



## **DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA (DCEM): SURGIMENTO E IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DO PROFESSOR**

*Didactics of science and mathematics: emergence and implications for the teacher training*

**Francisco Regis Vieira Alves** [fregis@gmx.fr]

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática-PGECM/IFCE  
Avenida 13 de maio, nº 100. Fortaleza/CE.

### **Resumo**

O campo de estudos e investigação do Ensino de Ciências e Matemática goza de respeitável reconhecimento e aceitabilidade, por parte da comunidade de especialistas, em vários países do mundo. De modo particular, quando lançamos nossa atenção maior aos fenômenos de ensino e de aprendizagem, sobretudo, aos fenômenos de sala de aula, em que o professor de disciplinas específicas assume posição não coadjuvante no processo, passamos a perspectivar um lugar de relevância para a Didática das Ciências e Matemática (DCEM). Assim, diante deste contexto, o presente trabalho aborda trabalhos e discute algumas tendências na DCEM, sem desconsiderar uma trajetória histórico-evolutiva científica que culminou com sua visibilidade acadêmica, sobretudo nos anos de 1980 e 1990. Ademais, um quadro de globalidade não pode ser compreendido sem um entendimento da função de suas partes constituintes. Dessa forma, alguns pressupostos da Didática da Matemática (DM), da Didática da Física (DF), da Didática da Química (DQ) e, por fim, da Didática da Biologia (DB) proporcionam ao leitor a percepção de elementos invariantes e recorrentes nos estudos em cada área, com o viés de interesse no seu ensino. Por conseguinte, o trabalho proporciona o processo dialético da substituição e velhos paradigmas e o vislumbre de novas trajetórias da pesquisa no ensino de Ciências e Matemática que, apesar dos seus avanços, não pode negligenciar o principal cenário de atuação do professor, ou seja, a sala de aula.

**Palavras-Chave:** Didática das Ciências e Matemática; Ensino; Formação de professores.

### **Abstract**

The field of studies and research in Science and Mathematics Education enjoys a wide recognition and acceptance by the community of experts in several countries around the world. In particular, when we turn our attention more to teaching and learning phenomena, especially to classroom phenomena, in which the teacher of specific disciplines assumes a non-supporting position in the process, we come to see a place of relevance for Didactics Sciences and Mathematics (DCEM). Thus, in this context, the present paper addresses works and discusses some trends in DCEM, without disregarding a historical-evolutionary scientific trajectory that culminated with its academic visibility, especially in the years of 1980 and 1990. In addition, a framework of globality can not be understood without an understanding of the function of its constituent parts. Thus, some assumptions of the Didactics of Mathematics (DM), Didactics of Physics (DF), Didactics of Chemistry (DQ) and, finally, Didactics of Biology (DB) provide the reader with the perception of invariant and recurrent elements In the studies in each area, with the bias of interest in their teaching. Therefore, work provides the dialectical process of substitution and old paradigms and the glimpse of new trajectories of research in teaching of Sciences and Mathematics that, despite its advances, cannot neglect the main scenario of the teacher's performance, that is, the classroom.

**Keywords:** Didactics of Science and Mathematics; Teaching; Teacher training.

## INTRODUÇÃO

O campo de estudo e de investigação nominado por Didática das Ciências (DC) e/ou Didática das Ciências e Matemática (DCeM) proporciona (m), atualmente, uma perspectiva *sui generis*, tendo em vista um entendimento, análise, reconhecimento de obstáculos e entraves, eminentemente vinculados ao binômio ensino-aprendizagem, condicionado ainda pelas particularidades intrínsecas de disciplinas específicas, como a Física, Química, Biologia e Matemática. Seu estágio de desenvolvimento e sistematização atual, respeitando e preenchendo os cânones atualizados de paradigmas científicos, conduz a uma série de repercussões alvissareiras e desdobramentos, na medida em que, refletimos e objetivamos um conjunto ou esfera de práticas (específicas) de atuação do professor de Física, Química, Biologia e Matemática.

Ademais, o patamar atual e de reconhecimento, por parte de especialistas, do campo de investigação em DCeM, por exemplo, garante a identificação de um *corpus* teórico, com um certo caráter de robustez prevalente, que se mostra cada vez menos questionado e criticado, tendo em vista a forte e emblemática negação de certos paradigmas obsoletos e reducionistas na área e, conseqüentemente, a adoção de novos vieses e paradigmas, cuja identidade e a natureza confirmam uma tecnicidade teórica e conceitual exigida na atividade científica. Um aspecto visível da contribuição da DCeM e/ou da DC se apresenta, por intermédio de vários setores que concorrem, em maior ou em menor substância, para o aprimoramento efetivo da atuação e do ofício do professor (pesquisador) em sala de aula.

Diante das considerações de alguns fatores nos dois parágrafos anteriores, abordaremos, nas seções subsequentes, alguns elementos que concorreram para a constituição histórica e epistemológica da DCeM e da DC. De modo particular, sua constituição progressiva pode ser revelada a partir de vários trabalhos desenvolvidos no continente europeu, sobretudo, na Espanha, na França e em Portugal. E, a partir dos anos de 1980, registramos o início de sua repercussão progressiva aqui no Brasil, com origem na instituição de cursos de graduação e pós-graduação (*strictu sensu* e *lato sensu*), no âmbito da formação de professores (Barros; Valentim & Melo, 2005; Bisognin, 2013; Brandão; Maia & Bomfim, 2013; Nardi & Almeida; Pereira, 2004; Prado, 2011; Rezende, 2008; Silveira & Pinto, 2005; Schäfer, 2013). Não obstante, ainda padecemos de uma tímida e tênue repercussão, e o impacto visível na atuação em pesquisa do professor (Barros; Valetin & Melo, 2005; Barros, 2008; Bisognin, 2013; Brandão; Maia & Bomfim, 2013). Por fim, um conjunto de elementos assinalados ao decurso do trabalho concorrem para um entendimento do papel do professor-pesquisador, atuante no ensino de disciplinas específicas e, também, no contexto escolar.

Se mais delongas, discutiremos alguns fatores de ordem histórica e epistemológica, que devem concorrer para o nosso entendimento sobre o processo evolutivo do pensamento em didática para o ensino/aprendizagem de alguns conteúdos específicos.

## A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS (DC) E A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA (DCeM): UM BREVE CONTEXTO HISTÓRICO

Reconhecidamente, vários estudos no continente europeu foram desenvolvidos no âmbito da discussão da evolução histórica e conceptual do campo da Didática das Ciências (DC) (Acevedo et al., 2005; Adúriz-bravo, 2001; Astolfi & Develay, 1990; Astolfi, 1990; 1993; Augustin, 2001; Cachapuz, 2001; 2005; Matthews, 1994; 2015; Porlan & Toscano, 1994; Trudel; Parent & Métioui, 2009; Wang & Schmidt, 2001). Desta forma, a partir da apreciação de um conjunto representativo do mesmo, poderemos adquirir um entendimento acerca de uma espécie do seu progresso e o correspondente caráter, por intermédio da observação de um estilo de abordagem factual, histórico-epistemológica e histórico-arqueológica (Machado, 2006). Neste sentido, como explica Adúriz-Bravo (2000, p. 63), alguns estudos nos auxiliam a compreender e determinar fases e etapas de desenvolvimento da Didática das Ciências. De modo sistemático, Adúriz-Bravo (2000, p. 63) indica cinco etapas no desenvolvimento histórico, intimamente relacionados com a natureza da investigação empírica conduzida, hegemonicamente, em cada uma delas.

Com efeito, Adúriz-Bravo (2000, p. 63) indica as seguintes etapas: (i) etapa adisciplinar; (ii) etapa tecnológica; (iii) etapa protodisciplinar; (iv) disciplina emergente; (v) disciplina consolidada. A partir de um expediente de entendimento dos elementos característicos de cada umas das etapas anteriores poderemos compreender, então, a questão da pertinência acadêmica da DC, bem como suas relações de dependência e implicações/consequências para o ensino de disciplinas específicas. Na figura 1, vislumbramos um quadro simplificado das fases histórico-epistemológicas previstas e indicadas por Adúriz-Bravo (2000).

Na figura 1, divisamos claramente as fases discutidas acima (1ª coluna), discriminadas em suas respectivas décadas de hegemonia. Ademais, na segunda coluna (referentes epistemológicos), registramos as influências e pressupostos epistemológicos determinantes da visão de um campo de investigação em via

progressiva de constituição e evolução. Na coluna do lado direito (4ª coluna) (metodologia de investigação empírica), Adúriz-Bravo (2000) indicou o aperfeiçoamento progressivo das técnicas instrumentais que visam a coleta de dados empíricos, no período de 1880 - 1990.

| Etapa                         | Referentes epistemológicos                     | Referentes psicopedagógicos                          | Metodología de la investigación   |
|-------------------------------|--|--|---|
| Adisciplinar<br>1880-1955     | Variados<br>(Positivismo lógico)               | Variados<br>(pedagogía activa)                       | No hay investigación empírica   |
| Tecnológica<br>1955-1970      | Positivismo lógico                             | Neoconductismo<br>Teoría de la instrucción de Bruner | Investigación evaluativa (cuantitativa); no hay investigación básica            |
| Protodisciplinar<br>1970-1980 | (casi no tiene; se cita a Kuhn)                | Modelos de Piaget y de Ausubel                       | Cuantitativa y cualitativa; centrada en el aprendizaje                          |
| Emergente<br>1980-1990        | Epistemologías postkuhnianas                   | Modelos cognitivos y constructivistas                | Mayormente cualitativa; investigación sobre enseñanza, aprendizaje y contenidos |
| Consolidada<br>1990           | Epistemologías actuales; epistemología escolar | Modelos constructivistas                             | Casi exclusivamente cualitativa; paradigma metodológico constructivista         |

**Figura 1**-Etapas históricas do desenvolvimento da DC.  
(Fonte: Adúriz-Bravo (2000))

Na Europa, Adúriz-Bravo (2000, p. 63) indica a década de 50, do século XX, com a manifestação de uma preocupação crescente com o ensino de Ciências Naturais. Ademais, o conjunto de trabalhos cuja natureza pode ser endereçada ao campo da DC ainda se mostra reduzido (ver figura 1, 1ª linha). Suas bases fundantes podem ser constatadas no campo da Pedagogia, Psicologia, nas próprias Ciências Naturais e, em menor essência, são validados pelos paradigmas históricos e epistemológicos. Ainda nesse primeiro contexto (etapa (i)), não registamos um grupo de especialistas cientificamente articulados e com uma produção intelectual objetiva, com características de coesão. Nos anos 50 e 60, a corrida científica impulsionada pelas grandes potências concorrem para envidar os esforços na melhoria da qualidade de uma “alfabetização científica”. Na etapa (ii), a perspectiva predominante envolvia uma didática das Ciências apoiando-se em conhecimentos científicos gerados num âmbito secundário. Além disso, se constata uma série de estudos e investigações, como observa Adúriz-Bravo (2000, p. 64), amparados por psicologias de aprendizagem inespecíficas, relativamente ao conteúdo das Ciências. Em relação a segunda fase, Adúriz-Bravo (2000, p. 64) explica que:

*“Tal Didática das Ciências pretende apoiar-se no conhecimento científico gerado de áreas disciplinares periféricas, gerando ainda uma base prescritiva de recursos técnicos, de corte claramente metodológicos. E, tendo em vista sua forte vontade de intervir em sala de aula, mais do que ocupar-se do conhecimento básico, que podemos caracterizá-la tecnológica”.*

Com um viés reconhecidamente distinto da fase (i), na etapa tecnológica subsequente (etapa ii), ocorreu uma determinação precisa de objetivos e metas, com o predomínio do quantitativo sobre o qualitativo, em um âmbito do aperfeiçoamento da Educação científica em geral. Ademais, Adúriz-Bravo (2000, p. 64) distingue um movimento endógeno, na medida em que “baseado em um novo enfoque que pretende estar cada vez menos referendado por fontes externas”. Na fase subsequente, temos um cenário de fundo temporal circunstanciado pelos anos 70, com estudos balizados pela perspectiva piagetiana e ausubeliana. E, paulatinamente, se torna mais visível uma percepção científica de trabalhos aglutinados e com coesão sistemática suficiente para ser delineado um novo campo epistêmico de interesse e investigação. Gil-Perez (1994) descreve um rico cenário de transição, alteração e, sobretudo, em construção, quando observa que:

*“Quando assinalamos o salto qualitativo que se produz na década de 80, não estamos menosprezando o trabalho desenvolvido na década anterior, cujo desenvolvimento foi muito mais lento. Pelo contrário, temos que ser conscientes que, se desejamos reforçar um caráter de corpo específico de conhecimentos (em*

*construção) da Didática das Ciências e superar tratamentos a-teóricos, é preciso levar em conta as distintas orientações, sua capacidade para resistir às modificações (o que representa um índice de coerência e efetividade) e, em particular, ressaltar o surgimento de novas proposições”. (Gil-Pérez, 1994, p. 155-156).*

A lentidão inercial acima, apontada por Gil-Perez (1994) pode ser compreendida, na medida em que, “os investigadores da Didática das Ciências começam a considerar-se da mesma comunidade, que se mostra independente das disciplinas que a cercam [...]” (Aduriz-Bravo, 2000, p. 64). Ora, a “metamorfose científica” anteriormente descrita requer, naturalmente, um período mais prolongado de reflexão (e incubação), até a ocorrência súbita e irrefreável de um salto (avanço) qualitativo e quantitativo. Além disso, um processo natural de lentidão pode ser compreendido na fase (iii) (etapa protodisciplinar), tendo em vista que, em tal período, registramos a tendência de “aceitar a necessidade de formular problemas próprios e originais” (Aduriz-Bravo, 2000, p. 64), condicionados por elementos intrínsecos de uma área particular.

Huerta (1990) agrega um outro prisma de análise e rigor, levando-se ainda em consideração as quatro fases anteriores, a saber: (1) propriedade objetiva; (2) propriedade metodológica; (3) propriedade teleológica; (4) propriedade positiva e liberadora. Segundo Huerta (1990, p. 15), tais componentes constituem propriedades chave da Didática como Ciência. A propriedade objetiva, diz respeito da capacidade de determinar, de “circunscrever” epistemicamente o objeto de Didática, seu campo intrinsecamente disciplinar. No item (2), sua propriedade metodológica, reside na determinação de um expediente ou método próprio, “que deve ser peculiar e específico, embora alguns de seus componentes podem ser registrados em outras Ciências” (Huerta, 1990, p. 15). E, no que concerne a propriedade teleológica (item 3), podemos divisar um fim ou objetivos próprios (demarcação dos objetivos do conhecimento e o que o mesmo se ocupa).

