isso, aquilo que aprendemos nos transforma, nos desenvolve, produz novas emoções, novas experiências, produz nossa condição mais específica: a consciência!

Nesse caso, a produção da experiência não decorre imediatamente de uma vivência, mas do sentido atribuído aquilo que se vive, mediado por processos sistemáticos de pensamento reflexivo. Por isso, sustenta-se que um professor ou professora podem ter muitos anos que ensinam, mas enquanto não produzem o significado de sua ação histórica, decorrente de processo reflexivo, mediado pelo registro de suas ações, decisões e teorias que se apropriam, ainda não produzem a experiência. Portanto a experiência é um conhecimento que ultrapassa o nível da informação para situar-se como condição do conhecimento da ação instrumentalizado por uma teoria da Educação. Nisso, então, a experiência é uma invenção de si que decorre de um fazer autoproduzido a partir dos sentidos e significados que atribui a si, ao seu trabalho outra condição de ser.

O Ensino de Ciências trabalha com conceitos e isso implica elevar o nível de abstração dos estudantes e do professor, pois o cotidiano não basta para explicar nossa condição! Diante disso, não é possível agir pela força do improviso! Requer, apesar de todos os nossos limites e condições objetivas de trabalho, planejamento sistemático e metódico na condição de sujeito

capaz de inventar a experiência, de transpor o cotidiano. Produzir a experiência de ensinar e aprender é o que constrói nosso sentido de ser professores e professoras e este se faz como condição de um trabalho investigativo no contexto da ação pedagógica na escola. Sentimos que o foco maior está na teoria pelo fato de que, pelas condições objetivas, não conseguirmos ainda, ser professores e professoras investigadoras da própria prática e a partir dela, analisada, produzir teorias. Com isso, então, construímos o sentido da experiência, fazemos a experiência de completude entre ser e fazer.

Conhecer o acúmulo histórico no Ensino de Ciências e na Educação Matemática constitui-se nossa maior referência. Para quem está iniciando no campo, esse constitui nosso maior enfrentamento, pois dele emerge um olhar para o que temos feito e à luz da história, enfrentar o presente produzindo experiências que redesenhem nosso futuro.

Internamente, na condição de pesquisadores do campo, temos o desafio da sustentação epistêmica do próprio campo em si, no enfrentamento com seus campos de confluências e conflitos no âmbito da própria ciência, na relação com as teorias da aprendizagem e o campo próprio de produção do conhecimento no âmbito do Ensino de Ciências e Matemática, enquanto especificidade do conhecimento científico que produzimos.

DOS DESAFIOS AS CONDIÇÕES E NECESSIDADE DO CONHECIMENTO E SUAS IMPLICAÇÕES AO ENSINO DE CIÊNCIAS

O conhecimento sempre foi um problema central na reflexão humana. Especialmente porque a “condição humana” depende radicalmente do conhecimento para poder continuar a própria humanidade. O que sabemos de nós próprios, de nossa condição é radicalmente dependente da possibilidade que temos em produzir o conhecimento como condição de possibilidade de nossa própria produção antropológica.

Assim, todas as formas de registros criadas pelas mais diversas culturas ao longo do processo evolutivo da humanidade constituíram-se instrumentos que tornaram possível a transmissão do conhecimento de uma geração a outra. Esse sempre foi um investimento monumental, que implicou o uso de um volume significativo dos recursos disponíveis a cada geração humana.

Ao longo da história, mais perdemos que perpetuamos o conhecimento (BURKE, 2012). Sempre que houve uma baixa significativa em seu volume, deu-se por conta das disputas pelo

poder em suas mais diversas vertentes e natureza. Sempre que uma geração conseguiu, seja no âmbito de sua cultura, seja na transposição para outras culturas, “passar” ou transpor o conhecimento de uma geração a outra o conhecimento acumulado, houve um salto significativo na geração seguinte. Nisso o Ensino de Ciências e Matemática ocupa uma responsabilidade à parte e um desafio constante, pois ele produz, reproduz e transpõe todo o conhecimento possível de um tempo histórico a outro, possibilitando, com isso, que as novas gerações se coloquem, como ponto de partida, a frente da geração anterior. Quem vai fazer esse trabalho nas sociedades contemporâneas se não o Ensino de Ciências e as Matemáticas?

Podemos dizer que nunca como em nosso tempo houve tantos instrumentos para “guardar” informações. Em nenhum outro momento da história o volume de informação circulou tanto. Vivemos uma época do conhecimento, uma sociedade do conhecimento, como preferem alguns. Do lugar epistêmico e social de onde falo, costumo contestar a segunda formulação por saber que há muita informação circulando e pouco conhecimento chegando as grandes massas, especialmente as mais pobres do planeta e, no caso brasileiro, as regiões mais pobres do país.

