

Objetivos-obstáculos: epistemologia, currículo e aprendizagem

Renan Milnitsky, Ivã Gurgel e Marcelo Gameiro Munhoz¹

Descobrir que os problemas da ciência contemporânea são problemas filosóficos exige que se defina sua natureza. A armadilha aqui consistiria em apagar a diferença e interpretar filosoficamente os obstáculos de um problema científico sem sequer tê-lo interpretado por meios científicos.

Michel Paty

Desde a instauração da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) em 1996, os esforços para a construção de parâmetros e bases curriculares nacionais vem sendo amplamente realizado no cenário educacional brasileiro. Na busca por uma alternativa à visão propedêutica, enciclopédica e mecanicista que domina o ensino tradicional de física, a construção de currículos pautada no desenvolvimento de competências e habilidades tem sido amplamente empregada, como pode ser percebido na lógica estrutural dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e mais recentemente da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Ao fazer uma análise histórica do processo que levou à incorporação dos conceitos de competências e habilidades aos PCN, Silva (2008) demonstra que enquanto, de um lado, eles possibilitaram o nascimento de perspectiva alternativa para a discussão educacional, na qual os conteúdos de ensino não deveriam mais ser vistos como o fim, mas como um meio para o desenvolvimento das competências e habilidades, de outro, diversos documentos que influenciaram a construção dos parâmetros da base foram profundamente viesados pelas necessidades de readequação da sociedade à globalização econômica e aos avanços tecnológicos, levando alguns autores a caracterizar a formação desta natureza como estando profundamente comprometida com um viés tecnicista e utilitarista. Os documentos fazem ampla referências às necessidades formativas dos estudantes, mas pouco dizem sobre as

¹ O presente texto está em construção e é parte estruturante da tese de doutorado “**A elaboração curricular norteada por Objetivos-Obstáculos: implementação de uma disciplina de Física de Partículas em um contexto de Licenciatura em Física.**” Produzida por Renan Milnitsky e orientada pelos professores Ivã Gurgel e Marcelo Gameiro Munhoz.

dificuldades e obstáculos enfrentados por aqueles que colocam os novos currículos em prática: as professoras e professores.

Em um contexto de construção curricular dominado por competências e habilidades, por que pensar em um currículo norteado por objetivos-obstáculos? Mais especificamente, em que sentido um currículo norteado por objetivos-obstáculos poderia contribuir para a introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, em especial a Física de Partículas, na educação básica? Respostas para estas perguntas não se encontram por detrás de intuições, hipóteses ou conjecturas espontaneamente construídas, mas sim fundamentadas nos diagnósticos das pesquisas conduzidas pelo Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular (NUPIC) entre os anos de 2003 e 2012. Neste período, o grupo investigou a “introdução dos conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea como um processo de inovação que buscou transcender os processos educativos cristalizados pela tradição e pela prática didática.” (Pietrocola, 2017, p. xi). Fruto destas pesquisas, na obra *Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum* (2017), o coordenador do grupo apresenta diagnósticos sobre os desafios enfrentados neste processo de inovação curricular:

Acreditamos que os problemas enfrentados na atualização dos currículos de física podem ser entendidos a partir de dois tipos obstáculos distintos, porém complementares, que definimos como **obstáculos didático-epistemológicos e obstáculos didático-pedagógicos**. (ibid., p.xi)

A **dimensão epistemológica** é entendida a partir dos estudos do filósofo da ciência francês Gaston Bachelard, sendo definida a partir de uma hipótese principal, que aponta a física clássica, muito bem sedimentada nos currículos escolares, como um conhecimento desenvolvido a partir de uma fenomenologia da vida cotidiana dos estudantes, enquanto a física moderna emerge como um esgotamento e superação das ideias clássicas. É neste sentido que os obstáculos didático-epistemológicos representam as dificuldades encontradas pelos docentes ao tentar introduzir novos modos de pensar a física que entram em conflito com as concepções clássicas que se encontram naturalizadas em sua própria prática docente: incorporar a física moderna e, portanto, a física de partículas, exige que se repense a própria forma como a física é pensada e ensinada. Os principais obstáculos que atuam na dimensão epistemológica são apresentados como sendo de natureza fenomenológica, conceitual, ontológica e de linguagem/formalização e serão investigados com mais detalhe no próximo capítulo.

A **dimensão didático-pedagógica** se fundamenta nos estudos do educador francês Guy Brousseau, sendo definida a partir de uma hipótese principal que aponta o ensino da física clássica como fruto de um processo de transposição didática que foi validado historicamente com o intuito de consolidar determinados preceitos educacionais. Os obstáculos didático-pedagógicos remetem, portanto, às dificuldades impostas pela própria lógica estrutural da cultura escolar que se encontra cristalizada no interior das escolas e que sustentam uma lógica de ensino e aprendizagem que, segundo o autor, foram “forjadas ao longo de 200 anos de história do ensino de física e contribuíram para o estabelecimento da física clássica nas salas de aula.” (ibid., p. xiii). Dentre suas principais características, se encontram o confronto com uma hierarquia conceitual de pré-requisitos que moldam sequências didáticas na qual os conteúdos e conhecimentos evoluem por acumulação, uma lógica de propostas de atividades de ensino e aprendizagem voltadas para a memorização de fórmulas e resolução de exercícios, além de obviamente disputar espaço curricular e tempo didático com os conteúdos naturalizados da física clássica.

Ao longo desta década de pesquisa, o grupo pôde constatar que este processo de inovação curricular precisa confrontar essa dupla dificuldade, onde:

De um lado, estão as demandas epistemológicas inerentes ao campo do conhecimento científico, demandas muito distantes dos padrões de compreensão forjados na vida cotidiana. **Do outro, as demandas do ambiente escolar são igualmente desafiadoras**: a ideologia, entrelaçada com as necessidades didáticas e tradicionais, constrói seu próprio conjunto de complicações pedagógicas. O resultado é um problema complexo sem solução óbvia: como ambos os domínios podem ser tratados satisfatoriamente? É possível manter o rigor conceitual e, ao mesmo tempo, atender às demandas do sistema de ensino e aprendizagem? (ibid., p. xiv, grifo nosso).

É neste contexto de obstáculos nas suas mais variadas dimensões que emerge nesta pesquisa a proposta de resgatar o conceito de objetivo-obstáculo, pensado pelo educador francês Jean-Louis Martinand. Neste capítulo, o conceito será apresentado retomando sua gênese e evidenciando seu contexto de formulação. Segue-se para o entendimento de como ele foi difundido e aplicado no contexto educacional francês. Por fim, será evidenciado como ele foi desvirtuado de sua proposta original em seu processo de assimilação pelas pesquisas de ensino e aprendizagem, tendo suas dimensões curricular e epistemológica suprimidas, esclarecendo a necessidade de resgatar estas

dimensões com o intuito de pensar em sua utilização na lógica estrutural do curso de Física de Partículas da Licenciatura do IFUSP, buscando agir sob os obstáculos diagnosticados pelo NUPIC e pensando na formação dos futuros professores de Física.