No que concerne a propriedade (4), Huerta (1990, p. 15) esclarece que suas propriedades não podem simplesmente derivar do campo de aplicabilidade de outros saberes científicos, nem muito menos, com viés subalterno ou redundante, no espaço conceptual de outros saberes. Com o marco temporal em 1983, Huerta (1983; 1990; 2003) e Arenas (1990) empregam, de modo pioneiro, a terminologia de “Didática Especial” ou “Didáticas Especiais”, que “amplia as versões anteriores”. De acordo com sua definição, teremos:

*“Estuda da decisões didático-normativas acomodadas na estrutura do saber, disciplinas ou grupos de disciplinas. Seguem a tradição das metodologias, elaboradas, quase sempre, por intermédio de critérios analógicos, técnicos e aplicação prática. Apoiada ainda na mensagem e no conteúdo da informação e, ainda, na exigência tridimensional, de ser congruente com o método, docentes e discentes”. (Huerta, 1990, p. 16).*

A terminologia empregada por Huerta (1990) de “*Didáticas Especiales*” se coaduna ao nicho de interesse científico da DC, na verdade, coincide com a DC. Por outro lado, ainda no período ou fase (iv) relacionada ao campo de disciplina emergente (Aduriz-Bravo, 2000), para compreendermos a lenta constituição de um cenário de troca e a comunicação dos reais avanços na área, em outros países, podemos constatar que:

*“No que se refere, p. e., quer a Portugal quer a Espanha e, em geral, ao mundo ibero-americano, pode dizer-se que no princípio dos anos 80 havia um vazio quase total neste campo: não existiam, nomeadamente, revistas em português ou em castelhano que pudessem servir de efectiva comunicação e impulso e as publicações internacionais eram no essencial desconhecidas; as Faculdades de Ciências rejeitavam, ou simplesmente ignoravam, os problemas educativos como temas de investigação e de elaboração de teses de Doutorado ; os currículos dos professores, não só não incluíam nenhuma preparação de investigação educativa como frequentemente, nem sequer a referiam; e por último, não se conhecia nenhum grupo organizado de investigadores — apenas alguns a trabalhar isoladamente — com dedicação e empenhados no desenvolvimento dessa investigação”. (Cachapuz et al., 2001, p. 162)*

No trecho anterior, registramos uma mudança de perspectiva e interesse acadêmico. Dessa forma, na transição dos anos de 1980 para os anos de 1990, passamos a observar, eminentemente em um contexto europeu, mudanças e o questionamento de certos paradigmas, e a “necessidade de uma análise mais

rigorosa dos marcos teóricos e metodológicos que deveriam conduzir a exploração sistemática e convergente da problemática em Didática”. Aduriz-Bravo (2000, p. 65).

A visibilidade de tais mudanças pode ser detectada nos veículos de informação científica. Neste sentido, Gil (1994) assinalou o aparecimento de inúmeros veículos (mídias) de informações, como a revista *Science Education*, em 1916; *Journal of Research in Science Teaching*, em 1963; *Studies in Science Education*, em 1972. Gil (1994, p. 155) recorda que, na década de 90, temos o surgimento na França, da revista *Didaskalia*, em 1993 e em 1994, a revista *Alambique. Didactica de las Ciencias Experimentales*, na Espanha. Todos esses periódicos inauguram a veiculação de ideias preliminares sobre a pesquisa na prática dos professores e sua formação. Ainda com respeito ao referido período, em Portugal, Rebelo (2004, p. 32) comenta “na década de 1980, a formação de professores passou a ser vista como um campo de estudo em si mesmo, tendo começado a generalizar-se o recurso a certas metodologias qualitativas de investigação”.

Agora, com o intento de enriquecer nosso universo de análise, trazemos, logo na sequência, a seguinte definição, gestada a partir de um movimento científico semelhante ao de Portugal, mas, ocorrido na França. De fato, Joshua & Dupin (1993) referenciam, de modo específico, a vertente da Didática das Ciências e Matemática - DCeM, quando comentam:

*“Se arriscamos em fornecer uma definição, podemos dizer que a Didática de uma Disciplina é a ciência que estuda, para um domínio particular (aqui das Ciências e da Matemática), os fenômenos de ensino, as condições de transmissão, da cultura própria à uma determinada instituição (singularmente definida aqui como instituição científica) e as condições de aquisição por um aprendiz”.* (Joshua & Dupin, 1993, p. 3).

Acima, Joshua & Dupin (1993, p. 2) assinalam uma problemática de partida inicial, como àquela envolvendo a reflexão em torno dos processos de transmissão de saberes científicos específicos e particulares, oriundo de ramos específicos de conhecimento, a saber: Matemática, Física, Química e Biologia. Pouco mais adiante, os mesmos autores revelam um movimento epistêmico visivelmente em oposição ao que, no seio de várias instituições (brasileiras), nos acostumamos de nominar por “Pedagogia Geral”. De fato, os autores observam que:

*“Isto conduz a uma abordagem didática que deverá se opor àquela que se revela a partir de uma Pedagogia Geral, na medida em que, no último caso, se interessaria pela busca de regras de aprendizagem e de educação que se mostram independentes do conteúdo preciso e visado para o ensino, considerando qualquer conteúdo em geral. Ao menos no caso de disciplinas complexas e altamente estruturadas, como as disciplinas científicas e as Matemáticas, se mostra pouco provável que um conhecimento pertinente possa ser dominado pela compreensão de fenômenos de ensino que deixam de lado os saberes específicos”.* (Joshua & Dupin, 1993, p. 3)

Acima, divisamos claramente a indicação de fatores que concorrem para o questionamento de determinados paradigmas e sua correspondente substituição por outros paradigmas científicos que, de modo inexorável, revelam novas formas emergentes de pensamento e da maturidade de uma comunidade particular científica (fase de disciplina emergente). Com efeito, Astolfi & Develay (1989) explicam que “a análise epistemológica das Ciências fornece pontos de reflexão para pensar a aprendizagem em contextos escolares. Mas, além do que a Psicologia e a Epistemologia oferecem, existem conceitos desenvolvidos para a própria Didática funcionar, tais como a transposição didática e os objetivos-obstáculos”. (Astolfi & Develay, 1989, p. 123). No contexto acima, Aduriz-Bravo (2000, p. 66) assume posição concorde com Joshua & Dupin (1993), quando registra que a DCeM assumiu um estágio de amadurecimento satisfatório para ser, ela mesma, ensinada no âmbito acadêmico. Aborda ainda o seguinte argumento correspondente:

*“A ‘ensinabilidade’ é vista como um argumento central para sustentar a solidez de uma disciplina, pois possui, como condição necessária, a existência de uma estrutura coerente e própria, transponível e difundível (podemos conceitualizar a ensinabilidade como um conjunto de regras implícitas que possui a comunidade acadêmica para tornar público os seus saberes). Sinais para esta ‘ensinabilidade’ pode ser visto como a existência de um discurso comunicável, a produção de manuais e dicionários de didática, bem como a estruturação de planos e de cursos de pós-graduação”.* (Aduriz-Bravo, 2000, p. 67).

Predominantemente no final dos anos de 1980 e ao decurso dos anos 1990, observamos maior especialização e um exercício de controle dos obstáculos e entraves oriundos do ensino e aprendizagem de disciplinas específicas. Rebelo (2004, p. 33) acrescenta que “no início da década de 1990, a formação de professores, designadamente de Ciências, afirmou-se como área de estudo profissional e como área de acção e verificou-se uma evolução nas metodologias de investigação no sentido da fenomenologia, traduzida num aumento do interesse pelo desenvolvimento de estudos de caso”. Por conseguinte, um expediente de análise do processo de investigação, identificação e a solução dos problemas, se mostra visceralmente condicionada/determinada por cada campo epistêmico particular. Astolfi & Peterfalvi (1993, p. 103) desenvolvem considerações precisas com esse tema, quando explicam:

*“A importância dos obstáculos epistemológicos relativamente ao nascimento dos conhecimentos científicos e, atualmente, reconhecida. Mas, ainda, poucos trabalhos são dedicados à pesquisa por situações didáticas e por dispositivos de aprendizagem, organizados, precisamente, para atuar na diminuição dos efeitos destes obstáculos em situação escolar”. (Astolfi & Peterfalvi, 1993).*

Pouco mais adiante, Astolfi & Peterfalvi (1993, p. 103) indicam um elemento de cunho inovador e diferenciado no processo que, no que concerne ao ponto de vista de Aduriz-Bravo (2000, p. 66), se enquadram num conjunto de indicadores empíricos para a investigação. Com efeito, Astolfi & Peterfalvi (1993, p. 103) acrescentam:

*“O tema de representações que dispõem os estudantes, submetidos a um conjunto de noções científicas que lhes ensinamos, tem acumulado um conjunto de críticas remarcáveis; mas, frequentemente, as proposições didáticas originadas aí, se limitam em perspectivar sua emergência e sua tomada de consciência”. (Astolfi & Peterfalvi, 1993).*

A crítica acima incide no caráter incompleto do processo, isto é, aderido ao viés de interesse para a identificação e registro preliminar dos obstáculos, cuja origem pode ser a consequência da aquisição de representações mentais mal adaptadas e incongruentes. De fato, Astolfi & Peterfalvi questionam o caráter de inexistência de propostas para a sua superação ou, pelo menos, sua atenuação. Por outro lado, paulatinamente, outras dimensões passaram a ser consideradas, no universo de interesse da DCEM. Para tanto, Joshua & Dupin (1993) indicam:

*“O conhecimento está submetido a um conjunto de modificações consideráveis no ato de sua introdução na estrutura didática e, tendo em vista tal introdução. Como parte constituinte de um conhecimento constituído fora da escola, um pedaço qualquer do mesmo é constituído de sua história, de sua epistemologia, é ligado a um tipo de problema (teórico ou prático) que o mesmo permite abordar”. (Joshua & Dupin, 1993, p. 6).*

O conjunto de modificações supracitado acima corresponde e é consequência de escolhas, condicionantes sociais e cognitivos, cuja origem do processo ou fio condutor poder ser objetivado na figura do professor, conquanto que, o agente-alvo do processo refere-se irremediavelmente ao estudante. De modo geral, as transformações (Chevallard, 1991; 2005) sofridas por um determinado conhecimento provocam, em última instância, repercussões sobre as concepções do público alvo. Não tardou a constatação da relevância das semelhanças do modo pelo qual as concepções privadas dos estudantes são adquiridas e internalizadas e os conceitos científicos, com a sua correspondente trajetória histórica evolutiva em cada área de conhecimento pode ser observada.

Recordamos ainda que o discurso científico não pode prescindir da relevância e do papel desempenhado pela noção imprescindível fundamental de problema, o que, para a Ciência, “funciona como um motor para o progresso científico” (Joshua & Dupin, 1993, p. 60). No trecho abaixo, podemos compreender um pouco sobre o movimento dialético da Ciência, quando esclarecem que:

*“Popper considera que isto faz mesmo parte de um terceiro mundo, da criação humana, mas se constitui mesmo das teorias, das situações e dos problemas, então o primeiro e o segundo mundo concernem ao mundo dos objetos físicos e os constituídos das subjetividades humanas. A lógica da descoberta consiste então da acção de delimitar estritamente o problema, de apresentar as hipóteses as mais refutáveis possíveis sobre o plano empírico, e buscar a audácia da conjectura. Mas,*

*tal heurística pode parecer um tanto otimista, e não considera o movimento natural da descoberta, mesmo no espaço dos problemas”. (Joshua & Dupin, 1993, p. 61)*

Joshua & Dupin (1993) descreveram um cenário renovado para a pesquisa e as consequências da concepção da “Lógica da Descoberta”, devida à Karl Popper (1902-1994), no campo das Ciências Naturais. Sua perspectiva repercute, no sentido de atentarmos para o mesmo, no âmbito do ensino de Ciências e Matemática. Antes de concluir, não podemos nos furtar de registrar o conjunto de influências determinantes oriundas da DCEM ocorridas aqui no Brasil. Neste sentido, Martins, Silva e Prestes (2014, p. 2275) esclarecem tal fato, quando registram:

*“Por volta de 1980, vários estudiosos espalhados que ensinavam História da Matemática, Física, Química e Biologia, iniciaram a dedicar esforço no estudo de História das Ciências. Neste tempo, não existiam cursos de graduação no Brasil aonde pudéssemos adquirir um treino inicial para a pesquisa no âmbito da pesquisa internacional em Ciências. Embora não houvesse um treinamento neste campo, tornou-se a produzir uma melhor pesquisa pelo emprego de fontes primárias e o estímulo de jovens cientistas para se dedicarem a tal campo”.*

A efervescência científica que no Brasil concorreu para a constituição e demarcação de um campo de interesse e esfera de atuação sistemática em pesquisa no âmbito do ensino de Ciências e Matemática, a partir do final dos anos 70 e anos 80, acarretou ainda um acréscimo de uma série de fatores ou elementos comuns tanto no âmbito da pesquisa nas áreas de Ciências Naturais e Matemática, como também, no campo do ensino desses respectivos assuntos ou saberes científicos (Nardi, 2005; 2009; 2015; Nardi; Almeida & Pereira, 2004). Nardi (2005) fornece explicações importantes, ao mencionar que:

*“No caso específico do ensino de Ciências, a formação de professores dessa área, os currículos e programas instituídos, a estruturação das disciplinas que os compõem, os conteúdos a serem trabalhados nessas disciplinas, as formas de os ensinar e os mecanismos de avaliação ganharam, gradativamente, contornos definidos, os quais, no entanto, se modificaram com tempo. Foram organizando-se, em todo o mundo, comunidades de profissionais reunidos em torno do ensino das Ciências. E, já há várias décadas, uma comunidade ainda mais especializada ganhou visibilidade: a de profissionais especializados na didática específica das Ciências e na pesquisa em ensino de Ciências”. (Nardi, 2005, p. 15).*

No desfecho da presente seção, acentuamos ainda o pensamento expresso por Nardi (2005), em sua tese de Doutorado intitulada “A área de ensino de ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros”, quando explica:

*“No caso do Brasil, a instituição da ciência em disciplinas escolares, a criação dos cursos de licenciatura destinados à formação de professores de ciências, a criação de sociedades de pesquisa com secretarias de ensino, a implantação de centros de apoio e assessoria à construção de equipamentos para o ensino e à capacitação de professores de ciências, o advento dos primeiros simpósios específicos sobre ensino das áreas de ciências, a publicação de periódicos científicos destinados à divulgação sobre o tema, os encontros e congressos de pesquisa específicos em ensino das ciências, de uma forma ou outra, já foram tratados em estudos que se constituíram em dissertações, teses, artigos e capítulos de livros publicados no país e no exterior”. (Nardi, 2005, p. 15).*

De modo inequívoco, no caso brasileiro, divisamos no pensamento anterior um movimento característico das fases de disciplina protodisciplinar e disciplina emergente, como classificou Adúriz-Bravo (2000). Por outro lado, a perspectiva globalizante adotada por Nardi (2005) pode ser compreendida, ainda, por intermédio da constituição paulatina de cada área disciplinar. Desse modo, um conjunto de transformações dialéticas e científicas foram, também, objetivadas em cada campo particular. Sem mais delongas, vejamos o caso da Matemática, cujas raízes francófonas determinam uma longa tradição nos estudos que declararam o interesse pelas interações do trinômio professor-estudante-saber matemático.