Olhando para nosso país, constata-se que o conhecimento sempre foi para poucos. A razão disso está no empoderamento que ele possibilita, pois quanto mais conhecimento um sujeito possui, mais livre ele pode estar das amarras do poder. Embora se saiba que essa não se constitui em uma razão matemática.

Olhando para as condições de produção do conhecimento, está fartamente documentado que nem sempre o acesso à informação garante a promoção do conhecimento para todos.

Em relação a informação, o conhecimento é um movimento de terceira ordem. O conhecimento exige a produção da informação, organização do registro, a interpretação do registro na relação com a produção da informação.

Além disso, o conhecimento só se torna possível quando as informações são trabalhadas, refletidas, reelaboradas a luz da problematização ao produzir a própria informação, seu registro, observação, experimentação e organização. Conhecer é um exercício que implica saber lidar com as informações disponíveis, tendo-se questões que mobilizam a nossa ação de conhecer e transformando este em consciência de si e do mundo em nossa volta. A informação nos chega como fato, o conhecimento exige abstração do fato, explicação de suas razões e origem. O ponto de partida do conhecimento é a informação, o real concreto, no entanto, seu ponto de chegada

é o real abstrato. É nessa operação que se dá a relação entre prática e teoria. O real concreto é a prática. O real abstrato é a teoria. Ambos só existem como mediações dos processos de abstração do concreto real ao real abstrato.

A produção do conhecimento reveste-se de uma intencionalidade, isto é, constitui-se em uma ação consciente e conscientizadora do modo de ser do sujeito no mundo. Apesar de todas as suas limitações, o mundo não é, o mundo se faz para além de suas condições, pois é o conhecimento que o faz ser à proporção que se torna conhecido. Essa dinâmica constitui a dimensão ontológica daquilo que chamamos de epistemologia, sem a qual o conhecimento científico não se constitui conhecimento do mundo à medida que o conhece e se faz conhecer como parte integrante de nosso ser nele. Isto que dizer que há um imbricamento entre ser e conhecer e ambos nos constituem como ser.

O que nos faz o que somos, portanto, é o que somos daquilo que sabemos ser, que temos consciência de nosso modo de ser a medida que agimos por essa consciência. A ação faz a consciência e esta produz a ação de ser conforme a intencionalidade preencha, pela ação, um modo próprio de perceber-se no que se faz constituidor da própria consciência.

O conhecimento é tudo para a humanidade, especialmente aquele que nos impulsiona a agir por meio da ciência que temos das coisas. É essa consciência que temos das coisas que nos faz ser, é esse fazer que nos remete a consciência de nós próprios. Portanto, ser e fazer o próprio ser na consciência de ser aquilo que o conhecimento nos permite agir com tal consciência possível em cada momento histórico é o que somos. É o que o conhecer nos faz.

Essa relação direta entre ser e fazer, entre fazer e ser, entre consciência e conhecimento nos constitui sujeitos de intencionalidade e, como tal, torna possível o ser que somos pela consciência que temos dos atos e ações que, carregados de sentidos, transformam-se em significados que nos permitem entender a dimensão antropológica do que somos e a dimensão epistêmica do que nos tornamos à medida que sabemos em que direção projetamos nossas ações e pensamentos. (GHEDIN, 2017)

O ato cognitivo do conhecimento resulta de um aparelho subjetivo produzido pela natureza humana ao longo de seu processo evolutivo de mais de três milhões de anos. De geração em geração, esse processo foi sendo acumulado e reproduzido. A cada ciclo de vinte mil anos, há um salto genético o que nos permitiu avançar evolutivamente, diga-se: geneticamente.

A estrutura cognitiva da linguagem constitui aparelho biogenético no humano, formou-se ao longo da evolução. Essa perspectiva fisicalista dos processos cognitivos do conhecimento nos ajudam a pensar e a saber o que nos faz o que somos e a entender o que nos permite conhecer disso que nos faz o que nos tornamos.

É pela tomada de consciência de nosso aparelho subjetivo, que compõe o modo como conhecemos, que buscamos formas de objetivar o conhecimento para que esse possa livrar-se do subjetivismo. A subjetividade compõe a estrutura cognitiva do processo do conhecimento humano (KUHN, 2006), mas apesar dos cientistas fazerem uso desse aparelho, o que fazem é procurar uma trajetória que possibilite pôr em suspenso a subjetividade em nome da objetificação dos objetos com os quais a ciência lida em sua tradição.