I. Gênese do conceito e contexto de formulação

A educação mudou muito ao final do século XX. Em artigo publicado em comemoração aos 25 anos do periódico *International Journal of Science Education*, Yore, Bisanz & Hand (2010) traçam um panorama das principais mudanças educacionais vivenciadas desde meados da década de 70. No campo do ensino e aprendizagem, os autores destacam a transição de concepções de aprendizagem marcadas por um viés comportamental *behaviorista*, lógico-matemático e reducionista para outros olhares possibilitados pelas recém formuladas concepções *piagetianas* cognitivistas e construtivistas. No campo da construção de currículos, é dado um destaque para a transição da concepção de currículos pensados a partir da definição de uma grade de conteúdos, para a elaboração de objetivos de aprendizagem pensados à luz de taxonomias. Juntos, estes movimentos abriram o leque para um conjunto de pesquisas que passaram a reconhecer a natureza holística dos processos de ensino e aprendizagem, deixando de entendê-los como um processo reduzido à transmissão de conhecimentos e influenciando um grande conjunto de reformas curriculares que rodam o mundo em meados da década de 90.

Em meio a esta efervescência de concepções educacionais emerge o conceito de objetivo-obstáculo, proposto pelo educador francês Jean-Louis Martinand em sua obra *Connaître et transformer la matière* (1986). No artigo *La référence et l'obstacle* (MARTINAND, 1995), o autor rememora elementos que o inspiraram a construir o conceito na década de 80, apontando que suas vivências no laboratório didático do *Institut National de Recherche Pédagogique* (INRP) foram cruciais para perceber uma dicotomia se formando no contexto educacional francês.

De um lado, Martinand aponta que a ascensão das concepções construtivistas, inspiradas na obra de Jean Piaget, fizeram crescer significativamente o número de estudos sobre os obstáculos criados pelas representações dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem. Do outro, inspirado em trabalhos como os de Robert F. Mager e Benjamin Bloom, via-se crescer significativamente o número de estudos sobre a elaboração de

taxonomias que auxiliavam a definição de objetivos de ensino. No entanto, a escrita dos objetivos era realizada sem levar em consideração os diagnósticos sobre os obstáculos enfrentados pelos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem que a onda *piagetiana* evidenciava no mesmo período. Ainda que este movimento das taxonomias tenha levado à elaboração de objetivos educacionais que orientaram a construção de currículos, ele contribuiu para a ascensão de um grave problema denominado por ele como multiplicação dos objetivos de ensino:

Em meados da década de 70, surge um problema na utilização das taxonomias na definição de objetivos-competências: quando pareciam estar prontos para serem utilizados pelos professores, qualquer tentativa de aperfeiçoamento para torná-los aplicáveis à sala de aula resultava em multiplicação. (MARTINAND, 1995, p.14, tradução livre)

Para Martinand, as taxonomias contribuíram para pensar o processo educacional sob o ponto de vista do aluno e não do professor e para perceber a necessidade de se distinguir o percurso e o processo dos produtos da aprendizagem. No entanto, o educador destaca o fato de que as taxonomias são escritas sob a perspectiva de um aluno ideal, não do estudante real que encontramos no interior das salas de aula. O problema da multiplicação surge em função disto, uma vez que os objetivos têm sido escritos num plano muito distante da sala de aula e não levam em consideração os obstáculos que os próprios estudantes têm apresentado na investigação dos processos de ensino e aprendizagem. Ademais, referenciando o filósofo francês Gaston Bachelard, determinados conceitos trazem em sua estrutura epistemológica obstáculos inerentes a sua compreensão que precisam ser considerados em seu processo de aprendizagem. Para Martinand, as condições para a apropriação do conhecimento devem aliar o *know-how* epistemológico da ciência aos conhecimentos prévios dos estudantes, não podendo nem devendo ser realizada tomando isoladamente um único referencial teórico da aprendizagem, seja ele de construção (tipo Piaget), de recepção (tipo Ausubel) ou de comportamento (tipo de Mager). Jean-Pierre Astolfi reforça a crítica de Martinand, apontando que as reflexões educacionais da época se desenvolveram

por um lado, no campo dos objetivos pedagógicos, e do outro, nas representações dos alunos, sem sequer citarem uns aos outros. Enquanto a segunda linha (representações) destaca a profundidade e a permanência das dificuldades que os alunos encontram nos processos de aprendizagem, a primeira linha (os objetivos) **procura fazer estabelecer os conteúdos operacionais do ensino, definindo-os a**

priori, sem sequer questionar a existência dos obstáculos que ele pode enfrentar. (ASTOLFI, 1992, p.108, tradução e grifo nosso)

Peterfalvi (1997a) aponta que os erros, equívocos e desvios apresentados pelos estudantes não são produtos do acaso ou desconhecimentos que surgem espontaneamente nas salas de aula ao longo dos processos de ensino e aprendizagem. Pelo contrário, eles “obedecem a uma lógica que se constitui como necessidade de pensamento para o sujeito e para a ciência, tendo para eles uma função estrutural e positiva.” (PETERFALVI, 1997a, p.4, tradução e grifo nosso).

O conceito de objetivo-obstáculo emerge como elemento responsável por criar uma ponte entre os obstáculos enfrentados nos processos de ensino-aprendizagem e a definição dos objetivos de ensino que são as tarefas cruciais na elaboração curricular:

Na medida em que esses obstáculos têm um significado epistemológico profundo, acredito que eles fornecem a chave para formular os propósitos mais essenciais de uma educação científica. **Em outras palavras, trata-se de expressar os objetivos em termos de obstáculos superáveis, já que dentre a diversidade dos objetivos possíveis, os interessantes são os objetivos-obstáculos.** (MARTINAND, 1986, p.48, tradução e grifo nosso).

A ideia de objetivo-obstáculo surge como uma ferramenta utilizada não só para definir objetivos de ensino possíveis, mas também para escolher, dentre aqueles objetivos que se revelaram pedagogicamente interessantes, aqueles ligados à superação de um obstáculo. Para Martinand, o conceito consegue criar uma ponte entre dois campos que pouco tem dialogado na atividade educacional:

o dos pedagogos, que buscam por meio de objetivos tornar as ações didáticas mais efetivas, **e o dos epistemólogos**, que se interessam pelas dificuldades enfrentadas pelo pensamento científico." (MARTINAND, 1986, p. 290, tradução e grifo nosso).