## DIDÁTICA DA MATEMÁTICA (DM)

Em sua tese de Doutorado intitulada *Théorisation des phénomènes d'enseignement de mathématiques* (teorização de fenômenos de ensino da Matemática), o didata da Matemática, Guy Brousseau, apresentou como sua tese fundamental a seguinte afirmação:

*“Para produzir, melhorar, reproduzir, descrever e compreender situações de ensino da Matemática se torna necessário e possível teorizar esta atividade de ensino como um objeto original de estudo e não somente como a simples conjunção de fatos teorizados unicamente por intermédio de domínios autônomos, como Pedagogia, a Sociologia, a Psicologia, a Matemática, a Linguística e a Epistemologia”. (Brousseau, 1986, p. 2).*

O pensamento acima pode ser explicado, por intermédio de um contexto histórico anterior aos anos de 1980. De fato, no final dos anos de 1960, registramos a efervescência intelectual, fruto da organização e a mobilização de especialistas, predominantemente atuantes no *locus* acadêmico, movidos e envolvidos pelo sentimento e a convicção da necessidade de profundas mudanças no sistema de ensino francês. O caso da Matemática se evidencia, pelo motivo de identificarmos várias correntes, credos e percepções sobre os paradigmas canônicos seguidos na formação em Matemática que passaram a ser revistos.

Assim, num contexto hegemônico dos fortes paradigmas do estilo e da herança bourbakista (Ernest, 1991), podemos constatar um movimento questionador e o forte indicativo com o intuito de rever os cânones acadêmicos adotados, até então pouco discutidos, no âmbito do ensino da Matemática, em seus vários níveis. Vale recordar que, o movimento questionador pôde ser distinguido como originado a partir de figuras humanas de diversos matizes, tais como: didatas, psicólogos, matemáticos, pedagogos, etc.

Douady (1984, p. 2) comenta que o matemático francês Henri Léon Lebesgue (1875-1941), no início do século, manifestou sérias preocupações sobre as condições de ensino e a formação do professor. Os esforços mais recentes são desenvolvidos em todo os países. Menciona ainda que reformas de programas foram decididos, decisões pedagógicas tomadas. Nesse contexto preocupante, Douady recorda que “sob a impulsão de pesquisadores de horizontes diferentes: matemática, psicologia, ciências da educação, e também linguística, história, sociologia, sobretudo na França [...]” se observou forte mobilização de mudanças no campo do ensino de Matemática.

Dessa forma, a partir dos anos 80, foram criados na França, centros universitários, espalhados em todo o país que, de modo prosaico, impulsionaram a organização e trabalho conjunto de vários profissionais, de matizes e formações variadas, realmente preocupados com melhorias no sistema de ensino. Chamados de Institutos de Pesquisa sobre o ensino de Matemática (*Institut Universitaire de Recherche sur L'Enseignement des Mathématiques-IREM*), por intermédio do estabelecimento institucional e “transversal” desta estrutura de ideias possibilitou, segundo Douady (1984, p. 2), a evolução de pesquisas levando em consideração os três polos: “professor, alunos de Matemática e sistema de ensino”.

Diante do cenário acadêmico descrito nos parágrafos preliminares, como consequência de um exercício sistemático de reflexão sobre a *práxis* do professor e, por que não falar sobre a *práxis* do estudante de Matemática, apreciamos uma propugnação de teorias, cujo nascedouro foi consequência de um olhar e análise pormenorizada dos elementos envolvidos na interação professor-estudante-conhecimento matemático. Ademais, o interesse crescente pelos processos de transmissão, modificação e veiculação de saberes matemáticos culminou pela demarcação científica de uma vertente de pesquisa (Alves, 2016), com características próprias e capazes de elevar, em um intervalo de duas décadas, o alcance do *status* na França de área de investigação que, paulatinamente, recebeu o nome de Didática da Matemática-DM.

Cabe um entendimento de que, os elementos anteriores, veementemente propugnados por figuras emblemáticas, atuantes no ensino de matemática, a partir dos anos de 1930, proporcionou, até mesmo na Matemática, uma posição de isolacionismo relativamente às demais áreas de conhecimento (Física, Química, Biologia, etc). Kline (1980, p, 280) comenta que muitos matemáticos abandonaram as Ciências e assumiram as trincheiras do isolacionismo intelectual. Assim, com amparo num entendimento de um longo processo que, do ponto de vista endógeno, teve início na pesquisa em Matemática dos anos de 1930 e, passou a se tornar visível e assumiu ênfase de replicar determinados pressupostos, em todos os níveis de ensino de Matemática, um “ponto de inflexão” pôde ser detectado no final dos anos de 1970. Nesse sentido, Douady (1995a, p. 4) descreveu um quadro realístico das reformas e suas consequências no ofício docente, quando afirma que:

*“Existia uma grande incerteza, por parte dos professores, porque os mesmos não sabiam o que deviam ensinar e tampouco sabiam que liberdade de ação se concederia ao aluno. Se encontravam bloqueados entre as várias alternativas. Se enfrentavam a exigência de rigor automático e temor de fazer afirmações que não se mostrassem corretas do ponto de vista matemático. Por outra parte, não sabiam que distância poderia tomar com o texto que dispunham. Isto gerava um esquema de ensino dogmático em que se seguia estritamente e se exigia dos alunos o que estava escrito no papel”.*

Fica claro, a partir do trecho anterior, a situação conflitiva de professores de Matemática que percebiam, em maior ou em menor substância, o desamparo normativo dos manuais didáticos em relação a determinados aspectos, nomeadamente, àqueles elementos que ultrapassam os limites da Matemática Pura. No outro elo não menos relevante do processo, isto é, no campo de ação do aluno, Douady (1995a, p. 4) assinalou conflitos também, posto que, os alunos não sabiam “se respeitavam a norma e replicavam exatamente o escrito no papel, sem tentar compreender; ou se desejavam compreender, não podiam respeitar as exigências do professor. Comenta ainda que muitos alunos vislumbravam a Matemática como algo puramente mecânico” e, como consequência de entraves desta natureza, um conjunto de modificações sofridas pelos conhecimentos passou a ser o foco de atenção por parte dos didatas da Matemática.

Observamos, pois, o advento de uma noção, originalmente concebida para a Matemática, chamada de Transposição Didática (Chevallard, 1991) e que proporcionou repercussão no ensino de várias outras matérias. Na figura abaixo, observamos quatro níveis ou estágios indicados por Perrenoud (1998), buscando indicar uma cadeia de transposições didáticas que, conforme o autor, permitem o entendimento de um percurso ou movimento completo de saberes científicos e, finalmente, sua forma tradicional de apresentação nos compêndios escolares. Perrenoud (1998) descreveu as fases da Transposição Didática na figura 2, não obstante, sua análise desconsidera os motivos e fatores institucionais que concorrem para o desaparecimento ou motivos da obsolescência destes saberes matemáticos escolares oficiais.

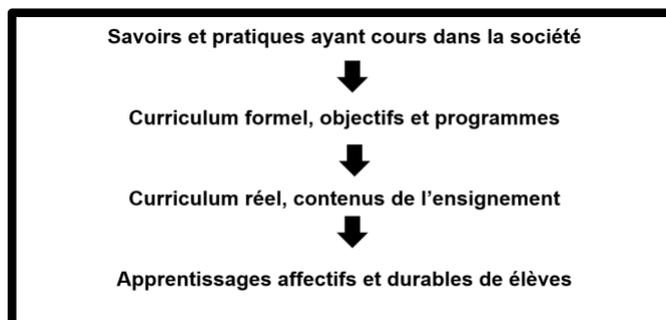


Figura 2-A cadeia da Transposição Didática (*la chaîne de transposition didactique*).  
(Fonte: Perrenoud (1998))

No nível um, divisamos um conjunto de saberes científicos e práticas atuais elaboradas e assumidas oficialmente numa sociedade. No nível dois, (de cima para baixo), observamos o currículo formal, seus objetivos e programas presentes nas instituições de ensino e formação. No nível subsequente (nível terceiro), constamos um currículo efetivo, seus conteúdos efetivamente mobilizados e veiculados por meio do ensino e, por fim, no último nível, os elementos que consubstanciam aprendizagens efetivas e, desejavelmente duráveis, sólidas e pretensamente permanentes dos estudantes. Perrenoud (1998) ilustrou/explicou um percurso inexorável intimamente vinculados ao conjunto de todas as disciplinas científicas na academia e na universidade. De fato, constamos que:

*“A primeira flecha representa a transformação de saberes e práticas em programas escolares, que pode ser denominado de currículo formal ou prescrito. É o que Chevallard chama de transposição externa. A segunda flecha representa a transformação do programa em conteúdo efetivo para o ensino. É a transposição interna, que revela largamente uma margem de interpretação, basta observar a criação/elaboração dos professores, como comenta Chevallard. A cadeia se limita ao caminho percorrido aos saberes no estado de saber científico (savoir savant), aos estados de saberes a serem ensinados (transposição externa). Logo após, à etapa de saberes efetivamente ensinados (transposição interna). A terceira flecha*

*figura o processo de aprendizagem, da apropriação, de construção de saberes e as competências pretendidas nos estudantes”. (Perrenoud, 1998, p. 488).*

O viés de proficuidade do ponto de vista, esquematicamente indicado na figura anterior, reside no fato de assumirmos a atenção de um movimento dialético ou estádios semelhantes observáveis nas demais disciplinas (Física, Química e Biologia) abordadas aqui. Logo em seguida, apresentamos alguns pontos de vista e fundamentos relacionados com a Física e, sobretudo, da Didática da Física. De modo semelhante ao caso da Matemática, a constituição e a aquisição de uma identidade científica da Didática da Matemática, em maior ou em menor ênfase, sucedeu as fases indicadas (i, ii, iii e iv), como explicadas por Adúriz-Bravo (2000).

## **DIDÁTICA DA FÍSICA (DF)**

Antes de apontarmos alguns elementos e pressupostos contemplados do que, mais recentemente na literatura científica no Brasil, nominamos por Didática da Física (DF), assinalamos uma noção pioneira, introduzida no âmbito da Filosofia das Ciências e que, permitiu repercussões extremamente importantes para a DF. Nos referimos, anteriormente, à noção de obstáculo epistemológico, de modo *en passant*. Sua descrição e sua função foram proporcionadas, de modo singular, por Gaston Bachelard (1884-1962). Logo abaixo, trazemos explicações importantes para o entendimento de sua função para o progresso das Ciências:

*“Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da Ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológico”. (Bachelard, 1995, p. 18).*

Diante das ponderações acima, o caráter irrefutável do processo de aparecimento de um obstáculo ou entrave, urge um entendimento do caráter funcional acerca do seu surgimento e/ou manifestação, na medida em que, o sujeito epistêmico busca meios e condições ativas de apropriação/incorporação de um conhecimento cientificamente elaborado e sistematizado. As repercussões para importância da noção de obstáculos epistemológicos, metodológicos e didáticos, se apresenta para todas as disciplinas. De fato, a partir do trecho explicativo abaixo, poderemos vislumbrar sua relevância para o ensino de Física.

*“Consideramos que decidir o que ensinar em cursos associados à Didática da Física, não é tarefa simples. Especialmente quando se tem consciência de que os conteúdos não são da Física em si mesma, mas de formas de tratar a Física em âmbito educacional. Por sua vez, desenvolver critérios para selecionar os conteúdos ou planejar metodologias de trabalhos em sala de aula que sejam o reflexo dos conteúdos ensinados em Didática da Física, também é uma tarefa complexa, especialmente quando se quer promover a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada pelo futuro professor”. (Nardi & Castiblanco, 2014, p. 21).*

Aparentemente, o excerto anterior não indica ou faz referência, explicitamente, ao papel dos obstáculos epistemológicos no campo da Física (Tiberghien, 1985). Entretanto, a possibilidade de sua emergência deve ocorrer, como consequência de uma ação intencional do professor de Física, quando enseja se apropriar de uma metodologia ou transposição didática atinente a um determinado objeto teórico-conceitual. De fato, constatamos que as características intrínsecas de cada conhecimento ou cada objeto conceitual, depurado e idealizado num determinado campo científico, proporciona eventuais resistências e entraves para o ensino. Em todo caso, os elementos que foram há pouco mencionados se inserem num bojo teórico mais amplo que, do ponto de vista sistemático, mencionamos ou tratamos como a Didática da Física, a partir do seguinte entendimento demarcativo e/ou definição de seu objeto de interesse:

*“Entendemos, então a Didática da Física como o conhecimento a ser ensinado para que o professor aprenda a ensinar Física, isto é, que o futuro professor compreenda o que, como, porque e para que ensinar. Todo esse processo, além dos conteúdos das Ciências exatas, precisa de conhecimentos das Ciências Humanas e Ciências*

*Sociais, relacionadas ao problema do ensino de Física”. (Nardi & Castiblanco, 2014, p. 21).*

O papel e a função do professor de Física, enquanto agente transmissor de conhecimentos normativos e oficiais, prescritos e discriminados por programas institucionais, são claramente indicados por Nardi & Castiblanco (2014). Por outro lado, as consequências efetivas e concretas em sala de aula, em muitos casos, não são verificadas/confirmadas no referido ambiente e contexto, revestidas de um discurso operacional e preditivo aos professores, tendo em vista um entendimento necessário das relações com o saber, e diante ainda das adaptações (transposições) esperadas, por exemplo, para o contexto escolar básico.

Por exemplo, Blanquet (2014), em sua tese de Doutorado, assinala que no papel dos professores de escolas de ensino de Ciências, o desafio se mostra no sentido de proporcionar ao próprio professor e, sobretudo, ao estudante, um entendimento e concepção adequada acerca da “Ciência escolar”, concebida com uma cultura particular oficial imposta por uma determinada instituição. Entram em jogo, na discussão de Blanquet (2014), os chamados “critérios de cientificidade” adaptados, inexoravelmente, ao âmbito escolar e que devem validar/confirmar uma determinada prática escolar. A autora se vale de duas abordagens (movimentos ou trajetórias) distintas dos conteúdos, nominando-as de “*bottom-up*” e “*top-down*”. Sua função, dentro dos processos de mediação para o ensino de Física são explicados da seguinte forma:

*“Podemos qualificar de bottom-up a abordagem ascendente, que parte da prática das classes elementares, para construir, progressivamente, uma representação da natureza das Ciências. Por oposição da abordagem tradicional, que se origina de uma visão das Ciências científicas, abrandado a medida em que descendemos ao nível do ensino escolar, que denominamos por top-down”.*

A partir de suas explicações, depreendemos que no tipo “*bottom-up*”, a mediação do professor de Física se fundamenta em um repertório de conhecimentos circunstanciais elementares e progride, em um sentido metafórico, para um nível mais elevado, que exige maior abstração e rigor relativo ao trato/manejo dos referidos conhecimentos. Num sentido contrário, a categoria ou tipo “*top-down*”, o marco inicial é demarcado no interior das próprias práticas científicas, destituída ou apartada, em seu maior grau, dos efeitos da subjetividade mundana interpretativa e circunstanciadas dos sujeitos que mobilizam e lidam com um conhecimento local.