Pensar os modos próprios de operar aquela objetividade, pondo em suspenso a subjetividade dos indivíduos é sempre um esforço que significa a garantia da universalização do modo próprio de produzir o conhecimento nas sociedades ocidentais, de tal modo que esse valor torna-se universal, isto é, constitui-se como um modo próprio de operar o conhecimento em todas as culturas humanas.

No esforço por elementos que garantam a universalização do modo de produção do conhecimento é que a ciência se constitui um valor predominante nos últimos dois séculos. Para que isso se tornasse possível, houve um enorme esforço e investimento. Vidas inteiras dedicadas à validação do conhecimento, à sua justificação. Vidas inteiras de investimento em projetos o que as consumiram em nome da verdade, em busca da verdade. Muitos projetos falharam, fracassaram, mas nenhum fracasso foi limite para que outros, novamente, investissem projetos de vida em busca da verdade.

É justamente esse fundamento que estrutura o Ensino de Ciências: o projeto de compreensão do modo próprio de um conjunto de sujeitos que tornaram a busca da verdade, a busca pela verdade, a condição de sua existência. Tendo por inspiração Carrilho (1991), podemos dizer que as reflexões realizadas sobre os problemas levantados pela epistemologia, pela história da filosofia da ciência, pela teoria do conhecimento constituem-se os elementos fundantes da justificativa epistemológica do Ensino de Ciências.

Ao mesmo tempo, as pesquisas em educação em ciência, que resultam de análise que triangulam diferentes áreas, elaboraram o conhecimento que uma vez produzido, estabelecem os critérios de validade do próprio conhecimento no campo. (MOREIRA; MASSONI, 2011)

Essa não é uma posição original, mas uma posição que busca as origens e os territórios do Ensino de Ciências, não pelo fato de que este tem uma epistemologia própria, mas pela razão de que se define, se organiza pelos critérios de validade do conhecimento científico em geral, e não por ser, em si, uma especificidade de conhecimento produzido no interior das ciências.

A razão de ser disto está no fato de que nenhuma ciência em particular se faz como tal sem considerar os critérios de certeza da verdade que a ciência elegeu, conciliou e validou como medida da crítica que institui o conhecimento como verdadeiro em sua Constituição de produção. Esse nem sempre foi um trabalho que resultou de episódios positivos. Essa trajetória é feita de sucessos e fracassos, é este como condição daquele.

Portanto, no limite de nossa interpretação, trata-se, também, de um projeto de busca pela verdade produzida no trabalho para justificar os critérios que nos permitem, parcialmente, validar modos próprios e seguros de produzir verdades que, no próprio limite, produzem as condições de existência da verdade, sempre na forma de projeto, nunca na forma de uma realização absoluta.

Isso como condição para a validação do conhecimento resultante das pesquisas em Ensino de Ciências, o que põe em questão a tese central que defendemos: a validação científica do conhecimento produzido pela área de Ensino de Ciências articula-se radicalmente com a produção da própria ciência em sua constituição. Por isso, não há como instituir os territórios próprios dessa área sem considerar os projetos de verdade desenvolvidos ao longo da segunda metade do século XX.

Essa arquitetura, para melhor compreender a tese proposta necessita diversos aprofundamentos, no sentido de promover diferentes passeios pelas diversas trajetórias de caminhos, por vezes tortuosos, da busca da verdade. Todo projeto falido, fracassado é um bom projeto porque teve a possibilidade de existir como tal. Isso fez dele o próprio limite, mas impulsionou novas buscas que, ao se desviarem das dificuldades, encontraram outros obstáculos. Assim, o projeto de busca pela verdade, que marcou toda a ciência ao longo do século XX, continua um projeto. Os projetos de busca pela verdade descortinaram sombras e lançam luzes sobre o modo próprio de ser, ao mesmo tempo em que como raios na escuridão, nos fazem ver o invisível aos olhos.

Os projetos de verdade são projetos de ser pelo conhecer. São formas de conhecer pelas formas de ser. Isso quer dizer que há um imbricamento entre ser e conhecer, onde o conhecer faz o ser e o ser constitui o que é próprio do conhecer.

Esse imbricamento constitui o projeto mais antigo de busca pela verdade (JAPIASSU, 1992), embora exista formalmente há pouco mais de dois mil e quatrocentos anos. Isso é muito pouco comparado com o nosso processo evolutivo anterior, em que as bases neurológicas colocaram as condições objetivas para que esse projeto se tornasse uma construção real no projeto de existência humana em sua dimensão cultural.