Ainda que a apresentação do conceito sugira sua pronta utilização para a definição de objetivos de ensino inspirado em obstáculos, Peterfalvi (2001) rememora que Martinand olhava para o conceito mais como um elemento de reflexão metacurricular, do que propriamente curricular, sendo utilizado não para construir os objetivos de ensino em si, mas sim para avaliar os já existentes, sendo uma ferramenta capaz de selecioná-los, aperfeiçoá-los ou reescrevê-los de tal forma que as grades curriculares pudessem se tornar mais objetivas, agindo diretamente sobre o problema da multiplicação dos objetivos de ensino:

Esta reflexão sobre os objetivos, numa perspectiva pragmática, conduziu, em primeiro lugar, à distinção entre objetivos (que orientam as intervenções pedagógicas com vista ao avanço da aprendizagem) e indicadores de avaliação (cuja formulação é análoga àquela operacional objetivos-capacidades), e sobretudo à proposta de caracterizar os objetivos em termos de obstáculos. Os testes mostram claramente que o número de objetivos diminui muito acentuadamente, porque em ciência e tecnologia não existem tantos obstáculos que possam ser superados em um determinado momento do caminho educacional (MARTINAND, 1986, apud PETERFALVI 2001, p.15, tradução livre).

Desta forma, o conceito poderia ser utilizado não somente para pensar novos currículos, mas também para avaliar o alcance e a aplicabilidade de objetivos explicitados em currículos já existentes. Contribuiria para o estabelecimento de novas perspectivas para os debates curriculares e criaria um terreno fértil para conflitos entre os campos da teoria e da prática educacional, uma vez que assumiria o papel de:

um conceito dialético que cria um tensionamento entre a noção de objetivo e a noção de obstáculo, [...] ligando a esfera das decisões pedagógicas racionais com o conhecimento sobre as dificuldades científicas dos aprendentes: pretende-se, por isso, ocupar um lugar central no ensino das ciências. (Martinand, 1995, p.15, tradução livre)

É esta tarefa metacurricular que percorre a obra publicada por Martinand em 1986. Segundo Germinand (1987), a obra inicia apontando os seguintes questionamentos sobre os objetivos de ensino:

- Qual o alcance dos objetivos de ensino na prática docente?
- Quais critérios definem a coerência e a pertinência de um objetivo de ensino?
- Existem contradições entre o objetivo formulado e o praticado em sala de aula?
- Qual a importância dos objetivos de ensino para a avaliação?
- É possível vincular as pesquisas na definição de objetivos educacionais?
- É preciso distinguir os objetivos educacionais dos indicadores de avaliação

A obra é organizada em três partes. Na primeira delas, Martinand faz uma ampla contextualização sobre a relação entre a construção de objetivos de ensino e as teorias sobre as taxonomias da aprendizagem, referenciando trabalhos como os de Mager, Bloom, Gagné, De Landsheere e D'Hainault. Na segunda parte, analisa a estrutura operacional da construção dos objetivos de ensino, momento no qual aponta para a grande quantidade de objetivos e para o problema da multiplicação dos objetivos de ensino. Na terceira e última parte se dedica a realizar estudos de caso buscando analisar como os objetivos de ensino formulados a priori se confrontam com os obstáculos

enfrentados nos processos de ensino e aprendizagem – um confronto da teoria com a prática educacional. É neste processo de análise dos estudos de caso que sugere a seleção de objetivos possíveis a partir de obstáculos superáveis, sendo de muito interesse para a prática educacional se definir os objetivos-obstáculos. (GERMINAND, 1987)

Ainda que Martinand seja o precursor do conceito na década de 80, não é ele quem leva o conceito adiante ao longo da década de 90, que passa a ser difundido, aplicado e assimilado por diferentes agentes no contexto educacional francês que estendem o alcance metacurricular originalmente proposto pelo educador francês. Nos dedicaremos à compreensão deste processo na próxima seção.

II. Difusão, assimilação e aplicação no contexto educacional francês

A vinculação de Jean-Louis Martinand ao INRP foi fundamental para que o conceito de objetivos-obstáculos alcançasse outros horizontes para além da própria interpretação do autor. Philippe Perrenoud, educador francês que ficou notavelmente reconhecido no por seus trabalhos sobre competências e habilidades, dedica um artigo a compreender a aplicação e o alcance do conceito. Em *Inover en identifiant et en dépassant des objectifs-obstacles* (1996), aponta que “a noção de objetivo-obstáculo não vira as costas à noção de objetivo geral da aprendizagem” (PERRENOUD, 1996, p.17, tradução nossa). O conceito passa a se configurar como elemento estruturante de propostas de ensino, diferente da concepção metacurricular empregada por Martinand, assumindo que nos processos de ensino-aprendizagem “os alunos encontram obstáculos. Alguns são comuns a todos e, nesse sentido, a tarefa é então concentrar o esforço naquilo que os impede de avançar: o obstáculo torna-se o objetivo.” (ibid, p.17). Ao analisar as propostas que tem feito uso do conceito, Perrenoud aponta que os trabalhos costumam ser realizados em três fases:

1. Fase em que **identificam os objetivos-obstáculos**, tanto pela experiência direta como levando em conta experiências realizadas em outros lugares e pesquisas.
2. Fase em que **criam estratégias para superá-los** ou contorná-los.
3. Fase em que **afinam, revisam e complementam a sua estratégia inicial**, à luz da experiência, graças a sucessivas regulações.

(Ibid, p.31, grifo e tradução nossa)

É interessante notar como a lógica parece se inverter: de objetivos construídos *a priori* deslocados da prática educacional, para objetivos inspirados exclusivamente nos

obstáculos apresentados pelos estudantes. Ao final do artigo, Perrenoud faz referência ao INRP como grande responsável pela aplicação e supervisão dos estudos realizados fundamentados no conceito.

Ainda que Martinand estivesse vinculado ao INRP à época, o conceito ganha relevância pelos trabalhos realizados sob a supervisão do até então coordenador do departamento de didática de ciências Jean Pierre-Astolfi. A obra *La didactique des sciences* (1989), escrita pelo educador francês em colaboração com Michel Develay, ganha uma versão traduzida para o português que ainda é amplamente utilizada em cursos introdutórios da graduação em pedagogia no Brasil. Nela é possível encontrar uma seção inteiramente dedicada aos objetivos-obstáculos, estabelecendo conexão direta do conceito com trabalhos que investigam as representações dos alunos:

A ideia de representação de um conceito [...] tornou-se um clássico a partir dos trabalhos de Bachelard, Piaget e Bruner, [defendendo que] toda aprendizagem vem interferir com um conceito "já-existente" nos sujeitos. (ASTOLFI & DEVELAY, 1989, p.35)

De Bachelard, se extrai a dimensão epistemológica, que encontra respaldo nos estudos históricos e filosóficos dos conceitos científicos. De Piaget, se extrai a dimensão cognitiva, que apresenta em que momentos do estágio do desenvolvimento dos estudantes determinados obstáculos se manifestam com maior e menor intensidade. De Bruner, se extrai a dimensão narrativa, procurando compreender como os obstáculos se articulam com as narrativas explicativas construídas pelos estudantes nas propostas de ensino-aprendizagem.