A descrição de identificação das duas formas de abordagens ou, de acordo com o nosso dicionário de discussão, isto é, das duas formas de transposição didática indicadas acima por Blanquet (2014, p. 210), levam ainda em consideração a mudança de períodos históricos observados no campo de investigação em Ciências e Física. Para tanto, Blanquet (2014, p. 210) identifica um *corpus* histórico nas Ciências e na Física que determina o transito de concepções e ideologias predominantes, a saber: período aristotélico, período escolástico, período copernicano, período galileano e cartesiano, período newtoniano, período de nascimento da Física contemporânea.

Em outra posição, Blanquet (2014, p. 211) situa o papel dos didatas das Ciências, de modo que “os didatas das Ciências não possuem, por vocação, provocar a substituição dos epistemólogos profissionais. Os elementos de cientificidade que os mesmos consideram servem para definir uma Ciência escolar e que se inspira na cientificidade e epistemologia”. Pouco mais adiante, a autora explica e distingue as influências das origens anglo-saxônicas e francesas, tendo em vista a constituição do campo. De fato, “podemos dizer que a didática das Ciências anglo-saxônica se inspira, tradicionalmente, em John Dewey; a tradição francesa quanto à pesquisa é oriunda em Bachelard e Piaget”. (Blanquet, 2014, p. 212). A partir desta constatação, do entendimento das raízes e influências primárias para a sua constituição, também, da Didática da Física, teremos condições de depreender um raciocínio ou expediente semelhante que envolve, por exemplo, a Didática da Química ou a Didática da Biologia. Gilbert (2005) nos fornece uma percepção globalizante sobre o referido tema, quando comenta:

*“A Ciência procura fornecer explicações para fenômenos naturais: para descrever as causas que conduzem ao efeito particulares de coisas que interessam aos cientistas. Todavia, um fenômeno não está pronto e acabado: nós impomos nossas ideias, relativamente ao que deve ser tomado na complexidade do mundo real. Cientistas, portanto, investigam tais idealizações, o que pode ser chamado de “fenômeno exemplar”, ao menos, relativamente às suas perquirições em um dado campo. De imediato, químicos preferem lidar com soluções de substâncias puras, não com as misturas encontradas na natureza. Igualmente, os físicos, optam pelo*

*estudo dos movimentos dos objetos, cuja a fricção e a mínima possível. Biologistas escolhem sistema intimamente relacionados com características que ocorrem no estudo inicial, que se tornam genéticos. Estes fenômenos exemplares possuem um fator em comum: eles são simplificações que optam pela formação da visualização (percepções visuais) sobre o que ocorre em nível macro”. (Gilbert, 2005, p. 10)*

Acima, Gilbert (2005) aponta um *modus operandi* imprescindível, quase hegemônico e padrão em todas as áreas que, a partir da observação direta, visualização dos fenômenos, sua idealização e, incluímos aqui também, respeitando-se suas peculiaridades, no caso da Matemática, proporciona a concepção de modelos e idealizações, em que, a percepção e visualização possui um lugar de destaque e, por conseguinte, os didatas das Ciências e da Física, não podem negligenciar. A partir deste elemento, introduziremos, no próximo segmento, aspectos imprescindíveis relacionados, também, ao ensino de Química.

## **DIDÁTICA DA QUÍMICA (DQ)**

De modo semelhante ao que abordamos e discutimos na seção passado, o entendimento de uma esfera de atuação epistêmica precisa do professor de Química poderá concorrer para um processo de ampliação de seu viés técnico e conceitual de análise e controle de um dos processos que, como temos mencionado anteriormente, se mostram relacionados com sua mediação de saberes em sala de aula. Por outro lado, um movimento de ampliação e configuração de estudos concorreram para a evolução da área denominada ou que ficou conhecida por Educação Química ou Didática da Química (DC) (Auler, 2002; Firme & Ribeiro, 2008; Lôbo, 2007; Paiva et al., 2017; Rundgren & Rundgren, 2015). No trecho abaixo, Eilks & Hofstein (2015) emitem um julgamento sobre uma extensa amostra de trabalhos e investigações atualizadas sobre o ensino de Química.

*“Todavia, em todas essas pesquisas, muito frequentemente, não se mostra claro, em que aspecto tornar mais eficiente o aprendizado de Ciências realmente provoca. Tal incerteza engloba, também, de como os objetivos podem ser atingidos e determinados por essas conexões e diferenças, relativamente ao uso de termos como: relevância, interesse, necessidade de alcance, significado, utilidade e motivação”. (Eilks & Hofstein, 2015, p. 1).*

Kornhauser (1984, p. 115) adverte os percalços preliminares na constituição da área que conhecemos, hodiernamente, como Educação Química, quando pondera:

*“Há muita confusão na Educação Química quanto os métodos são discutidos. Alguns autores não distinguem os achados da pesquisa em métodos (estratégias e teorias) de técnicas (habilidades); outros se misturam com outras formas de educação, tais como ensino em sala de aula, estudo individual, trabalho em grupo e assim por diante. Toda essa imprecisão indica que não apenas a Educação Química ainda está no início de seu desenvolvimento para tornar-se uma disciplina científica específica baseada em Química, mas também desenha atenção ao seu caráter interdisciplinar, mostrando a interação de Química com a Psicologia, Teoria Educacional, Sociologia e até mesmo Filosofia, para não falar de suas ciências-irmãs. Quando tantas diferentes disciplinas com diversas abordagens se encontram, dificuldades em encontrar uma linguagem comum devem ser esperadas.*

Schnetzler (2002), por exemplo, desenvolveu um expediente particular, a partir de uma apreciação do desenvolvimento das pesquisas em torno do ensino de Química, como a Química verde (Zuin & Pacca, 2012). Ademais, com o escopo de constatar a especificidade de seu objeto de investigação e o campo epistêmico de ação e interesse, a autora explica logo abaixo:

*“Em outras palavras, a identidade dessa nova área de investigação é marcada pela especificidade do conhecimento científico, que está na raiz dos problemas de ensino e de aprendizagem investigados, implicando pesquisas sobre métodos didáticos mais adequados ao ensino daquele conhecimento e investigações sobre processos que melhor deem conta de necessárias reelaborações conceituais ou transposições didáticas para o ensino daquele conhecimento em contextos escolares determinados. Isso significa que o ensino de Ciências/Química implica a transformação do conhecimento científico/químico em conhecimento escolar,*

*configurando a necessidade de criação de um novo campo de estudo e investigação, no qual questões centrais sobre o que, como e porque ensinar ciências/química constituem o cerne das pesquisas”. (Schnetzer, 2002, p. 2).*

Mais uma vez, no trecho anterior, averiguamos um espaço especial dedicado ao fenômeno da transposição ou transposição de saberes, originalmente perspectivado para o caso da Matemática, nominado de transposição didática. Não obstante, a fim de adquirirmos uma visão satisfatoriamente ampliada do ensino de Química (Chamizo, 2011; 2012), cabe considerar outros elementos, visceralmente vinculados com a própria natureza dos objetos transformados em objetos de ensino. Por exemplo, Ribeiro (2014), em sua tese de Doutorado, desenvolvida em Portugal, constatou, a partir de um cenário europeu, a consolidação do campo da Filosofia da Química, a partir dos anos de 1990. O autor propugna que “primeiramente, que a Filosofia da Química constitui um complexo disciplinar plural que, por seu valor intrínseco e instrumental, deve e pode ser integrado no currículo de formação inicial de professores” (Ribeiro, 2014, p. 8).

Um posicionamento perquiridor, por outro lado, cuja natureza pode ser reconhecida como eminentemente filosófica, exige, de modo injuntivo, o entendimento de questões primordiais e fundamentais para o referido setor, como apreciamos em seguida:

*“Tendo as classificações químicas como um domínio de especificidade, a educação química terá que fazer algumas perguntas para a investigação futura: Qual é a ordem filosófica dos problemas das classificações? Ela pode ser um operador transcendente importante para fundamentar uma didática da Química? Como deduzir a partir daí uma Didática da Química? Como a educação química beneficiar-se-ia integrando-a explicitamente em suas práticas? E como fazer? Como se presentificam essas práticas na Química? Quais os principais conceitos? Como as classificações estão integradas na prática química, nos livros didáticos e nos currículos? São abordados explicitamente pelos currículos ou são integrados de forma implícita? Se não, como fazer?”. (Ribeiro, 2014, p. 244).*

No esteio do pensamento anterior, observamos ainda que Rebelo (2004) aborda uma análise de desenvolvimento dos programas de formação inicial e continuada de professores de Química em Portugal, entre as décadas de 70, 80 e 90. No seu expediente de apreciação, constatou um conjunto de regras e a criação de dispositivos legais que proporcionaram um avanço da oferta de formação para professores. Rebelo (2004, p. 30) comenta ainda que, nos anos 80, registra-se em Portugal, uma preocupação maior com formas de intervenções variadas, a tentativa de renovação da prática letiva dos professores, através de seu envolvimento de processos de investigação e/ou intervenção. De modo detalhado, podemos apreciar sua análise abaixo.

*“Tem sido difícil, no contexto da formação contínua desenvolvida desde a década de 1990 nas condições do quadro legal em vigor, contrariar a lógica da oferta de ações de formação pontuais, “por catálogo”, maioritariamente escolarizantes e caracterizadas pela sua exterioridade relativamente a formandos e a contextos de trabalho [...] Estes estudos permitem concluir que, relativamente aos anos sobre os quais a sua análise incidiu, prevaleceu a organização, pelas instituições de formação, de modalidades de formação, tradicionalmente associadas a metodologias escolarizantes de transmissão de informação, das quais se destacam os cursos e módulos de formação [...] No contexto da formação contínua de professores desenvolvida em Portugal desde meados da década de 1990, os referidos estudos concluem ainda que tem sido, também, difícil superar perversidades inerentes à procura de formação mais determinada por necessidades de progressão na carreira do que por imperativos de percursos de desenvolvimento profissional definidos e assumidos pelos professores com base nos seus interesses e percepção de necessidades”. (Rebelo, 2004, p. 28-29).*

Distorções no âmbito de certas profissões não são averiguadas, de modo único na formação de professores de Química, como registamos acima. Ainda a partir das ponderações de Rebelo (2004), o perfil de interesse acima se mostra incompatível com o perfil do professor-pesquisador no ensino de Química. Aqui, apesar de não nos determos no assunto, se mostra imprescindível o papel vocacional e acompanhamento evolutivo do profissional, que não pode ser sentir desamparado e apartado das instituições originárias de sua formação. Os problemas e lacunas na formação do professor de Química se revelam no âmbito do *modus operandi* empregado pelos mesmos, em situações de ensino formal. Taber (2015) apresenta a relevância de

ideias epistêmicas, tendo em vista o ensino de Química. O autor constatou o grau de abstracionismos nas abordagens de seus conteúdos, que concorrem para as incompreensões dos estudantes, no contexto escolar e acadêmico. Neste sentido, o mesmo declara e adverte que:

*“Cursos modernos de Química têm desconsiderado no ensino de Química sua aparente e interminável lista de coisas para serem aprendidas, com o foco em ideias-chaves e modelos do pelo qual possuem um valor explicativo, no interior de disciplinas. Isto fornece um melhor “sabor” da Química como Ciência Moderna, antes que sua forma como Ciência Natural. Todavia, isto exige dos estudantes encontrar e internalizar ideias abstratas e teóricas [...]”*. (Taber, 2015, p. 80)

De modo preciso, Taber (2015) aponta um processo que não se constitui ser de exclusividade da Química, que diz respeito ao processo de generalização e a correspondente abstração inevitável de seus modelos. Por outro lado, tal progresso evolutivo se mostra irremediavelmente enriquecido, à medida em que perspectivamos seu viés filosófico. Neste sentido, recorremos ainda a Ribeiro (2014), quando aponta alguns registros e vertentes filosóficas que detêm o potencial de repercutir na prospecção de diferentes estilos cognitivos de aprendizagem e didáticos para o ensino ou mediação dessa matéria. Com efeito, Ribeiro (2014, p. 202) comenta:

*“De posse desses domínios, podemos fazer muitas inter-relações. É possível identificar registros filosóficos e, portanto, diferentes princípios heurísticos, organizadores e integradores nos níveis epistemológicos, sintáticos e pedagógicos. É possível identificar um estilo cognitivo e, portanto, um tema ou conceito estruturante, uma atenção maior a determinado esquema de realidade; um estilo de pensamento; um tipo de conteúdo e, desta forma, um tipo de ensino e um estilo de aprendizagem”*. (Ribeiro, 2014, p. 202-203).

Por tal via, ao concordar com Adúriz-Bravo (2001), Ribeiro (2014, p. 203) comenta que os campos estruturantes da Filosofia da Química permitem repercussões como “ferramentas de avaliação, formação, planificação e desenho de programas de disciplinas, projetos pedagógicos, currículos etc.”. Mais uma vez, recorremos ao pensamento de Schnetzler (2002) com o escopo de confirmar as debilidades na formação de professores de Química que atuam como fortes entraves para a evolução de práticas eficientes, cuja natureza variada foi mencionada há pouco por Ribeiro (2014). Schnetzler (2002), no contexto de formação, observa:

*“Mesmo com relação ao conhecimento ou domínio do conteúdo a ser ensinado, a literatura revela que tal necessidade docente vai além do que habitualmente é contemplado nos cursos de formação inicial, implicando conhecimentos profissionais relacionados à história e filosofia das Ciências, a orientações metodológicas empregadas na construção de conhecimento científico, as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e perspectivas do desenvolvimento científico”*. (Schnetzler, 2002, p. 17).

E por falar de domínio do conteúdo a ser ensinado, Ribeiro (2014) propugna a tese de que os registros ou tendências filosóficas na Química produzem diferentes estilos didáticos (metodológicos) e cognitivos. Na figura abaixo, trazemos o diagrama proposto por Ribeiro, que contempla as “cinco dimensões da *práxis* Química”, conforme o mesmo. De acordo com seu entendimento, “ao identificar as cinco dimensões, penetra-se mais facilmente na natureza da química, na dimensão do pensamento e da ação química e esse procedimento revela-se, assim, um recurso formativo” (Ribeiro, 2014, p. 204). Desse modo, podem ser revelados elementos auspiciosos para a formação do professor-pesquisador.