Considerando isso, é importante afirmar e assumir que o Ensino de Ciências constitui um trabalho de projeto sobre projetos de busca pela verdade. É a esse projeto dos projetos de busca pela verdade que designamos por epistemologia. Pensando em Popper (2010), podemos dizer que nosso entendimento da epistemologia é aquele que a compreende no contexto de projetos de verdade em suas construções históricas.

O movimento realizado na constituição do Ensino de Ciências dá-se por um movimento dos projetos de verdade para uma busca dos sentidos construídas historicamente para esses projetos. O que se faz é desenhar o já desenhado para, na compreensão do desenho, poder dar sentido a nosso próprio projeto de busca pela verdade. Por essa razão, o que fizemos, até então, no âmbito do Ensino de Ciências é um projeto de síntese provisória propedêutica. Constitui-se introdução aos projetos de busca pela verdade para que os iniciantes nas ciências e no Ensino de Ciências compreendam os projetos de verdade para que possam situar seu projeto de existência por meio da pauta posta por esses projetos desenhados pela história da filosofia da ciência em sua epistemologia.

Especificamente, desenham-se pontes entre a teoria do conhecimento, a epistemologia e o Ensino de Ciências. O ponto de partida é a epistemologia e o ponto de chegada é o Ensino de Ciências na busca de compreender o imbricamento dos dois. Mais do que isso, quer se ver as contribuições de um projeto de verdade a outro. Como operamos esse movimento?

MOVIMENTO DA EPISTEMOLOGIA AO ENSINO DE CIÊNCIAS CIENTIFICAMENTE ORIENTADO

De acordo com a Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, realizada em Budapeste em 1999, se assume que:

Para que um País esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentadas da sua população, o ensino das ciências e a tecnologia é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnológica, os estudantes deveriam aprender a resolver os problemas concretos e a satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos. E acrescenta-se: Hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas à aplicação dos novos conhecimentos. (CACHAPUZ, 2005, p. 20)

Cachapuz (2005) se diz consciente da dificuldade que é falar de uma “imagem correta” da atividade científica, o que sugere um suposto método universal, modelo único de desenvolvimento científico. Traz como possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia as seguintes evidências: individualista e elitista, descontextualizadas, apromblemática, empiro-indutivista, rígida, algorítmica, infalível, exclusivamente analítica e acumulativa.

Essas concepções aparecem associadas entre si, como expressão de uma imagem ingênua da ciência e passando a ser aceita socialmente.

Uma visão individualista e elitista da ciência, por exemplo, apoia implicitamente a ideia empirista de “descobrimento” e contribui, além disso, a uma leitura descontextualizada, socialmente neutra da atividade científica (realizada por “gênios solitários”). Do mesmo modo, para citar outro exemplo, uma visão rígida, algorítmica, exata da ciência reforça uma interpretação acumulativa, linear, do desenvolvimento científico ignorando as crises e as revoluções científicas (CACHAPUZ, 2005, p. 52).

Nesse contexto, as concepções docentes seriam expressões dessa visão comum, que os professores de ciências aceitariam implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados. Deste modo, a imagem da ciência, adquirida pelos docentes não diferencia significativamente da que pode expressar qualquer cidadão, cujos resultados afastam-se das concepções atuais sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico. (CACHAPUZ, 2005)

Para favorecer a análise das visões deformadas da ciência e da tecnologia no ensino e para evitar essas deformações, propôs-se analisar a visão da ciência que transmite um texto tirado de um livro universitário e a elaboração de um texto alternativo, descrevendo de modo

mais adequado a natureza da atividade científica. É perfeitamente possível, na visão de evitar concepções deformadas que o ensino das ciências costuma transmitir por ação ou omissão. Assim sendo, pode ser constatado que:

As atividades de análise crítica e de elaboração de produtos alternativos, afirmam uma concepção mais adequada da ciência permitindo a compreensão que a extensão das visões deformadas é o resultado da ausência, quase absoluta, de reflexão epistemológica e de aceitação crítica de um ensino por simples transmissão de conhecimentos já elaborados que contribui a afirmar tais deformações. (CACHAPUZ, 2005, p. 62-63)

Dessa forma, o autor chama atenção para o fato de que não é possível superar a imagem reducionista e distorcida da ciência sem incorporar aspectos relevantes no currículo para favorecer a construção de conhecimentos científicos, mas essa incorporação requer a reorientação do trabalho dos estudantes aproximando-os do que é a atividade científica para o que é essencial, os estudos epistemológicos.