Na caracterização de como os obstáculos devem ser entendidos, os autores buscam esclarecer confusões sobre interpretações que começam a surgir desde quando foi formulado por Martinand em 1986. O esclarecimento mais importante se refere à distinção que precisa ser feita com relação ao conceito de "bloqueio" proposto Michel Sanner em *Du concept au fantasme* (1983). Enquanto Sanner aponta bloqueios como estruturas que devem ser evitadas pois criam, como citam os autores, constrangimentos e impedimentos do avanço pedagógico, os obstáculos não devem ser contornados ou evitados, uma vez que, de acordo com Bachelard, é em termos da superação de obstáculos que o problema de produção e do aprendizado do conhecimento deve ser encarado.

A síntese da forma como Astolfi e Develay interpretam o conceito é apresentado pelos autores no esquema da Figura 1, onde fica evidente a proposta de resolução da dicotomia

entre os objetivos de ensino e dificuldades encontradas em sala de aula. Os objetivos são caracterizados como determinados a priori a partir de modelos taxonômicos. Os obstáculos são caracterizados como desvios do pensamento notados nas representações dos alunos investigadas pelos processos de ensino e aprendizagem. Já os objetivos-obstáculos atuam como uma ponte entre a definição do objetivo de ensino e a superação de um determinado obstáculo, que deve ser abordado a partir de condições pedagógicas que favoreçam o estudante a superá-lo, ao passo que possa ser traduzido numa linguagem expressa em termos das teorias de taxonomias clássicas.

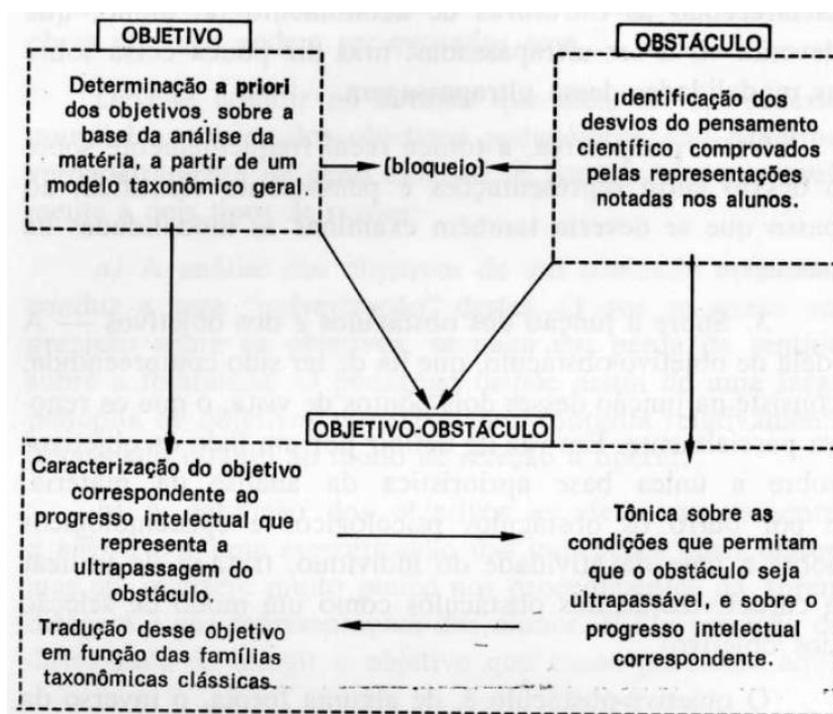


Figura 1 – Objetivos, Obstáculos e os Objetivos-Obstáculos apresentados por Astolfi e Develay em A Didática das Ciências. Fonte: (ASTOLFI & DEVELAY, 1989, p.66)

Mesmo que os autores apontem na fundamentação teórica da obra que a “emergência da didática está ligada a uma análise interativa e complementar de dados psicológicos e epistemológicos” (ibid, 35), mais uma vez, como apontamos em Perrenoud, um grande enfoque é dado aos obstáculos originados nas dificuldades cognitivas enfrentadas pelos estudantes, enquanto pouco se trabalha a natureza epistemológica deles.

Em termos de aplicação do conceito, ele foi amplamente estudado no INRP por Brigitte Peterfalvi sob a supervisão de Jean-Pierre Astolfi. A pesquisadora acompanhou propostas realizadas por grupos de professores de diferentes escolas em diferentes contextos. Parte dos resultados destes estudos realizados no início da década de 90 foram

publicados no artigo *Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales* (1993). O estudo reconhece a importância dos confrontos epistemológicos no acesso ao conhecimento científico e contextualiza que, mesmo com a proposição do conceito de objetivos-obstáculos, pouco tem se dedicado à elaboração de propostas didáticas organizadas justamente com o intuito de superar estes obstáculos. O artigo apresenta de forma sistematizada resultados das intervenções realizadas pelo grupo de pesquisas em didática das ciências do INRP e revela dois aspectos importantes de propostas didáticas organizadas no entorno dos objetivos-obstáculos:

1. A resistência por parte dos estudantes é parte integrante e estrutural do processo, de modo que a instalação de conflitos conceituais em sala de aula é fundamental – as sequências devem ser pensadas em torno da polêmica e não do consenso. Apesar disso, estes conflitos são apenas uma dentre várias variáveis que devem ser pensadas na organização de sequências didáticas.
2. É preciso articular a lógica de trabalho com obstáculos com outras perspectivas de ensino e aprendizagem – o conceito não surgiu para criar uma hegemonia no campo da educação, mas sim como uma forma complementar de lidar com as dificuldades apresentadas pelos estudantes.

Ainda que o primeiro ponto seja crucial, pois trata da abordagem esperada numa sequência organizada no entorno de obstáculos, o segundo ponto merece atenção. A ascensão de novas concepções de ensino que dominam as discussões educacionais desde a década de 70, ao mesmo tempo que contribuíram para enxergar novas possibilidades de olhar para a educação, entraram na perigosa armadilha da teoria de tudo. O behaviorismo, o construtivismo, o sócio-interacionismo e outras linhas que surgiram à época se pretendiam como teorias definitivas esclarecedoras dos processos de ensino e aprendizagem. Peterfalvi, toma muito cuidado ao apresentar seus estudos sobre objetivos-obstáculos, esclarecendo que não pretende com ele esgotar todos os problemas enfrentados na aprendizagem dos estudantes, mas contribuir para um debate que acredita ser inesgotável, ressaltando que:

É necessário, portanto, pensar na necessária complementaridade destes trabalhos sobre obstáculos com os outros métodos de ensino. A perspectiva que adotamos não é, portanto, organizar todo o ensino em torno de obstáculos, mas, em um pequeno número de obstáculos recorrentes, tão bem identificados quanto possível, para ver

quais dispositivos particulares podem ser colocados em prática para produzir desenvolvimentos intelectuais que uma operação didática centrada apenas na progressão nocional não permite. (PETERFALVI, 2001, p.4, tradução e grifo nosso)

Ao olhar para a forma como os obstáculos foram organizados para pensar propostas didáticas, Peterfalvi reconhece estar se “distanciando da forma como o próprio Martinand implementava sua própria proposta, na medida em que, ao contrário dele, incentivamos os professores a usar os objetivos-obstáculos para desenhar suas sequências.” (ibid, p.2). Ao longo do artigo são apresentados conjuntos de propostas sobre as transformações da matéria do ponto de vista da química e da biologia. Um destes estudos é sistematizado no esquema apresentado na Figura 2, na qual enumeração de 1 a 5 indica lógica de construção das propostas.