Na figura 3 abaixo, nos chama a atenção o engenhoso procedimento de demarcação epistêmica de atuação de descrição de uma *práxis* categorizada, segundo o autor, de “*práxis* química”. Ribeiro (2014, p. 284) fornece importante ponto de vista quando observa que “a Filosofia da Educação Química representa um desenvolvimento análogo ao de outras Ciências ou da Matemática”. E, uma perspectiva de convergência das análises pode ser levada a cabo, dado a similitude apontada pelo autor, com também, as repercussões semelhantes para o ensino de Química, ainda que “a Filosofia da Educação Química terá de dar respostas aos fundamentos, finalidades, fontes e modos e abordagens de ensino de química” (Ribeiro, 2014, p. 285).

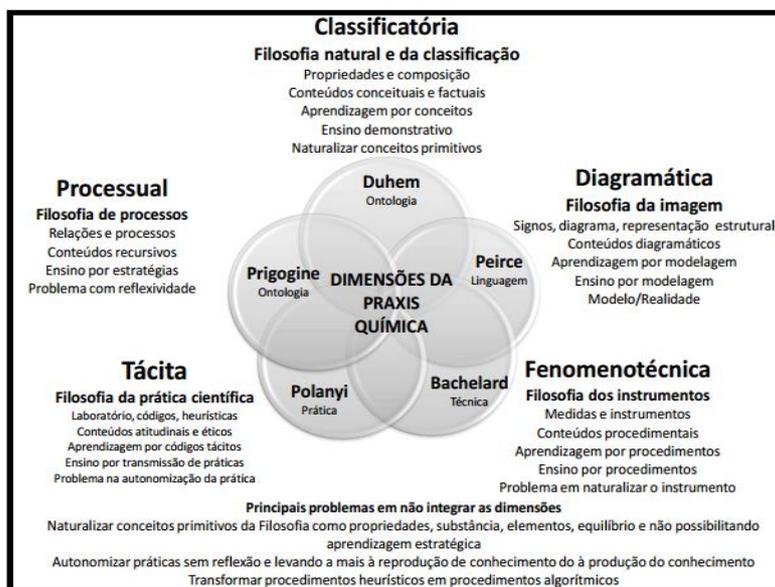


Figura 3-Proposta das cinco dimensões da *praxis* química.

(Fonte: Ribeiro (2014, p. 203)

No Brasil, por outro lado, segundo o relato dos trabalhos consultados (Nardi, 2015; Tiedemann, 1998), podemos fazer referência acerca de 30 anos de pesquisa no campo do ensino de Química ou da Educação Química e, a partir de uma ênfase maior ao processo de mediação do conhecimento, registramos a Didática da Química (DQ). Schnetzler (2002, p. 15) acentua que, do ponto de vista histórico, ocorreu o crescente interesse sobre o ensino de Ciências e Química, como o resultado de uma reforma curricular, ocorrida nos Estados Unidos e Inglaterra, no início dos anos 60. Schnetzler (2002, p. 15) explica que “em oposição aos cursos tradicionais de Química, Física e Biologia, os novos projetos enfatizavam o uso do laboratório para introduzir e explorar problemas”.

Alguns tempo depois, com consequência do impacto crescente e a cientificidade disseminada em vários países, surgiu a tendência denominada de CTS-Ciência, Tecnologia e Sociedade. Schnetzler (2002) descreve abaixo o panorama e suas implicações para o ensino na década de 70.

*“Nesses termos, desde o final da década de 70, tem sido defendida a inclusão das relações CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade - nos cursos de ciências. A origem desse movimento pode ser explicada pelas consequências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade moderna e, portanto, na vida das pessoas, colocando a necessidade de os alunos adquirirem conhecimentos científicos que os levem a participar como cidadãos na sociedade, de forma ativa e crítica, pela tomada de decisões. Isso significa que os conteúdos de ensino não podem se restringir à lógica interna das disciplinas científicas, valorizando exclusivamente o conhecimento de teorias e fatos científicos, mas sim, reelaborando-os e relacionando-os com temas sociais relevantes”. (Schnetzler, 2002, p. 16).*

Não obstante, a despeito do cenário acima, a vertente CTS repercutiu para o ensino de Química e, certamente, preserva uma dimensão filosófica e encerra uma *praxis* química, na acepção de Ribeiro (2014). A mesma constitui uma outra vertente, no campo do ensino de Química, e de maneira mais ampla, no ensino de Ciências. Por outro lado, a despeito do cenário visível crescente nos periódicos especializados da área, Schnetzler (2002, p. 16) alerta que “inúmeros trabalhos evidenciam a reduzida ou quase nula inclusão dessa abordagem em cursos de Ciências [...] o que pode ser atribuído ao modelo usual de formação docente, justificando a intensificação de pesquisas sobre o pensamento e a formação de professores”.

Aqui, registramos um descompasso também no campo da DQ pois, a despeito de uma *praxis* química teorizada e sistematicamente fundamentada para a determinação e o reconhecimento de um campo científico de investigação, aparentemente, ainda devem ser necessário um maior esforço no sentido da constituição da identidade de um professor de Química, em formação inicial ou continuada, tendo em vista, por exemplo, que a “ausência de discussões sobre a sua dimensão epistemológica durante a formação inicial e continuada de professores” (Schnetzler, 2002, p. 16) acentuam um universo restritivo da visão do educador químico ou do

professor-pesquisador, diante das exigências e dos entraves sistematicamente apontados em estudos teóricos que não conseguem ultrapassar o ambiente acadêmico e repercutir, eficazmente, em sala de aula.

Na figura 4, Ribeiro (2014) adapta o “Triângulo de Johnstone”, que descreve o conhecimento químico em três níveis, após a confrontação com um conjunto de documentos científicos sobre o ensino de Química e a opinião de professores participantes de seu estudo. Sua expectativa é que o mesmo diagrama (ver figura 4), pode funcionar como guia heurístico para as práticas curriculares e didáticas. Todavia, o grau de sua eficacidae dependerá de valores não epistêmicos, “que regulam a produção e comunicação do conhecimento químico, valores individuais e pessoais como intuição, imaginação, criatividade, estética, e valores coletivos, culturais e sociais como inovação, funcionalidade, eficiência, eficácia, utilidade, aplicabilidade, fiabilidade”. (Ribeiro, 2014, p. 211). Desse modo a Ciência e, por um viés particular para o caso da Química, sendo aqui o nosso maior interesse, a Didática da Química evolui a partir das interações mútuas entre os saberes constituídos na dimensão epistêmica e não epistêmica, como exemplificados por Ribeiro (2014). Vejamos, a fim de proporcionar um maior esclarecimento da nossa última ilação, um exemplo prático e clássico no conhecimento químico e suas dimensões multifacetadas.

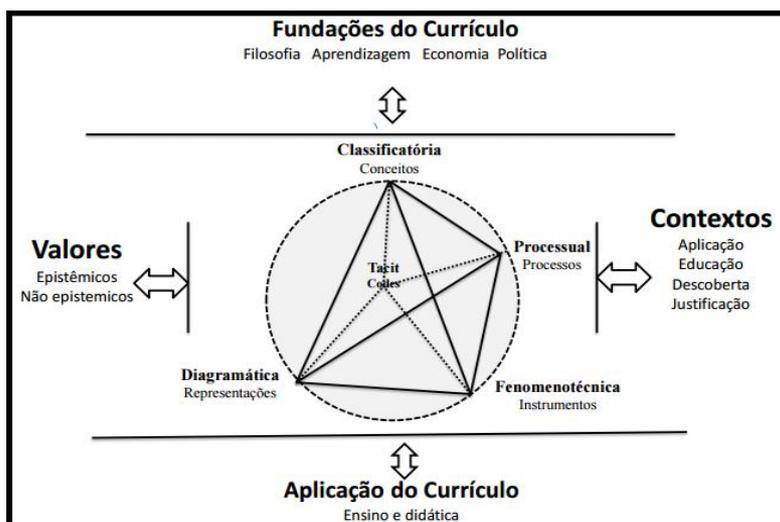


Figura 4-Proposta diagramática para a educação química fundamentada na *práxis* Química.  
(Fonte: Ribeiro (2014, p. 203)

De acordo com o Oxford Dictionary, a palavra *molecule* apareceu na língua inglesa em 1678, a partir da palavra francesa *molécule*. O termo pode ser encontrado no *Traité Elementaire de Chimie* (1789) de Lavoisier para “designar a menor unidade em que uma substância poder ser dividida sem que ocorra uma mudança na sua natureza química” (Mortimer, 1997, p. 201). Por outro lado, ao longo dos séculos, as teorias que fornecem um embazamento sobre o entendimento e significado de tal noção passam por modificações/alterações e resultam dos paradigmas da Química prevalentes em determinada época histórica (FERREIRA, 2013). Ora, no fragmento abaixo, divisamos as alterações nos paradigmas da Química, na medida em que, determinadas mudanças de concepções científicas concorreram para o teor de aceitabilidade progressiva da noção de “molécula”. Mortimer (1997) explica a dicotomia (dimensão epistêmica e não epistêmica) logo em seguida:

*“Para entender a Química contemporânea, não podemos recorrer unicamente à noção clássica de molécula ou aos seus contrapontos modernos: estruturas dinâmicas, polinucleares ou supramoleculares. Todas elas são visões complementares do mundo químico. Elas são complementares no sentido de que não podem ser aplicadas ao mesmo problema e também não podem, isoladamente, explicar todos os fenômenos químicos. Se olharmos para a fora da Química, para a cultura cotidiana, tentando incorporar os resultados das pesquisas em ensino de ciências sobre concepções dos estudantes, essa complementariedade científica poderá ser expandida para incorporar outros significados num perfil conceitual completo da noção de molécula”.* (Mortimer, 1997, p. 201).

Divisamos, pois, as alterações/modificações nos paradigmas da Química (Berg, 2014; Tiedemann, 1998), na medida em que, determinadas mudanças de concepções científicas concorreram para o teor de

aceitabilidade da noção de “molécula”. Por outro lado, a Química do cotidiano, de modo similar, desempenha um papel condicionante no componente denominado por Mortimer (1997), nominado por “perfil conceitual”. Vejamos isso no seguinte fragmento:

*“É interessante que muitas ideias dessa Química cotidiana tenham relações com formas de pensar usadas por filósofos e cientistas em outras épocas. Esse paralelismo nos leva diretamente à História e à Filosofia das Ciências. Por outro lado, estudos nessas áreas mostram mudanças significativas na maneira de pensar vários conceitos químicos, quando tentamos diferenciar o quadro conceitual da química entre a química clássica, a química moderna e a química contemporânea. Portanto, a Filosofia e a História das Ciências são a base para a construção de outras zonas de um perfil conceitual”. (Mortimer, 1997, p. 201).*

Vale assinalar que a idéia básica da noção de “perfil conceitual” se caracteriza pelo fato de que as pessoas podem apresentar diferentes maneiras de ver e representar o mundo, que são usadas em contextos diferenciados e, portanto, compartilhada por inúmeros autores (concepções não epistêmicas). Todavia, urge distinguir um campo epistêmico definido e particular e, a partir do mesmo e de modo idiossincrásico, derivamos formas particulares correspondentes de sua representação para o conhecimento científico. De modo particular, quando nos atemos, por exemplo, aos conceitos da Química, podemos registrar que as representações das relações espaciais entre átomos mostrando “suas geometrias sistematicamente introduzidas na representação química por Dalton quando mostrou as relações espaciais entre átomos em uma molécula, evidenciando as relações espaciais entre os círculos que os representavam”. (Vollmer, 2006, p. 306).

Para exemplificar o pensamento anterior, na figura 5 divisamos símbolos e registros específicos que concorrem para a evolução de diferentes formas particulares de representação, apesar de que, o movimento normativo em Ciências tende a acentuar o componente de um convencionalismo (Brakel, 2014; Laszlo, 2014), que concorre para a diminuição e a eliminação dos vestígios particulares, subjetivos e preliminares individuais dos cientistas que proporcionaram, após intenso labor intelectualivo, seu estágio atual.

Em nosso caso, quer seja na Química, na Matemática ou na Física, constatamos que o convencionalismo apontado por Vollmer (2006), como também o formalismo (ou tecnicismo) em outras Ciências, podem eliminar os vestígios da subjetividade (valores não epistêmicos), envidar os aspectos característicos de um pensamento apoiado na abstração e, todavia, por intermédio de um processo que ocorrerá num sentido contrário, dificultar a apropriação dos conceitos científicos e significados envolvendo as representações, como podemos vislumbrar na figura 5, do tipo 2D e/ou 3D.

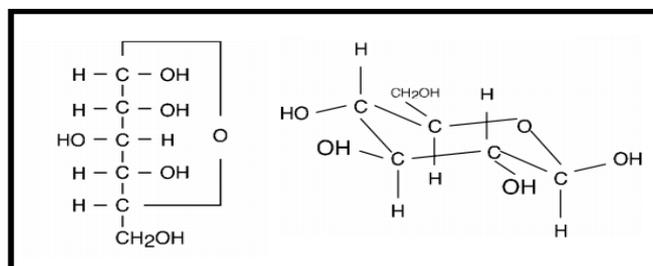


Figura 5-Representações químicas em 2D e 3D que refletem o convencionalismo e a matematização das Ciências. (Fonte: Vollmer (2006, p. 307)

Ademais, o convencionalismo, o formalismo e, porque não mencionar o termo a “matematização” de outros ramos do saber, aparentemente, constitui um caminho irrefreável e irrevogável, tendo em vista o estágio evolutivo hodierno da pesquisa científica e a evolução do pensamento. Com efeito, perspectivamos tal tendência estruturante no trecho a seguir:

*“No contexto do ensino, um dos aspectos mais discutidos por educadores em Ciência é a dificuldade de compreensão dos conceitos científicos pelos alunos. No ensino de Química, conceitos derivados da Mecânica Quântica e utilizados na compreensão dos vários aspectos relativos às ligações químicas e à estrutura molecular apresentam alto grau de dificuldade de compreensão, em função da necessidade de maior abstração. Como diz Bachelard, a Química contemporânea não é mais uma ciência de memória, mas uma Química matemática, uma Química*

teórica, fundada a partir da união com a Física teórica, uma Química teórica-Física teórica”. (Lôbo, 2008, p. 91).

Para efeito de ilustração (estatística), perspectivamos tal tendência nos gráficos abaixo comentados por Schummer (2006) que confirmam um caráter de matematização e gradativo abstracionismo dos conhecimentos científicos produzidos na academia. Por conseguinte, quer seja de modo imediato, ou numa etapa *a posteriori*, as transposições didáticas correspondentes balizarão sua disseminação e popularização no contexto escolar (educação básica), desde que sejam apropriados pelos professores de disciplinas específicas.