Nesse sentido, importa que os alunos possam tomar consciência da construção dinâmica do conhecimento, das suas limitações, da constante luta em busca da verdade e não das certezas, quando da tentativa de resolução do problema em todo trabalho de produção científica. Por outro lado, cabe aos professores, encorajar os alunos a ganharem confiança nas suas conjecturas racionais, para serem capazes de refutar, por em causa as hipóteses dos pares, vivenciando de algum modo o sentido e o espírito da própria construção do conhecimento científico. (CACHAPUZ, 2005)

Para Cachapuz (2005) a epistemologia ao ter como objeto de estudo a reflexão sobre a produção da ciência, seus fundamentos e métodos, seu crescimento, contextos de descoberta, não constitui uma construção racional isolada. Faz parte de uma teia de relações, muitas vezes oculta.

Implícita em qualquer currículo de ciências a epistemologia ajuda os professores a melhorarem suas próprias concepções de ciência e à fundamentação da sua ação pedagógico-didática. Pois o desejável mesmo, é que de algum modo, o professor não firme o seu saber, sobretudo na informação, mas que possa também desenvolver conhecimentos e saberes no modo como se investiga, como se faz ciência. Trata-se de gerar uma mudança de atitudes, de

promover novos valores, pensar e refletir na e sobre a ciência a partir de novos quadros de referência que possa gerar discussão crítica e reflexão entre professores. (CACHAPUZ, 2005)

Trata-se, portanto, dos professores mudarem suas concepções e representações sobre a ciência, relativa à compreensão de problemas científicos mais vastos que englobam questões políticas, sociais, culturais, religiosas e econômicas e que enquadram as mudanças científicas e mesmo as rupturas paradigmáticas a ela inerentes. (DESCAL, 2006)

Essa mudança de atitudes, assim como os quadros de referências podem ser refletidos levando em conta, discussões como a que Delizoicov (2007) apresenta com o intuito de problematizar e apresentar aspectos que parecem ausentes da discussão e reflexão sobre a pesquisa em ensino e o seu papel.

A organização e realização de eventos nacionais, regionais e locais em ensino de Física, Biologia, Química, constituem momentos de discussão e reflexão dos envolvidos com o ensino de sua ciência. As atas publicadas em Periódicos, representam meios de disseminação da produção da área de ensino de Ciências apontando indícios de que há uma comunidade de pesquisadores, há uma construção que não pode ser descartada, desconsiderada ou alterada. (DELIZOICOV, 2007)

A necessidade de conceber a pesquisa em Ensino de Ciências no contexto das Ciências Humanas Aplicadas significa, segundo Delizoicov (2007), dentre outros aspectos, considerar o impacto dos resultados de pesquisa em Ensino de Ciências no âmbito da educação escolar, tendo em vista os investimentos financeiros, intelectuais e de tempo. Para isso, precisam ser avaliados pelo menos três aspectos: (1) o teor das pesquisas; (2) o uso dos resultados das pesquisas nos cursos de formação, tanto enquanto subsídios para a atuação do docente formador de professores, como conteúdo a ser incluído no currículo de formação; (3) o uso dos resultados em cursos de formação contínua de professores.

Mas o foco recai somente no primeiro aspecto. Delizoicov (2007), propõe uma epistemologia da ciência, cuja característica principal é a da superação das perspectivas tanto racionalista como empirista. Para ele, o sujeito do conhecimento estabelece interações com o objeto do conhecimento por meio das relações que são mediatizadas pelo que ele denominou *estilo de pensamento*.

Dessa forma, compreende-se que a pesquisa em ensino de Ciências no Brasil constitui um campo social de produção de conhecimento, caracterizando-se como autônoma em relação a outros campos do saber. Sua gênese pode ser compreendida como:

A instauração, extensão e transformação de estilos de pensamento, compartilhados por coletivos constituídos por pesquisadores que, ao se defrontarem com complicações relativas ao ensino de ciências, procuram subsidiar suas ações, interagindo com os outros especialistas, através de distintas formas e não somente com a incorporação destes nas equipes de trabalho. (DELIZOICOV, 2007, p. 440-441)

Conceber as pesquisas em Ensino de Ciências como ciências humanas aplicadas, segundo Delizoicov (2007), será preciso a observância de outros critérios, sobretudo para enfrentar o problema do relativo pouco impacto desses estudos sobre as práticas escolares.

Para abrir a discussão e buscar outros critérios, Delizoicov (2007), propõe que se exercite a incorporação nas publicações de um item para uma discussão sobre possíveis “impactos”, levando em conta uma sintonia dos problemas investigados e seus resultados com as situações envolvidas nas escolas e educação no Brasil. Contudo, sem reduzir a pesquisa a um mero pragmatismo ativista, mas relacionados, dentre outros fatores socioeconômicos, também o processo de disseminação de conhecimento que ocorre nessas escolas, é fonte de problemas de investigação do campo de Ensino de Ciências. Dessa forma, compreende que a pesquisa em Ensino de Ciências, enquanto ciências humanas aplicadas devem ter sólidos vínculos e compromissos com a superação desta situação. Isso implica um processo de educação mediada pelo ensino em contexto escolar.