Num primeiro momento [1], é identificado, a partir de um levantamento de concepções prévias dos estudantes, os obstáculos que resistem ao aprendizado de determinada temática. O exemplo dado no esquema aponta como **obstáculo a ideia de que gases não são matéria**. Em seguida, num segundo momento [2], é apresentado o que se espera com a **superação do obstáculo**, que neste caso se trata do contraponto lógico do obstáculo, ou seja, **a ideia de que os gases são matéria**. A forma como a sequência didática deve ser pensada, apresentada no terceiro momento [3], **busca atacar fenômenos que não podem ser explicados sem a superação do obstáculo**. Ainda pensando no planejamento da sequência, num quarto momento [4], é **construída uma rede contendo as ideias e narrativas associadas à manutenção dos obstáculos**, compreendendo como suas representações se ligam fortemente a hipóteses e ideias que reforçam suas concepções e não aquelas que vão na contramão delas. Por exemplo: concepção de que a matéria necessariamente deve ser algo visível, pesado e que opõe uma certa resistência ao movimento. Desistir dessa ideia é difícil, pois ela estrutura toda a percepção cotidiana de mundo: se aceitamos facilmente a ideia de que gases são matéria, então por que calor, eletricidade, energia também não seriam? Por fim, num quinto momento [5], são pensadas atividades e dinâmicas por meio das quais as representações possam ser reestruturadas e os obstáculos sejam superados. Por exemplo: elaborar situações experimentais que permitem conferir aos gases algumas das propriedades admitidas por matérias sólidas e líquidas (o fato de serem pesadas, de poderem ser transportadas de um recipiente para outro e até mesmo de serem dotados de cor).

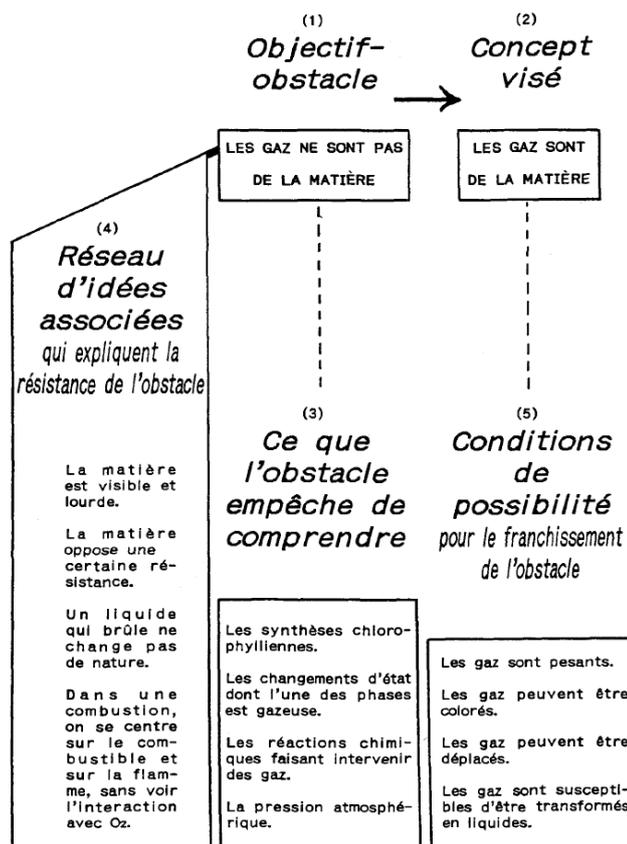


Figura 2 - Esquema apresentando a organização de uma proposta para a superação de obstáculos apresentados pelos estudantes que não conseguem interpretar o ar como matéria.

Fonte: ASTOLFI & PETERFALVI, 1993, p.112

Ao refletir sobre os resultados obtidos ao longo das propostas, Astolfi & Peterfalvi apontam que os obstáculos parecem ter uma dupla característica que torna complexa sua superação: uma **dificuldade de transposição conceitual** que se alia a uma **facilidade da mente em se acomodar** nas ideias consolidadas pelo sujeito. Na figura 3, os autores apresentam um esquema que sintetiza a forma como enxergam a aprendizagem baseada na superação de obstáculos, se inspirando numa variedade de teorias da aprendizagem. Na dimensão cognitiva de Piaget, os autores descrevem um primeiro momento de conflitos conceituais e sociocognitivos que provocam uma desestabilização nos sujeitos e fazer emergir o reconhecimento do obstáculo. Esta desestabilização é então conduzida a um processo de interiorização que conduz à superação. Neste processo a dimensão sociointeracionista de Vigotsky se torna fundamental, uma vez que é no diálogo com os pares, mediados pelo notório saber docente, que os obstáculos podem ter sua existência reconhecida, suas naturezas debatidas, e iniciado movimentos para que ele seja enfim superado.