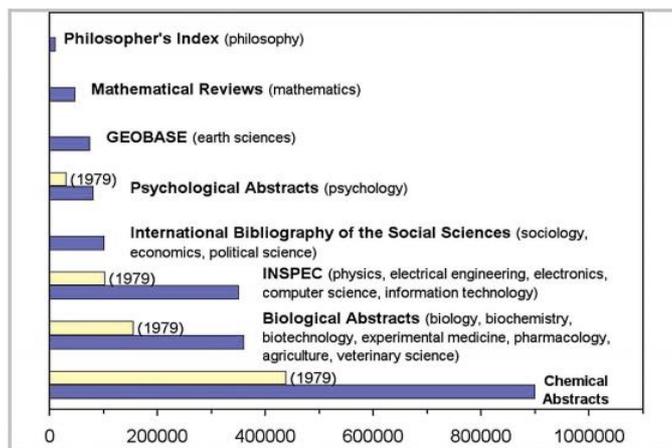


Figura 6-Aspectos do crescimento do viés de abstracionismos e a matematização dos periódicos em Química.

(Fonte: Schummer (2006, p. 203)

Para concluir, observamos que todo o processo de cientificação, assinalado no excerto anterior, confirmam ainda um caráter de acréscimo de perspectiva filosófica (Hirofumi, 2013; Mortimer, 1997; Roger, 2014) herdado pelo progresso sistemático em cada ramo no saber (inclusive no caso da Química). Embora em determinadas áreas do conhecimento como a Matemática, as raízes de discussão filosófica podem ser identificadas há séculos, no caso da Química, por exemplo, Schummer (2006, p. 20) registra que em 1979, poucos ou nenhum filósofo da Ciência poderia imaginar a existência de uma Filosofia da Química (Bensaude-Vicente, 2014).

## DIDÁTICA DA BIOLOGIA (DB)

Em nossa última seção, preservando a mesma linha de interesse e discussão das seções predecessores, abordaremos alguns elementos que devem concorrer, de modo semelhante, para o que poderíamos denominar de Didática da Biologia (DB) (Bizzo, 1991; Brunet, 1998; Coquidé-cantor & Borght, 1998; Clemant, 1998; Galli & Meinardi, 2015; Romine; Walter; Bosse & Todd, 2016; tood; romine & whitt, 2016). De modo preliminar, Tidon e Lewontin (2004) esclarecem, logo de início, que “a Biologia evolucionária integra várias disciplinas na Biologia”. Comentam ainda um forte pensamento epistemológico e filosófico, que envolve a caracterização de que “nada em Biologia pode ter sentido, caso não esteja na perspectiva da luz do evolucionismo”. Alguns dos fundamentos dos pensamentos fundamentais evolucionistas são claramente indicados por Dobzhansky (1973, p. 127), quando explica que “desde o vírus ao homem, hereditariedade é codificado em apenas duas, relações químicas relacionadas: DNA e RNA. O código genético é simples, posto que é universal”.

O caráter de universalidade e aparente simplicidade, quando apreciamos o expediente de análise de Dobzhansky (1973) desconsidera uma intenção natural que se sobressai, ao decurso do nosso trabalho, que envolve as relações inevitáveis com o ensino e a aprendizagem. Nesse sentido, vale observar que “a investigação em Didática das Ciências têm revelado, em vários países, que os estudantes ingressantes no secundário, e o público em geral, demonstram uma pobre e restritiva compreensão, por exemplo, dos principais conceitos da Biologia Evolutiva (Alters; Nelson, 2002; Smith, 2010).

Galli & Meinardi (2015, p. 102) apontam os seguintes fatores e obstáculos que comprometem o seu ensino e a aprendizagem da Teoria Evolutiva: a presença e influência de fatores religiosos presentes para os estudantes, como para professores; a presença e persistência de concepções alternativas, não necessariamente associadas ao pensamento religioso; a inadequação de materiais e as estratégias

didática/metodológicas); a insuficiência do desenvolvimento cognitivo dos estudantes; o escasso conhecimento ou a não aceitação da Teoria Evolucionista por parte dos professores de Ciências. Certamente, a partir dos entraves apontados há pouco, com um amparo em um raciocínio recorrente até aqui, desviamos nossas atenções, de modo natural, para a figura do professor ou, com o emprego apropriado do termo, para o biólogo educador (Romine; Walter; Bosse & Todd, 2016; Smith, 2010; Wallis, 2012). No contexto da produção de pesquisas sobre o assunto e a formação necessária para o professor de Biologia, podemos constatar que:

*“Fica claro, ao observar os diversos trabalhos citados anteriormente, que a forma de abordagem, o tempo gasto para discussão e formação do professor de Biologia são fatores decisivos para que o aluno tenha um entendimento correto da proposta evolucionista, e que, somente através desse entendimento, podemos discutir nossos pontos de vista com clareza”. (Costa; Melo e Teixeira, 2011, p. 124).*

A tônica e o viés de discussão em torno do evolucionismo não desconsidera, de modo recorrente, o papel marcante e a funcionalidade irremediável dos obstáculos epistemológicos, cognitivos e metodológicos intrinsecamente vinculados, também, à sua transmissão em sala de aula. Tonidandel (2013) assume posição concorde conosco, quando expõe sua posição, ao mencionar que:

*“Os obstáculos metodológicos característicos do ensino por investigação, foram enfrentados de duas formas: a partir do nosso entendimento de que a matriz investigativa de Darwin poderia ser utilizada pelos alunos como um percurso de reconstrução, trazendo um norte ou direção seguros para os professores e os alunos, e com base na consideração de que a habilidade de se investigar deve ser ensinada pela própria participação dos alunos na investigação”. (Tonidandel, 2013, p. 205).*

Tonidandel (2013) explica, pouco mais adiante, os pressupostos e as possibilidades de identificação de dificuldades, por intermédio do uso da Sequência de Ensino de Biologia Baseada em Investigação-SEBBI. Divisamos, assim, a tentativa de determinação de um *corpus* teórico que baliza as mediações do professor de Biologia. Na sequência, sublinhamos alguns resultados provenientes da tese de Tonidandel (2013), com atenção declarada para o ensino baseado no contexto da investigação, influenciada pela matriz investigativa de Darwin, assumindo como cenário a matriz investigativa de construção histórica.

*“Nesse trabalho, ao assumirmos o propósito de investigar como seria o ensino da evolução biológica que recuperasse o viés da matriz investigativa utilizada por Darwin em sua pesquisa sobre a origem das espécies, julgamos que seria viável articular as intenções conceituais e metodológicas características da natureza das Ciências biológicas, com abordagem dos principais obstáculos da construção histórica do conceito de seleção natural como mecanismo de evolução biológica numa sequência didática baseada em investigação. Como primeiro resultado, obtivemos a SEBBI, que apresenta essa matriz, com base no ensino e na aprendizagem”. (Tonidandel, 2013, p. 206).*

Os elementos pontuados no excerto anterior devem permitir implicações para um contexto ampliado nas Ciências (Alters & Nelson, 2002), a medida em que desenvolvemos uma atenção particular para a sistematização de propostas de abordagem metodológicas, de modo similar ao caso da SEBBI (Tonidandel, 2013), para a Biologia. Não obstante, em um outro lado do processo, não negligenciamos as idiosincrasias privadas envolvidas na aquisição de conceitos da Biologia ou das Ciências como um todo. De fato, verificamos que Evans et al. (2012, p. 176) comentam alguns pressupostos cognitivos assumidos, na atualidade, para a Educação em Ciências. Algumas concepções direcionadas para o aprendizado das crianças, assumem o pressuposto de que suas ideias são elaboradas a partir de suas concepções de mundo e “a cada etapa, a progressão deve ocorrer apoiando-se e uma concepção anterior”. Entretanto, Evans et al. (2012) levantam a seguinte crítica: “embora a comunidade de educação científica pareça estar de acordo em fornecer um quadro importante para a promoção da potencial compreensão das ideias centrais na Ciência, há uma falta de consenso sobre o que exatamente constitui uma tal progressão de aprendizagem”. (Evans et al., 2012, p. 177). Suas ponderações indicam, de modo irremediável, um caráter não trivial sobre nossa compreensão da natureza da aprendizagem e os fenômenos multifacetados que se mostram relacionados.

Evans et al. (2012) consideram um contexto de aquisição de concepções evolucionistas sobre as Ciências, não desconsiderando um repertório de concepções espontâneas dos sujeitos, sobretudo, às

concepções de ordem tácitas e intuitivas. A tônica e o viés de discussão em torno do evolucionismo não desconsidera, de modo recorrente, o papel e a funcionalidade dos obstáculos epistemológicos intrinsecamente vinculados, também, à sua transmissão. Evans et al. (2012) fortalecem a referida posição, ao mencionar que:

*“Estudos da psicologia intuitiva das crianças são fundamentais para uma compreensão inicial da evolução, não só porque modelam uma forma de avaliar uma sequência de desenvolvimento para um domínio central, mas também porque uma psicologia intuitiva fornece um quadro antropomórfico, que crianças e adultos podem acessar e facilmente eles costumam usar para explicar os processos biológicos”. (Evans et al., 2012, p. 183)*

Para concluir, apresentamos a discussão de alguns aspectos que constituem o campo de estudos da DB. Observamos, porém, que determinados elementos invariantes parecem ser de interesses comuns, no campo das outras didáticas específicas abordadas nas seções anteriores. De fato, os mecanismos que determinam a aquisição de concepções tácitas e espontâneas, tendo em vista a incorporação de conhecimentos científicos, que não podem ser desconsiderados numa ação intencional, que chamamos de transposição didática, apresentam uma natureza intrinsecamente condicionadas pela faculdade cognitiva que chamamos de intuição. Fischbein (1987) nos fornece uma visão globalizante do processo ou fenômeno cognitivo, na medida em que, proporciona a descrição de uma *praxis* refinada do especialista perito.

*“Profissionais, pessoas com uma rica experiência em um determinado domínio, desenvolvem intuições particulares relacionadas ao seu domínio de atividade. Médicos, professores, engenheiros etc. são capazes de tomar decisões em seus domínios apenas com base numa quantidade aparentemente mínima de informações que eles são capazes de usar com alta perspicácia. O especialista pode selecionar as informações obtidas de forma a captar os aspectos mais relevantes do processo e determinar sua significância, apesar a probabilidade de várias interpretações possíveis nas circunstâncias dadas e organizar o todo numa conclusão altamente plausível significativa. O que é fundamentalmente importante é que o perito tem a capacidade de converter em mensagens relevantes aparentemente em aspectos obscuros e não salientes da situação. Tudo isso pode ser feito automaticamente antes que qualquer análise sistemática e completa seja feita e parece ser uma avaliação intuitiva e globalizante”. (Fischbein, 1987, p. 60)*

No trecho anterior, divisamos uma atenção especial dedicada ao papel da intuição, de teorias que proporcionem o entendimento de seus fenômenos, tendo em vista a incorporação de novas ideias ao patrimônio cognitivo do indivíduo. Todavia, quer seja no contexto de investigação da Matemática, da investigação em Química, da investigação em Física ou da Biologia, não podemos perder a perspectiva de que o caráter de provisoriade do pensamento intuitivo pode e, porque não mencionar, deve envolver concepções mal adaptadas, equivocadas que, em maior ou menor substância, se vinculam a um determinado problema em aberto ou investigação. Em relação a tal aspecto, Evans et al. (2012, p. 189) comentam que “esses equívocos, embora incorretos da perspectiva do cientista, representam um genuíno engajamento com o problema e, além disso, eles são localmente coerentes, de certa forma que, podem fornecer soluções que refletem o patrimônio integrado conceptual do aprendiz”.

Finalmente, na consulta da produção recente científica da área, podemos apreciar a designação de termos do tipo “biólogo educador”. O marco primário de designação conceitual do termo anterior pode ser compreendido, segundo a determinação e condição de alguns pressupostos epistemológicos, didáticos e metodológicos, que podem atuar no sentido de tornar claro sua função, num contexto da Didática da Biologia-DB). De modo sistemático, na figura abaixo, acentuamos um conjunto de intenções, visceralmente relacionadas com a transmissão dos saberes científicos, que fundamentam, por exemplo, a proposta de ensino via Sequência de Ensino de Biologia Baseada em Investigação-SEBBI.

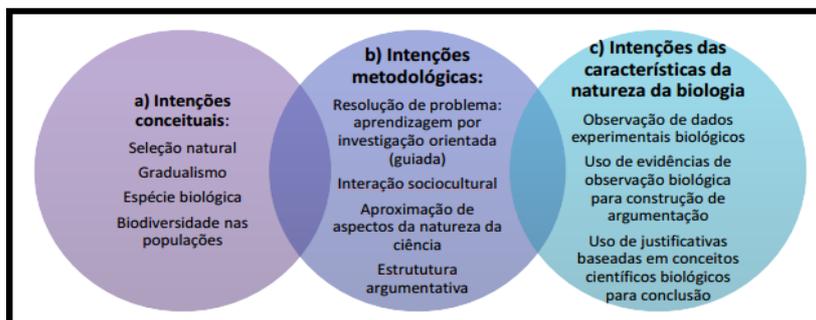


Figura 7-Etapas históricas do desenvolvimento da DC.  
(Fonte: Tonindandel (2014, p. 120))

Na figura 7, apreciamos uma proposta metodológica de Tonindandel (2014, p. 119 - 120) envolvendo “intenções conceituais, metodológicas e da natureza do conhecimento do biólogo”. Certamente que, o exemplo acima proposto, bem como outros exemplo e ações dependem, em maior ou em menor essência de uma subjetividade coletiva científica que confirma o grau de eficácia técnica de eventuais propostas metodológicas, tendo em vista o seu real funcionamento de verificação em sala de aula e a superação dos discursos generalistas e hegemonicamente retóricos. Com efeito, Blanquet (2014) proporciona uma rica visão sobre o assunto, quando explica o papel de uma “cultura científica” amalgamada a partir de uma espécie de “subjetividade científica coletiva”:

*“Para a ciência profissional, em vias de constituição, os instrumentos colocados em mobilização são múltiplos. A sociologia das Ciências insiste, de modo particular, sobre a avaliação entre pares, realizados comumente para intermediar revistas profissionais, colóquios, segundo os procedimentos e critérios evolutivos e variáveis, segundo o domínio, ao ponto de que nenhum critério de cientificidade universal pode ser concebido. Conhecedores ou experts das práticas de sua especialidade, os pesquisadores se conformam-e, frequentemente, lhes ignoram-se ao menos mostrar a evidencia da necessidade sobre a própria natureza das Ciências. Eles são mesmos parte constitutiva de uma subjetividade coletiva, na qual, emana a cultura científica”. (Blanquet, 2014, p. 207)*

Por fim, diante do atual avanço constatado nas seções anteriores, da pesquisa no campo de Ensino de Ciências e Matemática, urge a necessidade do estabelecimento de um “marco” ou orientação comum, respeitados os campos disciplinares, no que concerne aos paradigmas e perspectivas ensejadas na área e, por outro lado, a substituição e a superação de um viés anacrônico que persiste em radicalizar e dicotomizar o contexto de formação em nossas IES aqui no Brasil.