A NECESSIDADE DA EDUCAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Compreendendo que a epistemologia se preocupa em analisar e revisar princípios, conceitos, teorias e métodos pertinentes a investigação científica consiste em verificar como são formulados os problemas científicos e como as hipóteses são postas a prova. Os objetivos da ciência são determinados pela necessidade que o ser humano possui de compreender e controlar a natureza das coisas compreendendo-as naquilo que elas encerram de evidente, certo e verdadeiro.

O Ensino de ciências, como os demais ensinamentos, há de buscar uma relação entre a sala de aula e a prática docente, dando significado ao saber, estabelecendo princípios que possam ser compartilhados pelo professor e pelos estudantes, pois o conhecimento é racional, sistemático, verificável e comunicável. Cada processo de ensino está pautado em certa epistemologia que dá o fio condutor a prática docente.

Segundo Santos (1989, p. 44) a ciência é uma incansável criadora de fórmulas mundo (e não apenas daquela em que a ciência moderna se especializou). A ciência realiza três funções que são: a de descrever, de explicar e a de prever os dados que integram a realidade em estudo tornando o mundo inteligível mediante interpretações ordenadas por meio da subordinação mútua entre enunciados em que se assenta o conhecimento científico. Refletir sobre a ciência é pensar sobre a verdade da teoria científica que desperta no indivíduo o espírito da curiosidade, os questionamentos e o interesse de forma que promove o aumento do conhecimento científico.

Nesse sentido, é necessário uma maior aproximação entre escola e universidade, pois é muito importante essa aproximação dos professores da área de ciências no ensino da produção científica das universidades, pois isso permite que o professor contribua com seus saberes a universidade e esta possa contribuir com o professor em seu processo de ensino. Certamente que escola e universidade constituem duas culturas distintas e ambas tem tudo a ganhar em projetos de colaboração, especialmente porque os professores da Educação Básica formam-se nas universidades e esta, também, produz conhecimento sobre aquela.

Esse regime de colaboração entre as culturas escolar e universitária favorece a tese de que o processo de Educação científica deveria começar desde a Educação Infantil, cultivando a curiosidade da criança corporificada no desejo de conhecer o mundo, de saber como, por que, quando, onde os fatos aconteceram. Toda essa curiosidade é salutar para a formação do humano como condição a formação do espírito científico desde a escola.

Para tanto, é necessário, primeiro, a atividade crítico-operativo-constructiva, isto é, a atividade de manipular, de tocar, de fazer, de experimentar, de tatear, de construir, de medir, de avaliar a realidade concreta do mundo, promovendo o hábito de observar, coletar, investigar, comparar e relacionar. Segundo, desenvolver a observação das coisas, do mundo e apreender as relações entre os fenômenos observados. O mundo e a sociedade são o grande laboratório de pesquisa que permitem a aprendizagem dos conceitos e princípios científicos e isso é uma

responsabilidade da escola e da universidade mutuamente e essa perspectiva há de inserir-se nos projetos de formação de professores.

A formação do professor-pesquisador, inicia-se com uma prática pedagógica que, na visão de Bachelard (2000, p. 122), se estrutura na dialética estabelecida por tensões e na abertura integral, *dialetizando* o pensamento e aumentando a garantia de criar cientificamente fenômenos complexos, ainda não descobertos. Para que isso seja possível, é necessário desenvolver no professor essa compreensão de si para que o professor possa, pela aprendizagem dos processos de investigação, educar-se cientificamente.

O professor, enquanto educador científico é justamente aquele docente que estimula a curiosidade e o espírito investigativo do estudante, levando-o a observar a realidade concreta do mundo, deixando-o realizar experimentos no processo de descobertas e construções de relações significativas no contexto da aula.

Para uma formação nessa perspectiva “já não se pode partir da existência de certezas, verdades científicas [é preciso considerar que] tudo está relacionado, recursivamente interconectado, em interação constante, em processo de transformação [...]” (MORAES, 2000, 146). Isso porque não há mais na educação lugar para “uma síntese única e por um caminho único, para fazer face ao real que se está redescobrimo dentro e fora do próprio ser humano” (BERTICELLI, 2006, p. 148).