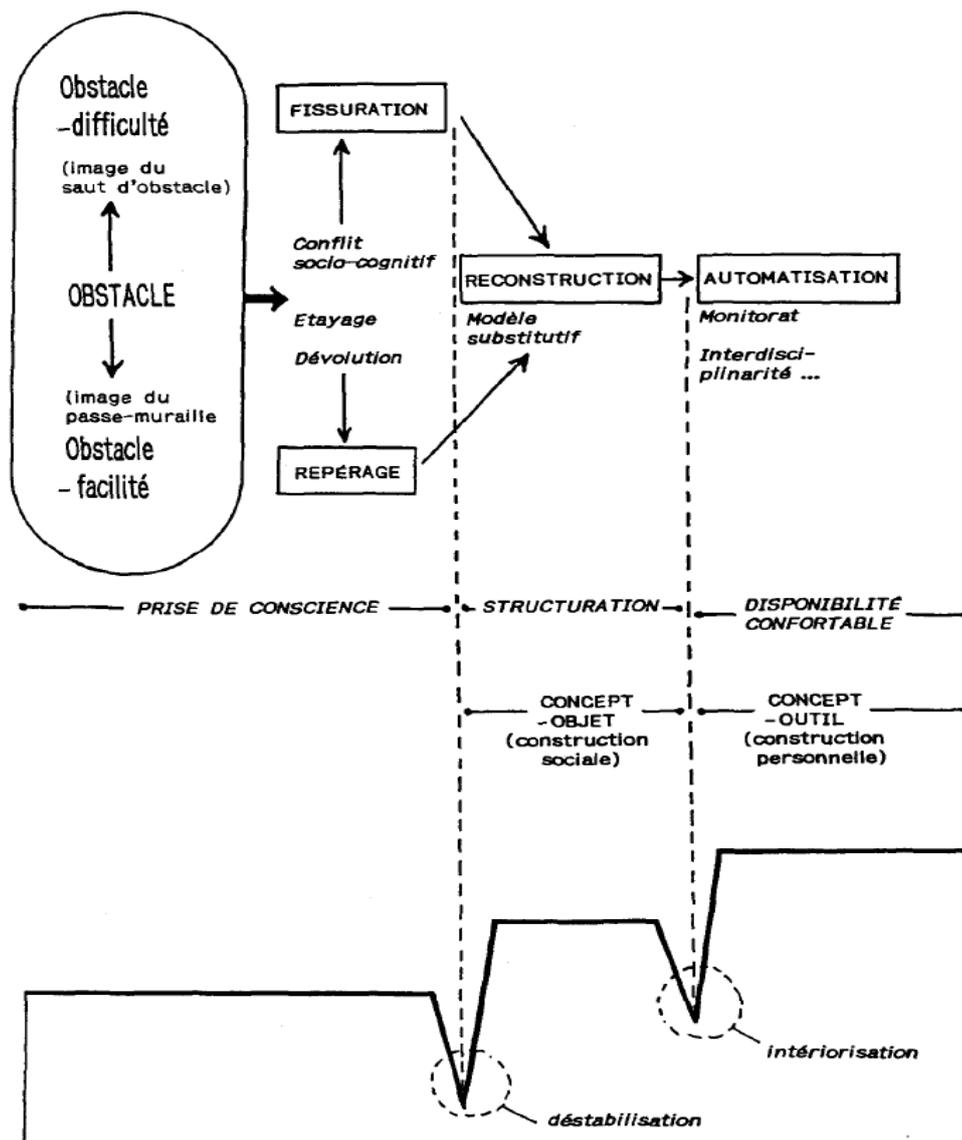


Figura 3 - Representação esquemática dos processos que conduzem à superação de obstáculos.
Fonte: ASTOLFI & PETERFALVI, 1993

A condução de estudos e acompanhamento de intervenções didáticas foi sinalizando aos pesquisadores do INRP ao longo da década de 90 que a superação de um obstáculo é de uma multiplicidade tão complexa que requer operações intelectuais que não ocorrem necessariamente no exato momento da aprendizagem. Nesta processo de revisitação, quase uma década após as pesquisas com objetivos-obstáculos, Peterfalvi (2001) faz, em sua tese de doutoramento, um balanço das conquistas e um diagnóstico das investigações conduzidas ao longo deste período. Um ponto reconhecido pela autora aponta que “a superação de obstáculos pressupõe, a fortiori, um trabalho de longo prazo. Falar, como temos feito, de superação de obstáculos numa aula, talvez seja excessivo.” (PETERFALVI, 2001, p.2). O diagnóstico é apontado principalmente pela percepção de que

“é da natureza dos obstáculos resistir por suas multiformes adesões e reaparecer quando não mais se espera”, ressaltando, numa perspectiva mais realista e pragmática, que “sem dúvida é melhor pensar – no sentido forte psicanalítico – em trabalhar para reconhecê-los [e caracterizá-los] do que ter a ilusão de atravessá-los.” (ibid, p.2). Por fim, destaca que um possível “objetivo final seria, então, não ir além deles [os obstáculos], mas ser capaz de identificá-los, saber nomeá-los e trabalhar em cima de suas manifestações.” (ibid, p.2). Com um processo educacional desta natureza, os docentes e estudantes passam a ter consciência da existência dos obstáculos e se tornam capazes, ao longo de sua trajetória formativa, de agir para superá-los. Esta perspectiva mais madura e ponderada de Peterfalvi, aparenta estar mais condizente com uma formação emancipadora e que estimule o desenvolvimento da autonomia do sujeito. Neste sentido, o processo educacional é construído não para fazer com que o sujeito supere os obstáculos, mas para criar experiências que possam capacitá-los a reconhecê-los, caracterizá-los e enfim traçar estratégias de enfrentamento para superá-los.

Saindo dos muros do INRP, ao analisar os estudos publicados ao longo da década de 90 e inspirados no uso que o instituto fez do conceito em suas pesquisas, é possível identificar mais propostas com estruturas e reflexões semelhantes, mas com temáticas das mais diversas possíveis. Dellatre (1993) reflete sobre propostas que enfatizem a resolução de situações-problema, ponto que também explorado numa interface de estudos de ciências e geografia por Therer (1993), que aponta os objetivos-obstáculos como um novo caminho na didática das ciências. Plé (1997) amplia as reflexões de Peterfalvi e conduz novos estudos sobre as transformações da matéria, enquanto Delgery (1999) utiliza o conceito para explorar obstáculos no processo criativo da escrita. Até mesmo o pesquisador brasileiro Pietrocola (2001) tenta entender o acesso à realidade como objetivo-obstáculo fundamental para ensino de Física Moderna em uma publicação em língua francesa intitulada *La realite comme objectif-obstacle*.

Ao analisar as propostas fica evidente, como já mencionado anteriormente, o quanto os obstáculos têm sido pensados à luz das concepções dos estudantes. Pouca importância tem sido dada à sua natureza histórica e filosófica, suprimindo a dimensão epistemológica fundamental do conceito. É sobre esta supressão do componente epistemológico em detrimento no cognitivo que nos dedicaremos na próxima e última seção deste capítulo.

III. Supressão das dimensões curriculares e epistemológicas: objetivos-obstáculos-epistemológicos?

Quando observamos atentamente a formulação e aplicação do conceito de objetivos-obstáculos, percebemos que duas de suas principais naturezas, a curricular e a epistemológica, são sistematicamente suprimidas. O conceito emerge tendo como uma de suas principais referências uma espécie de união entre os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard e a epistemologia genética de Jean Piaget. Torna-se objetivos-obstáculos numa pretensão educacional que tem como intuito auxiliar a reformulação de currículos a partir de um novo olhar para a definição dos objetivos de ensino. Ao penetrar as práticas educacionais, aquilo que tinha de epistemológico se esvai, restando apenas os obstáculos cognitivos apresentados pelos estudantes em sala de aula. Aquilo que tinha de curricular também se esvai, sendo o conceito empregado como elemento para categorizar as dificuldades apresentadas pelos estudantes nas práticas educacionais. Ao final, restam apenas os obstáculos.