Um problema resiliente é apontado por Carneiro & Gastal (2005), no que concerne à ainda observada ausência de homogeneidade na área e denunciam um elemento visível no processo, consubstanciado pelo papel do livro didático. Os autores referenciam, de modo específico, os componentes de História e Filosofia das Ciências e suas repercussões para a formação de professores de Biologia.

*“Este aparente consenso entre os pesquisadores de Didática das Ciências quanto à incorporação de componentes da História e Filosofia das Ciências nos currículos escolares e em cursos de formação de professores vem encontrando eco nos livros didáticos de Biologia desde os anos 60, quando essa área do conhecimento se constituiu enquanto disciplina escolar desvinculando-se da História Natural. Há uma preocupação em apresentar aspectos históricos na introdução de conceitos científicos. Entretanto, ainda falta uma análise crítica do tipo de história veiculada nesses livros e de como a concepção de História e Filosofia das Ciências deve ser trabalhada nos diferentes níveis de escolaridade. Assim, o que se deveria questionar é a concepção de história veiculada nesses materiais e não a sua ausência”. (Carneiro & Gastal, 2005, p. 34).*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas seções passadas, abordamos alguns elementos de ordem histórica, epistemológica e conceitual que podem auxiliar, tendo em vista o processo de surgimento, evolução e consolidação de um nicho de

investigação que, a depender das influências e concepções hegemônicas, pode ser denominado por Didáticas das Ciências - (DC) ou Didática das Ciências e Matemática-(DCeM). Ademais, as repercussões desta vertente de aportes teóricos culminaram com desdobramentos paulatinamente inevitáveis aqui no Brasil, primeiramente no *locus* acadêmico e, ao passar do tempo, embora ainda com um frágil viés e pontual, no contexto escolar básico.

Tendo em vista uma perspectiva abordada no trabalho que busca delimitar um campo ou esfera de práticas eficientes do professor pesquisador, e conceitualmente alicerçadas por pressupostos científicos, nomeadamente, àqueles originados da Matemática, da Física, da Química e da Biologia, apontamos ainda alguns elementos da Didática da Matemática, Didática da Física, Didática da Química e Didática da Biologia que podem balizar a ação do mesmo, diante de fenômenos multifacetados como o ensino e a aprendizagem particular de determinados assuntos.

Ademais, a partir do expediente objetivado por alguns dos especialistas comentados aqui, constatamos um progresso evolutivo questionador de certos paradigmas que, no transcorrer de algumas décadas, foram substituídos por outros, derivados e condicionados pelos saberes técnicos, científicos e disciplinares. De fato, abordamos fatores de ordem científica, que constata o caráter de insuficiência correlata com a capacidade de abordar problemas de ensino e aprendizagem, no seio de disciplinas específicas, com o amparo de teorias generalistas, originadas em outros campos epistêmicos, e quando balizadas, por exemplo, a partir de um viés de uma “Pedagogia Geral” e um teor correspondente de baixa aderência aos problemas (específicos) de cada campo de saberes individuais (Alves, 2016).

De fato, constatamos, por exemplo, a repercussão da noção de obstáculos epistemológicos que, originalmente pensados no campo da Física, por Gaston Bachelard, repercutiram, passadas algumas décadas, em várias outras disciplinas, inclusive se tornando objeto de investigação em teses de Doutorado, confirmando seu status de aderência, coerência, significância interpretativa e explicativa, quando nos restringimos em cada campo disciplinar.

Outro elemento invariante e que se coaduna com todo um entendimento de o professor (pesquisador) deve recorrer a todo um repertório, intimamente condicionado pela natureza do conhecimento que enseja veicular ou praticar uma mediação ou transposição intencional em sala de aula. Desse modo, o entendimento do processo de transposição didática, os fenômenos de transformações em relação a cada área isolada, com origem no ambiente acadêmico até sua concretização e aparecimento no contexto escolar, exigem um teor de conhecimento maior do professor que, eventualmente, extrapolam o domínio técnico e conteudista.

Finalmente, recordamos uma apreciação de Ciercoles (2005), a respeito das reformas do ensino de Ciências, em países como Alemanha, França, Portugal, Finlândia, Dinamarca, Suécia e, sobretudo Espanha. E, a despeito de um quadro desfavorecido na Espanha, no que concerne ao aperfeiçoamento sistemático do ensino de Ciências (ver figura abaixo), comenta que “as reformas compreendidas em alguns países europeus incluem alguns modelos de aperfeiçoamento do seu ensino”. (Ciércoles, 2005, p. 21) e esses ensinamentos podem servir como referência para a consubstanciação de paradigmas de formação renovados e atualizados em nosso país.

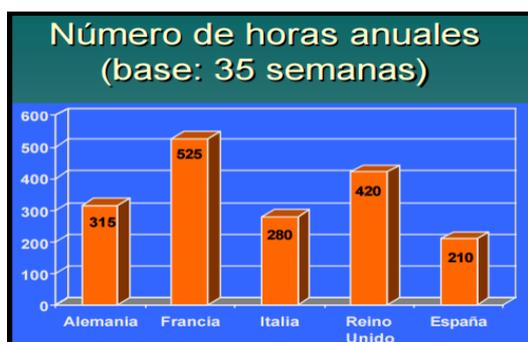


Figura 8-Etapas históricas do desenvolvimento da DC.

(Fonte: Tonindandel (2014, p. 120)

O autor discute as tendências europeias hodiernas de convergência entre os pressupostos e a formação pretendida em Física e Química, por exemplo. Por conseguinte, este e outros exemplos de ações que buscam envidar os esforços para o ensino de Ciências e Matemática podem proporcionar profícuas repercussões e ensinamentos, ainda que no ambiente europeu, repercussões negativas podem ser evitadas,

quando transplantadas ao contexto de ensino brasileiro. Decididamente, o expediente de análise e discussão do papel da DCeM e da DC não se assenta num ensejo de exaustão imediata e apreciação de todos os fatores que, de modo direto ou indireto, se vinculam ao nosso nicho de interesse. Todavia, um discernimento quanto aos seus percursos históricos evolutivos e fatores determinantes e que estimulam o debate atual, por parte dos estudiosos, se mostra imprescindível em nossa realidade atual.

## REFERÊNCIAS

- Adúriz-Bravo, A. (2000). Consideraciones acerca del estatuto epistemológico de la didáctica específica de las ciencias naturales. *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 9(17), 49-52. Recuperado de [https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/69576/1/La\\_didactica\\_de\\_las\\_ciencias\\_como\\_discip.pdf](https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/69576/1/La_didactica_de_las_ciencias_como_discip.pdf)
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. (Tesis doctorales). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Alters, B. J., Nelson, C. E. (2002). Perspective: teaching evolution in higher education. *Evolution: international journal of organic evolution*, Oxford, 56(10), 1891-1901. Recuperado de [https://www.jstor.org/stable/3094632?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3094632?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Acevedo, J. A. et al.. (2005). Mitos da Didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da Ciência no ensino de Ciências. *Revista Ciência e Educação*. 11(1), 1-15. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/01.pdf>
- Alves, F. R. V. (2016). Didática da Matemática. *Revista Interfaces da Educação*, 6(4), 13-28. DOI:10.26514/inter.v7i21.1259
- Alves, F. R. V., Goes, C. S., Portella, A. K., & Barroso, C. (2017). Didática das Ciências e Matemática: seus pressupostos de ordem epistemológica e cognitiva. *Revista Interfaces da Educação*, 8(22), 36-45. Recuperado de <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/1365>
- Arenas, A. F. (1990). Didactica general y didacticas especiales. *Revista Educar*, 17(1), 9-36. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/educar/article/viewFile/42230/90179>
- Astolfi, J. P., & Develay, M. (1990). *A didática das ciências*. Campinas, SP: Papirus.
- Astolfi, J. P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue Française de Pédagogie*, 26(103), 5-18. Recuperado de [http://www.persee.fr/doc/rfp\\_0556-7807\\_1993\\_num\\_103\\_1\\_1293](http://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1993_num_103_1_1293)
- Astolfi, J. P. (1990). Les concepts de la Didactique des Sciences, des outils pour lire et construire les situations d'apprentissage. *Recherche et Formation*, 8(8), 19-31. Recuperado de [http://www.persee.fr/doc/refor\\_0988-1824\\_1990\\_num\\_8\\_1\\_1021](http://www.persee.fr/doc/refor_0988-1824_1990_num_8_1_1021)
- Astolfi, J. P., & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction des situations didactiques en Science expérimentale. *Modèle Pédagogique*, 6(16), 103-141. Recuperado de <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA016-06.pdf>
- Auler, D. (2002). *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de Ciências*. (Tese de Doutorado, UFSC), Santa Catarina. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>
- Augustin, A. B. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. (Tesis doctoral, Universidad Autònoma de Barcelona), Barcelona. Recuperado de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4695/aab1de3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. São Paulo: Contraponto.
- Barros, E. C., Valentim, M. C., & Melo, M. A. A. (2005). O debate sobre o mestrado profissional na CAPES: trajetória e definições. *Revistas Brasileira de Pós-graduação-RBPG*, 2(4), 124-138. DOI:10.21713/2358-2332.2005.v2.84

- Barros, L. V. (2008). Notas sobre o mestrado profissionalizante: a experiência de um centro de desenvolvimento sustentável na UnB. *Revistas Brasileira de Pós-graduação-RBPG*, 5(10), 353-364. DOI: [10.21713/2358-2332.2008.v5.158](https://doi.org/10.21713/2358-2332.2008.v5.158)
- Berg, K. C. (2014). The Place of the History of Chemistry in the Teaching and Learning of Chemistry. In Matthews. R. M. (Eds.). *International Handbook of Research in History* (pp.317-343). New York: Springer.
- Besaude-Vicent. B. (2017). Philosophy of Chemistry or Philosophy with Chemistry?. *International Journal of Philosophy of Chemistry*. 20(1), 59-76. Recuperado de <http://www.hyle.org/journal/issues/20-1/index.html>.
- Bisognin, E. (2013). Produtos educacionais: análise da produção do Mestrado Profissional em Ensino de Física e de Matemática do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Polyphonia*, 24(2), 269-284. Recuperado de <https://www.revistas.ufg.br/sv/article/view/37938>
- Blanquet, E. (2014). *La construction de critères de scientificité pour la démarche d'investigation: Une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire*. (Thèse de doctorat, Université de Genève), Genève. Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01141872/document>.
- Bizzo, N. M. V. (1991). *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo), São Paulo. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-16082013-145625/pt-br.php>
- Brandão, M. A., Maia, E. D & Bomfim, A. M. (2013). Os desafios da construção de um Mestrado Profissional: um panorama dos sete anos do Propec. *Polyphonia*, 24(2), 319-336. DOI:10.5216/rp.v24i2.37941
- Brakel, J. V. (2014). Philosophy of Science and Philosophy of Chemistry. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 20(4), 11-57. Recuperado de <http://www.hyle.org/journal/issues/20-1/vanbrakel.pdf>
- Bravo. A. A. (2000). *La Didáctica das Ciências como disciplina*. Ediciones Universidad de Salamanca. Spain. 61-74. Recuperado de [http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20475/didactica\\_ciencias.pdf](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20475/didactica_ciencias.pdf)
- Bravo. A. A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de Ciencias*. (Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona), Barcelona. Recuperado de <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/4695/aab1de3.pdf?sequence=1>
- Bravo. A. A., Salazar, I., Mena. N., & Badillo, E. (2006). La Epistemología en la Formación del Profesorado de Ciencias Naturales: Aportaciones del Positivismo Lógico. *REIEC Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1), 6-23. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2733/273320433003.pdf>
- Brousseau, G. (1986). *Théorisation des phénomènes d'enseignement des Mathématiques* (These de Doctorat, Université Bourdeaux), Bourdeaux. Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/509225/filename/TheseetAnnexesGBA.pdf>
- Brousseau, G. (1985). Didactiques des Science et formation des professeur. In C. Comiti, T. Ngo Anh, A. Bessot, M.-P. Chichignoud & J.-C. Guillaud (Eds.), *Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants* (pp. 34-54). Hà Nội: Maison d'Édition de l'Éducation.
- Brunet, P. (1998). Enseigner et apprendre par problèmes scientifiques dans les sciences de la vie état de la question. *Revue ASTER, thèse et tendances*, 1(27), 147-181. Recuperado de <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA027-09.pdf>.
- Cachapuz, A. et al.. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/374/37414108.pdf>
- Cachapuz, A., et al.. (2005). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez.

- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Revista Ciência & Educação*, 10(3), 363-381. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05.pdf>.
- Campos, C., & Cachapuz, A. (1997). Imagens de Ciência em manuais de Química portugueses. *Química na nova escola*, 1(6), 23-29. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/pesquisa.pdf>
- Carneiro, M. H. & Gastal, M. L. (2005). História e Filosofia das Ciências no Ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, 11(1), 33-39. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/03.pdf>.
- Ciércoles, M. F. R. (2005). Enseñanza de la física y la química en Europa: análisis comparativo de los sistemas educativos. In Canón, G. P. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos* (pp.15-25). Recuperado de [http://www.eduquim.com/pdfs/didactica\\_de\\_la\\_fisica\\_y\\_la\\_quimica\\_en\\_los\\_distintos\\_niveles\\_educativos\\_2.pdf](http://www.eduquim.com/pdfs/didactica_de_la_fisica_y_la_quimica_en_los_distintos_niveles_educativos_2.pdf)
- Castro, C. M. (2005). A hora do mestrado profissional. *Revista Brasileira da Pós-Graduação*, 2(4), 16-23. Recuperado de <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/73>
- Chamizo, J. A. (2011). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science and Education*, 16(2), 197-216. Recuperado de [http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/a\\_new\\_definition\\_of\\_models\\_and\\_modeling\\_in\\_chemistry.pdf](http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/a_new_definition_of_models_and_modeling_in_chemistry.pdf)
- Chamizo, J. A. (2012). Heuristics Diagramms as a Tool to Teach of History Science. *Science and Education*, May, 21(5), 745-762. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.7858&rep=rep1&type=pdf>
- Chevallard, Y. (1991). *La Transposition didactique*. Paris: La Pensée Sauvage Édition.
- Chevallard, Y. (2005). Didactic Transposition in Mathematics Education. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 1(1),131-134. DOI:10.1007/978-94-007-4978-8\_48
- Chevallard, Y. (2007). Readjusting Didactics to a Changing Epistemology. *European Educational Research Journal*, 6(2), 131-134. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2304/eeerj.2007.6.2.131>.
- Clement, P. (1998). La Biologie et as Didactique. *Revue ASTER*, 1(27), 57-93. Recuperado de <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA027-06.pdf>
- Coquidé-Cantor, M. & Borght, C. V. (1998). Des recherches en didactique de la biologie : finalités, problématiques, concepts et productions (1988-1998). *Revue ASTER, thèse et tendances*, 1(27), 95-122, Recuperado de [http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8707/ASTER\\_1998\\_27\\_95.pdf;jsessionid=E78EE329F8938BC34FC24F49CF57F2CF?sequence=1](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8707/ASTER_1998_27_95.pdf;jsessionid=E78EE329F8938BC34FC24F49CF57F2CF?sequence=1)
- Develay. M. (1993). Pour une épistémologie des savoirs scolaires. *Pedagogie Collegiale*, 7(1), 35-40. Recuperado de [http://aqpc.qc.ca/sites/default/files/revue/develay\\_07\\_1.pdf](http://aqpc.qc.ca/sites/default/files/revue/develay_07_1.pdf)
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology makes sense except in light of evolution. *American Biology Teacher*. 35(1), 125-129. Recuperado de <http://biologie-lernprogramme.de/daten/programme/js/homologer/daten/lit/Dobzhansky.pdf>
- Duarte, M. C. (2004). A história da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*. 10(3), 317-331. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/02.pdf>
- Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematical Education*. England: Palmer Press.
- Evans, M. et al.. (2012). Encountering Counterintuitive Ideas: constructing a developmental learning progression for evolution understanding. In Rosengren, K. S. et al.. (Eds.). *Evolution Challenges: integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (pp. 174-200). Oxford: University of Oxford.