O ensino de ciências cumpre um trabalho de educação científica comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Portanto, trata-se da necessidade de construir a reflexão crítica acerca dos processos de produção dos conhecimentos científicos - tecnológicos e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão. O acesso ao conhecimento científico, mediado pelo ensino das mais diversas ciências na escola é um esforço para preparar os cidadãos para que sejam capazes de participar da vida social e política da sociedade.

O Ensino de Ciências, enquanto campo de investigação e de produção de ciência, desenvolve um processo de educação científica, pois busca preparar profissionais que despertam nos estudantes o estímulo à cidadania e para a melhoria da qualidade de vida no seu universo social e cultural.

A sala de aula é um importante local para exercitar questões que norteiam a construção da cidadania e a democracia, envolvendo múltiplos aspectos de diferentes dimensões da vida social e cultural do estudante. Por isso, a escola é um espaço de diálogo e conflito.

Em sala de aula se efetivam as aprendizagens formais e sistemáticas, desta forma os conteúdos científicos adquirem vidas ao serem assumidos na qualidade de elementos determinados do conhecimento alcançado no entendimento compartilhado entre professores e estudantes.

Segundo Cachapuz (2000, p. 119):

A estratégia de ensino que nos parece mais consistente com as características do pensamento científico, é que coloca a aprendizagem como um tratamento de situações problemáticas que se baseia fundamentalmente no envolvimento dos alunos na construção do conhecimento.

De tal modo que o já aprendido pelo docente torna-se revelação criadora ao confrontar-se com a situação existencial problematizadora do aluno como força ativa e interrogante. Dá-se, assim, a aprendizagem de uma intersubjetividade específica que supõe sujeitos diferenciados que buscam entender sobre si mesmos e sobre seus mundos. Segundo Santos (1989, p. 25),

A ciência é um conjunto de práticas que pressupõe um certo número de virtudes tais como a imaginação e a criatividade, a disponibilidade para se submeter à crítica e ao teste público, o caráter cooperativo da investigação científica, virtudes que apesar de características do método científico, devem ser cultivadas no plano moral e político para que se concretize o projeto de “democracia criativa”.

A ciência no contexto da educação escolar direciona-se como um saber histórico e provisório oportunizando ao estudante participar de alguma maneira do processo de elaboração do conhecimento científico. Isso quer dizer que a escola constitui espaço privilegiado para que, em nível de transposição, o conhecimento produzido no âmbito de cada ciência possa chegar à escola e os processos de ensino-aprendizagem que nela ocorrem tornam possível que as crianças de hoje constituam os cientistas de amanhã. O trabalho da ciência em contexto escolar é de transposição didática, cumprindo uma formação científica à todas as gerações que tem acesso

à escola. Na medida que o estudante se apropria, mesmo que na superfície do conhecimento científico, “*para si*” ele “elabora” e “produz” ciência.

O trabalho de educação científica mediado pelo Ensino de Ciências na escola cumpre com um processo de superação da pura opinião. Opera-se a passagem da opinião ao conhecimento e deste à ciência. Para Bachelard (2000) a ciência se opõe absolutamente à opinião. Em ciência, nada é dado, tudo se constrói justificadamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assumimos que o Ensino de Ciências possui três bases epistemológicas que nascem em distintos momentos históricos em diferentes áreas que lhe constituem as condições de ser enquanto campo específico do conhecimento humano e educacional. A *primeira* delas articula-se aos processos da História e Filosofia da Ciência, o que segue as vias da epistemologia construída ao longo do século XX; a *segunda* desenhada pelos processos cognitivos da aprendizagem e suas teorias; a *terceira* arquitetada na relação entre as ciências tradicionais (diga-se os conteúdos científicos) em sua articulação com o ensino de conceitos, procedimentos e métodos da ciência no contexto da escolarização e da educação científica.

Nessa direção, as condições que sustentam o Ensino de Ciências estão articulados as epistemologias para educação em ciências, o que lhe coloca em uma condição de permanente revisão de sua condição na relação com a epistemologia, as teorias da aprendizagem e o conhecimento produzido no campo específico das diferentes ciências cujo conteúdo chegam a sua transposição mediada pela escola e todos os processos sociais.

Assim, o Ensino de Ciência constitui-se por diferentes fontes e processos que lhe dão identidade inter, trans e multidisciplinar. Isso quer dizer que seus múltiplos processos são mediados por diferentes conhecimentos que emergem de diferentes áreas do conhecimento científico. Além disso os próprios conhecimentos que a área produziu ao longo de sua existência.