- Ferreira, S. et al.. (2015). Conceptualização da construção da ciência em currículos e manuais escolares. *Revista Conselho Nacional de Educação*, Lisboa. Recuperado de <http://www.cnedu.pt/pt/publicacoes/seminarios-e-coloquios/1065-curriculos-de-nivel-elevado-no-ensino-das-ciencias>
- Ferreira, L., M. (2013). *Atomismo: um resgate histórico para o ensino de química*. (Dissertação de Mestrado, UFSC), Santa Catarina. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103484/318230.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Firme, R. N., & Amaral, R., Edenia, M. (2008). Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens STS em sala de aula. *Revista Ciência & Educação*, 14(2), 251-269. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n2/a05v14n2>
- Fischer, Tania. (2003). Seduções e riscos: a experiência do mestrado profissional. *PENSATA*. 43(2), 119-123. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rae/v43n2/v43n2a10>
- Fourez, Gerard. (1995). *A construção das Ciências: introdução à Filosofia e a ética das Ciências*. São Paulo: UNESP.
- Fúrio, C. & Gil. D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 257-265. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51272>
- Galli, L. G., Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Revista Ciência & Educação*. 21(1), 101-122 Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0101.pdf>
- Gascon, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(1), 7-34. Recuperado de [http://2633518-0.web-hosting.es/blog/didact\\_mate/2.Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20did%C3%A1ctica%20de%20las%20matem%C3%A1ticas.pdf](http://2633518-0.web-hosting.es/blog/didact_mate/2.Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20did%C3%A1ctica%20de%20las%20matem%C3%A1ticas.pdf)
- Guilbert, L., & Meloche, D. (1993). L'idée de science chez des enseignants em formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. *Didaskalia*, 2(1), 7-30. Recuperado de [http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/didaskalia/INRP\\_RD002\\_1.pdf](http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/didaskalia/INRP_RD002_1.pdf)
- Laszlo, P. (2014). Chemistry, Knowledge Through Actions? *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 20(4), 93-119. Recuperado de <http://www.hyle.org/journal/issues/20-1/laszlo.pdf>
- Gutiérrez, R. & Izquierdo, M. (1989): La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 277-284. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51275/93020>
- Gil, P. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21355/93310>
- Gil, P., Carrascosa, J. Furió, C. & Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE/Universidad de Barcelona. Barcelona: Horsori.
- Gil, P., Alis., J., C. & Terrades, F. M. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista educación y pedagogía*. 11(25), 15-65. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/5859>
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science Education*, 86(1), 106-121. DOI:10.1002/sce.10013
- Huerta, J. F. (2003). Renacimiento didáctico. *Enseñanza*, 21, 11-29. Recuperado de <http://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/4065>

- Huerta, J. F. (1990). Niveles epistemológicos, epistemagógicos y epistemo-didácticos en las didácticas especiales. *Enseñanza*, 8, 11-29. Recuperado de [http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20378/niveles\\_epistemologicos.pdf](http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20378/niveles_epistemologicos.pdf)
- Huerta, J. F. (1983). *Tres decenios de innovación didáctico-experimental (1943-1973)*. *Enseñanza*, 1, 11-30. Recuperado de <http://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/search/search>
- Kornhauser, A. (1984). Some methods in teaching chemistry. In Waddington, D. J. (Ed.). *Teaching school Chemistry* (pp.115-158.). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Legendre, F. M. (1994). Problématique de l'apprentissage et de renseignement des sciences au secondaire: un état de la question. *Revue des sciences de l'éducation*. 20(4), 657-677. Recuperado de <https://www.erudit.org/fr/revues/rse/1994-v20-n4-rse1853/031761ar/>
- Lôbo, S. F. (2007). O ensino de Química e a formação do Educador químico, sob o olhar bachelardiano. *Revista Ciência e Educação*, 14(1), 89-100. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/2510/251019506006/>
- Machado, R. (2006). *Foucault, a Ciência e o Saber*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Martins, R. A., Silva, C. C. & Prestes, M. E. B. (2014). History and hilosophy of Science in Science Education, in Brazil. In Matthews. R. M. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philoshopy and Sciences Teaching* (pp.2271-2299). New York: Springer.
- Martins, M. I. T. P. (1989). *A energia nas reacções químicas: modelos interpretativos usados por alunos do ensino secundário*. (Tese de Doutorado, Universidade de Aveiro), Aveiro. Recuperado de <https://ria.ua.pt/handle/10773/14874>
- Matthews, M. R. (1994). História, Filosofia y Enseñanza de las Ciencias: la aproximacion actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21364/93319>
- Matthews, M. R. (2015). *The Contribution of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Mcdermott, L. C. (2000). Bridging the gap between teaching and learning: the role of physics education research in the preparation of teachers and majors. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), 157-170. Recuperado de [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID62/v5\\_n3\\_a2000.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID62/v5_n3_a2000.pdf)
- Moreira, M. A. (2004). O mestrado (profissional) em ensino. *Revistas Brasileira de Pós-graduação-RBPG*, 4(1),131-142. DOI:10.21713/2358-2332.2004.v1.26
- Moreira, M. A., & Nardi, R. (2009). O mestrado profissional na área de ensino de ciências e matemática: alguns esclarecimentos. *Revista Brasileira de ensino de Ciência ou Tecnologia*, 2(3), 1-7. DOI:10.3895/S1982-873X2009000300001
- Mortimer, E. F. (1997). Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, 20(2), 200-207. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n2/4935.pdf>
- Nardi, R. & Castiblanco, O. (2014). *Didática da Física*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Nardi, R. (2009). *Ensino de Ciências e Matemática I: temas sobre a formação de professores*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Nardi, R. & Almeida, Maria J. Pereira M. (2004). Formação da área de ensino de ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. *II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências*, Burgos, 1-12. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2300>
- Nardi, R. (2005). *A área de ensino de ciências no brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros*. (Tese de livre Docência, Universidade Estadual Paulista), Baurú. Recuperado de <http://www2.fc.unesp.br/gpec/documentospdf/Teses/TeseLDNardi.pdf>

- Nardi, R. (2009). *Ensino de Ciências e Matemática I: temas sobre a formação de professores*. São Paulo: UNESP editora.
- Nardi, R. (2015). A pesquisa em ensino de Ciências e Matemática no Brasil. *Revista Ciência e Educação*, 21(2), 1-5.
- Nardi, R. & Almeida, M. J. P. M. (2004). Formação da área de ensino de ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Porto Alegre, 4(11), 90-100. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2300/1699>
- Nardi, Roberto. (2005). *A área de ensino de ciências no brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros*. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista), São Paulo. Recuperado de <http://www2.fc.unesp.br/gpec/documentospdf/Teses/TeseLDNardi.pdf>.
- Nardi, R. (2017) *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras.
- Niezer, T. M., Fabri, F., Frasson, A. C., & Pilltti, L. A. (2015). Caracterização dos Produtos Desenvolvidos por um Programa de Mestrado Profissional da Área de Ensino de Ciências e Tecnologia. *Revista Brasileira de ensino de Ciência ou Tecnologia*, 8(3), 1-29. DOI:10.3895/rbect.v8n3.2084
- Paixão, M. F., & Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 69-77. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/index>
- Paiva, J. C. et al.. (2017). Desenvolvimento profissional e cooperação internacional para professores de química: avaliação da intenção de mudança pedagógica após formação continuada no porto. *Química Nova*, 40(1), 105-112. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/qn/v40n1/0100-4042-qn-40-01-0105.pdf>
- Paun, E. (2006). Transposition didactique: un processus de construction du savoir scolaire. *Carrefours de l'Éducation*, 22(2),1-12. DOI:10.3917/cdle.022.0003
- Pombo. I. & Costa, N. (2009). Avaliação de impacte de cursos de mestrado nas práticas profissionais de professores de ciências-exemplos de boas práticas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(1), 83-99. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/411>
- Porlan, R. A. & Toscano, J. M. (1994). El saber practico de los profesores especialistas. Aportaciones desde la didacticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 4(24), 49-58. Recuperado de [http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/24/R24\\_4.pdf](http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/24/R24_4.pdf)
- Prado, M. R. M. (2011). *A formação pós-graduada em ensino de Ciências naturais e matemática de docentes do IFRN: implicações na atuação docente*. (Dissertação de Mestrado, UFRN), Natal, Recuperado de [https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16079/1/MariaRMP\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16079/1/MariaRMP_DISSERT.pdf)
- Rezende, L. A. (2008) História das Ciências no Ensino de Ciências: contribuições dos recursos audiovisuais. *Ciência em Tela*, 1(2). Recuperado de <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0208rezende.pdf>
- Romine, W. L., Walter, W. L., Bosse, E., & Todd, A. (2016) Understanding Patterns of Evolution Acceptance—A New Implementation of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution (MATE) With Midwestern University Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 1-31. DOI:10.1080/09500693.2016.1212425
- Ribeiro, R. J. (2005). O mestrado profissional na política atual da Capes. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 2(4), 8-15. DOI:10.21713/2358-2332.2005.v2.72
- Ribeiro, M. A. P. (2014). *Integração da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma filosofia do ensino*. (Tese de Doutorado, Universidade de Lisboa), Lisboa. Recuperado de [http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/12152/1/ulsd069011\\_td\\_tese.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/12152/1/ulsd069011_td_tese.pdf)
- Roger, L. (2014). The Pedagogical Philosophy of Bachelard. *Antistasis*, 4(2), 34-37. Recuperado de <https://journals.lib.unb.ca/index.php/antistasis/article/view/22311/25910>

- Rundgren, S. C. & Rundgren, C. J. (2015). Making chemistry education relevant through mass media. In Eilks, I., & Hofstein, A. *Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice* (pp.205-219). Boston: SENSE PUBLISHERS.
- Schäfer, E. D. A. (2013). *Impacto do mestrado profissional em ensino de Física na UFRGS na prática docente*. (Tese de Doutorado, UFRGS), Rio Grande do Sul. Recuperado de <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78481/000899819.pdf?sequence=1>
- Schnetzler, R. P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25(1),14-24. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9408.pdf>
- Schuck, J. R., Martins, S. N., Marchi, I. M., & Grassi, M. H. (2016). Ensino em mestrado profissional de Ciências Exatas: concepções e saberes de professores em formação. *Revistas Brasileira de Pós-Graduação-RBPG*, 13(31), 491-505. DOI:10.21713/2358-2332.2016.v13.1245
- Silveira, V. O. & Pinto, F. C. S. (2005). Reflexões necessárias sobre o mestrado profissional. *Revista Brasileira da Pós-Graduação*, 2(4), 38-47. Recuperado de <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/76>
- Shummer, J. (2006). The Philosophy of Chemistry From Infancy Toward Maturity. In Baird, D., Scerri, E. & McIntyre, L. (Eds.). *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*, (pp.19-39). Boston Studies in the Philosophy of Science: Springer.
- Smith, M. (2010). Current status of research in teaching and learning evolution. I. philosophical/epistemological issues. *Science & Education*, Dordrecht, 19(4), 523-538. DOI:10.1007/s11191-009-9215-5
- Taber, K. S. (2015). Epistemic relevance and learning chemistry in an academic context. In Eilks, I., & Hofstein, A. (Eds.). *Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice* (pp.79-101). Boston: SENSE PUBLISHERS.
- Tiberghien, A. (1985). Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique. *Revue Française de Pédagogie*, 34(72), 71-86. Recuperado de [http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-de-pedagogie/INRP\\_RF072\\_8.pdf](http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-de-pedagogie/INRP_RF072_8.pdf)
- Tiedemann, P. W. (1998). Conteúdos de química em livros didáticos de ciências. *Ciência & Educação*, 5(2), 15-22. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v5n2/a02v5n2>
- Tood, A., Romine, W. R., Whitt, K. C., (2016). Development and Validation of the Learning Progression–Based Assessment of Modern Genetics in a High School Context. *International Journal of Science Education*, 38(1), 1673-1698. Recuperado de DOI:10.1080/09500693.2016.1212425
- Tonidandel, S. M. R. (2013). *Superando os obstáculos no ensino e na aprendizagem da Evolução Biológica*. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo), São Paulo. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-18122014-100501/pt-br.php>.
- Trudel, L., Parent, C., & Métioui, A. (2009). Démarche, cheminement et stratégies: une approche en trois phases pour favoriser la compréhension des concepts scientifiques. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(3), 149-172. Recuperado de <https://www.erudit.org/fr/revues/rse/2009-v35-n3-rse3855/>.
- Villani, A. et al.. (2017). Mestrados profissionais em ensino de ciências: estrutura, especificidade, efetividade e desenvolvimento profissional docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(1), 128-161. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/425>
- Vollmer, S. H. (2006). Space in Molecular representations or how pictures can represent objects. In Baird, D., Scerri, E., & McIntyre, L. (Eds.). *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline* (pp.293-308), Boston Studies in the Philosophy of Science: Springer.

- Vries, M. G., Ferreira, C., & Arroio, A. (2014). Concepções de licenciandos em química sobre visualizações no ensino de ciências em dois países: Brasil e Portugal. *Química Nova*, 37(3), 556-563. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/qn/v37n3/v37n3a28.pdf>
- Wallis, R. L. (2012). Biology Education in the Future. In Kim, M., & Diong, C. H. (Eds.). *Biology Education for Social and Sustainable Development* (pp.61-73). Tapei: Índia.
- Wang, H. A., & Schmidt, W. (2001). History, Philosophy and Sociology of Science in Science Education: Results from the Third International Mathematics and Science Study. *Science and Education*, 10(1), 51-70.
- Zuin, V. G., & Paca, J. L. de A. (2012). Formación docente en química y ambientación curricular: estudio de caso en una institución de enseñanza superior brasileña. *Ensenanza de las Ciencias*, 31(1), 79-93. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/article/view/545/pdf>

**Recebido em:** 05.06.2017

**Aceito em:** 01.11.2017