Nesse sentido, a constituição epistemológica do Ensino de Ciências desenha-se e se repensa na relação entre educação, ciência, tecnologia, sociedade, cultura e ambiente. Para além dessa condição, existem epistemologias para o Ensino de Ciências que discutem processos em torno da verdade, constituem-se no debate sobre as teorias da verdade, isto é, constrói a partir

da epistemologia da ciência em suas múltiplas relações fundadas em diferentes projetos de verdade que acabam por definir os critérios mais universais da lógica do pensamento científico.

Há uma especificidade de conhecimento produzido no âmbito próprio do Ensino de Ciências, que emergem das pesquisas construídas pelo próprio campo específico. Essa dimensão desenha-se a partir das epistemologias que se constroem no contexto próprio do desenvolvimento humano, objeto de estudo da Psicologia, das Ciências Cognitivas e Neurociências cujo objeto próprio de investigação é o processo de aprendizagem. Dessas pesquisas decorrem teorias que guardam particular relação com o Ensino de Ciências e seu contexto escolar e educacional.

Com isso quero dizer que as epistemologias do Ensino de Ciências constituem-se fundantes nas epistemologias da aprendizagem aplicadas e analisadas à luz das necessidades do ensino de conceitos. Desse modo, as teorias da aprendizagem articulam-se com os projetos de ensino, estes retroalimentam aqueles em um contínuo processo de desenvolvimento deste saber científico que institui a estrutura e os princípios da verdade que se estabelece nesse campo do conhecimento humano.

Isso quer dizer que se defende a ideia de que essas epistemologias estabelecem os fundamentos para a compreensão da construção do conhecimento científico guiado pela produção da ciência na área de ensino. Com essa perspectiva se quer dizer que o campo institui epistemologicamente pela pesquisa que faz a mediação entre diferentes projetos de verdade com as diferentes teorias em sua construção histórica. Desse modo, se sustenta que a forma de estabelecer os fundamentos epistemológicos do Ensino de Ciências está exclusivamente nessa articulação que lhe dá consistência.

É muito claro que a estrutura do conhecimento científico vai muito além do que aqui se diz. O que fazemos é uma articulação que opera pela síntese na esperança de estabelecer os diferentes territórios epistemológicos que põem em disputa e colaboração a fundamentação de um novo campo do saber científico de segunda ordem do qual decorrem em linha direta de sua produção em primeira ordem.

Espera-se que o esforço coletivo desenvolvido até então, ao longo dos últimos 20 anos no Brasil, especificamente da área de Ensino de Ciências e matemática possa nós dizer do compromisso ético e político do conhecimento desta área, como condição de superação das condições de exploração humana que ainda perduram nas sociedades contemporâneas. Esse

horizonte do conhecimento científico não corresponde ao fenômeno natural, mas é uma ação cultural consciente que põem ciência em outra condição, nunca de neutralidade, mas de compromisso com a evolução da humanidade, o que nos faz compreender que a ciência é uma cultura que produz uma linguagem como sua condição de verdade.

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, Gaston. **A epistemologia**. Lisboa: Edições 70, 2000.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BERTICELLI, I. A. **Epistemologia e educação: da complexidade, auto-organização e caos**. Chapecó: Argos, 2006.
- BURKE, Peter. **Uma história social do conhecimento II**. Da Enciclopédia à Wikipédia. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.
- CACHAPUZ, António et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARRILHO, M. (Org.). **Epistemologia**. Posições e crítica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991.
- CIRQUEIRA, Joselia Santos *et al.* Ciência e senso comum: Boaventura e as críticas a visão bachelardiana. **Kínesis**. Vol. IX, nº 21, dezembro de 2017, p. 95-104.
- DASCAL, Marcelo. **Interpretação e compreensão**. São Leopoldo-RS: Unissinos, 2006.
- DELIZOICOV, Demétrio. Pesquisa em ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. In: NARDI, Roberto. **A Pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.
- GHEDIN, Evandro. **O Ensino de Ciências e suas Epistemologias**. Boa Vista-RR: Editora UFRR, 2017.
- GHEDIN, Evandro; PETERNELLA, Alessandra. **Teorias Psicológicas e suas implicações à Educação em Ciências**. Boa Vista-RR: Editora UFRR, 2016.
- JAPIASSU, H. F. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992.
- KUHN, Thomas S. **O caminho desde a estrutura**. São Paulo: Editora Unesp, 2006.
- MORAES, M.C. **O paradigma educacional emergente**. 6ª ed. São Paulo: Papyrus, 2000.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha. **Epistemologias do Século XX**. São Paulo: E.P.U, 2011.
- POPPER, Karl. **Textos escolhidos**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2010.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 2010.

SANTOS, Boaventura. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Graal, 1989.