Essa impressão é manifestada pelo próprio Martinand ao comentar a penetração de seu conceito do contexto educacional. Surpreso tanto pela sua recepção, quanto por sua distorção, o educador francês aponta que:

Surpreendeu-me a recepção bastante favorável da noção de objetivo-obstáculo, mas também **a forma reducionista e distorcida como foi recuperada no campo pedagógico: apego excessivo a uma pedagogia de resolução de problemas sobre obstáculos**, que parece ser possível, mas com certeza é limitada; ou **ainda a banalização da ideia de obstáculo**, que teve um forte significado desde que Bachelard a formulou na epistemologia da ciência. (MARTINAND, 1995, p.15, tradução e grifo nosso)

Peterfalvi também aponta distorções do conceito em sua tese de doutoramento, onde faz um balanço de sua utilização após quase uma década de estudos sobre ele:

[...] **pudemos constatar a realidade de um risco inflacionário**, que leva à organização de longas sessões em torno do mesmo obstáculo identificado. **Esse inchaço e a preeminência declarada dos obstáculos pode funcionar como uma simples reorganização das práticas sob um novo rótulo [...] o que equivaleria apenas à sua banalização.** (PETERFALVI, 2001, p. 1, tradução e grifo nosso)

Este processo de assimilação fragmentada de elementos do pensamento bachelardiano extrapola o campo educacional e para ser compreendido preciso ser lido à luz de estudos de intérpretes do pensamento do filósofo francês. É preciso levar em consideração aquilo que Bontems (2017) denomina como o “bachelardianismo assimilado”, fruto das ascensões, crises e penetrações que a epistemologia bachelardiana teve nos mais diversos contextos ao longo da história desde sua elaboração. Bontems organiza a assimilação do pensamento bachelardiano em quatro fases: i. Convergência rompida, ii. Bachelardização, iii. Crise do bachelardianismo e iv. Herança filosófica. É no terceiro momento, a crise do bachelardianismo, que encontramos elementos para compreender a distorção de seus conceitos no campo do ensino e da aprendizagem, principalmente pois ocorre, segundo autor, no mesmo período histórico (1972-1996) em que a efervescência de discussões sobre ensino-aprendizagem roda o mundo. Para Bontems, é possível constatar que:

a inflação da referência a Bachelard nos anos 1970 veio acompanhada de uma deturpação de seu pensamento. Aceitava-se como óbvio que os progressos epistemológicos são produzidos por rupturas e que os fatos científicos são “construídos”, [desconsiderando] outras implicações do bachelardismo (por exemplo, o valor indutivo da matemática, o papel dos instrumentos fenomenotécnico e a recorrência das linguagens teóricas). (BONTEMS, 2017, p.210, grifo nosso)

A recepção pelo contexto educacional e filosófico francês da famigerada obra de Thomas Kuhn *A Estrutura das Revoluções Científicas*, que recebe em língua francesa sua primeira tradução em 1972, revela aspectos ao mesmo tempo de um desconhecimento e de uma deturpação do pensamento bachelardiano. Segundo o autor, enquanto de um lado, acreditava-se reconhecer “na mudança de paradigmas” a confirmação da análise bachelardiana, do outro, celebrava-se a novidade radical no qual se priorizava a influência e sobreposição dos acontecimentos sociais em detrimento dos epistemológicos e científicos, criando a famosa dicotomia interna-externa que é ainda bastante debatida no campo da história da ciência:

Sugeriu-se a ideia de que a compreensão da ciência poderia se abster do ponto de vista dos epistemólogos, o que, no limite, era contraproducente, na medida em que tomava por óbvio aquilo [pensamentos e propostas científicas] cuja gênese precisava ser explicada. (ibid, p.211, grifo nosso)

O autor finaliza pontuando que esse enfraquecimento de linhas de pesquisas epistemológicas veio acompanhada de uma diminuição de olhares para a construção e

estruturação dos problemas originários, hipóteses, modelos, teorias e experimentações científicas – desvirtuando de Bachelard toda sua proposta epistemológica e resgatando dele apenas conceitos que favoreciam debates ocorridos à época. Com isto, “o enfraquecimento do bachelardismo [enquanto projeto epistemológico] favoreceu a importação que tornou possível a voga do sócioconstrutivismo” (ibid, p.211).

É nesse contexto de desvirtuação entre os fundamentos epistemológicos de sua obra e a apropriação descontextualizada de seus conceitos que Bachelard passa a ser amplamente referenciado nas pesquisas de ensino-aprendizagem. O problema crucial consistiu, como apontamos na citação de Michel Paty que abre o capítulo, em cair numa armadilha de “apagar a diferença e interpretar filosoficamente os obstáculos de um problema científico sem sequer tê-lo interpretado por meios científicos [deslocando-os diretamente para o campo cognitivo]” (PATY, 1995, p. 24).

De obstáculos epistemológicos, para objetivos-obstáculos e ao final reduzido simplesmente à obstáculos. Os potenciais de estruturante curricular pensado à luz da epistemologia da ciência precisam ser resgatados. Talvez faça sentido para esta tese pensar em **objetivos-obstáculos-epistemológicos** para suprir as necessidades da construção curricular de uma disciplina de Física de Partículas para a Licenciatura em Física que leve em consideração, ao mesmo tempo, os obstáculos didático-pedagógicos inerentes aos condicionates da cultura escolar e os obstáculos didáticos-epistemológicos inerentes à compreensão das novas formas de pensar a física dos séculos XX e XXI.

Referências Bibliográficas

- ASTOLFI, J.P. El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 12, p. 147-155, 1988.
- ASTOLFI, J.P. & DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Tradução: Magda Sento Sé Fonseca. Campinas: Papirus Editora. 1989. 132p.
- ASTOLFI, J.P. El Apprendre par franchissement d'obstacles?. **Reperes**, Lyon, v. 5, , p. 103-116, 1992.
- ASTOLFI, J.P. & PETERFALVI, B. Obstacles et Construction de Situations Didactiques En Sciences Expérimentales. **Aster**, Lyon, v.16, p.103-142, 1993.
- ASTOLFI, J.P. El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 206-216, 1994.
- ASTOLFI, J.P. & PETERFALVI, B. Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. **Aster**, Lyon, v. 25, p.193-216, 1997.
- ALMEIDA, F.F. O valor ontológico do pensamento bachelardiano. **Cronos**, Natal, v. 4, n. 1/2, p. 23-31, 2003.
- ALMEIDA, F.F. Bachelard e a Filosofia. **Trans/Form/Ação**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 85-92, 2003.
- BALIBAR, E. From Bachelard to Althusser: the concept of 'epistemological break'. **Economy and Society**, London, v.7, n.3, 1978.
- BARBOSA, E. & BULCÃO, M. **Bachelard: Pedagogia da razão, Pedagogia da imaginação**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2011. 102p.
- BACHELARD, G. **A Epistemologia** / Apresentação Dominique Lecourt /Tradução: Fátima Lourenço Godinho & Mário Carmino Oliveira. Lisboa: Edições 70, 2013. 266p.
- BACHELARD, G. **Estudos** / Apresentação Georges Canguilhem /Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008. 86p.
- BACHELARD, G. **O Novo Espírito Científico** / Tradução: Juvenal Hahne Júnior. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro, 2000. 151p.
- BACHELARD, G. **A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço / Coleção os Pensadores** / Tradução: Joaquim José Moura Ramos et al. São Paulo: Abril Cultural, 1978. 354p.

- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento** / Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 314p.
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977. 244p.
- BACHELARD, G. **La Valeur inductive de lá Relativité**. Paris: Vrin, 1929. 123p.
- BONTEMS, V. **Bachelard** / tradução Nícia Adan Bonnatti. 1ª ed. São Paulo : Estação Liberdade, 2017.
- BROCKINGTON, G.; SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. **A Realidade Escondida: A inserção de conceitos de Física Quântica e de Partículas no Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. 126p
- BULCÃO, M. **O racionalismo da ciência contemporânea: introdução ao pensamento de Gaston Bachelard**. São Paulo: Ideias & Letras, 2009. 232p.
- BULCÃO, M. Meu Encontro com Bachelard. **Ensaio Filosófico**, Rio de Janeiro, v.7, p.69-82, 2013.
- CASTELAO-LAWLESS, T. Phenomenotechnique in Historical Perspective: Its Origins and Implications for Philosophy of Science. **The University of Chicago Press: Philosophy of Science**, Chicago, p. 44-59, 1995.
- CHAZAL, G. La Physique Contemporaine et la Philosophie de Gaston Bachelard. In : DAMIEN, R. ; HUFSCHEMITT, B. **Bachelard : Confiance Raisonnée et Défiance Rationnelle**. Paris: Presses Universitaires de France-Comté, 2006, p.35-46.
- CHIMISSO, C. From phenomenology to phenomenotechnique: the role of early twentieth-century physics in Gaston Bachelard's philosophy. **Studies in History and Philosophy of Science**, Amsterdam, v. 39, p.384-392, 2008.
- DEVELAY, M. Produire des documents de ressources en didactique des sciences expérimentales. **Repères**, Lyon, v.1, p. 95-117, 1990.
- DELGERY, A. Les représentations des difficultés en écriture. **Spirale**. Paris, v.23, p. 101-111, 1999.
- GEMINARD L. Martinand. — Connaître et transformer la matière. In: **Revue française de pédagogie**, volume 81, p. 113-115, 1987.
- LECOURT, D. **L'épistémologie historique de Gaston Bachelard**. 4. ed., Paris: J. Vrin, 1969. 128p.
- LECOURT, D. **Marxism and Epistemology: Bachelard, Canguilhem and Foucault.** / Tradução Bem Brewster / Londres: NLB, 1975. 222p.

- MARTINAND, J.L. **Connaître et transformer la matière**. Berne: Peterlang, 1986. 315p.
- MARTINAND, J.L. La Référence et l'obstacle. **Perspectives documentaires en éducation**, Paris, v.34, pp. 7-23, 1995.
- MARTINAND, J.L. Astolfi & Develay — La didactique des sciences. In: **Revue française de pédagogie**, v. 91, p. 114-117, 1990.
- PETERFALVI B. L'identification d'obstacles par les élèves. **Aster**, Lyon, v. 24, p. 171-202, 1997a.
- PETERFALVI B. Enseignants et élèves face aux obstacles. **Aster**, Lyon, v. 25, p. 4-7, 1997b.
- PETERFALVI B. **Obstacles en situations didactiques en sciences: processus intellectuels et confrontations. L'exemple des transformations de la matière**. Thèse (Doctorat en sciences de l'éducation), Rouen: Université de Rouen, 2001.
- PERRENOUD, P. Innover en identifiant et en dépassant des objectifs-obstacles. Paris, **Lettre d'Équipes & Projets**, v.10, pp. 30-31, 1996.
- PERRAUDIN, J.F. A non-Bergsonian Bachelard. **Continental Philosophy Review**, Springer, London, v. 41, p. 463-479, 2008.
- PARROCHIA, D. Rationnel, Irrationnel, Surrational, en Physique à l'Époque de Bachelard. In : DAMIEN, R. ; HUFSCHEMITT, B. **Bachelard : Confiance Raisonnée et Défiance Rationnelle**. Paris: Presses Universitaires de France-Comté, 2006, p.19-34.
- PIETROCOLA, M.. Curricular Innovation and Didactic-Pedagogical Risk Management: Teaching Modern and Contemporary Physics in High Schools. In: Mauricio Pietrocola e Ivã Gurgel. (Org.). **Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum Innovative Teaching and Learning in Basic Science Education**. Roterdã: Sensepublisher, 2017. p.1-22.
- PIETROCOLA, M. La réalité comme objectif-obstacle. In **Actes**. Paris: XXIIIes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles, pp. 35-39, 2001.
- PLÉ, E. Transformation de la matière à l'école élémentaire: des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. **Aster**, Lyon, v. 24, p. 203-230, 1997.
- RHEINBERGER, H.J. Gaston Bachelard and the Notion of "Phenomenotechnique". **Perspectives on Science**, Massachusetts, v.13, n.3, p. 313-328, 2005.
- RHEINBERGER, H.J. A Plea for a Historical Epistemology of Research. **Journal for General Philosophy of Science Academic journal**, Berlim, v.43, p. 105-111, 2012.

- SÁ, J. A filosofia hermenêutica de bachelard: do filósofo diante do processo do saber científico. **Revista de Filosofia**, Amargosa, v.11, n.1, p.143-160, 2015.
- SÁ, J. A noção de racionalismo aplicado na obra de Gaston Bachelard. **Revista de Filosofia**, Amargosa, v.17, n.1, p.134-153, 2018.
- THERER, J. Nouveaux concepts en didactique des sciences. **Bulletin de la Société géographique de Liège**, Liège, v. 28, p. 5-10, 1993.
- TORRETTI, R. Fenomenotecnia y conceptualización en la epistemología de Gaston Bachelard. **Theoria**, v. 73, p.97-114, 2012.
- VADÉE, M. **Bachelard ou le Nouvel Idéalisme Épistemologique**. Paris: Ed. Sociales, 1975. 304p.
- VELANES, D. Obstáculos Epistemológicos e Vícios Intelectuais. **Prometeus**, Rondonia, v.13, n.35, p.131-147, 2021.
- VELANES, D. & BARBOSA, E. A Educação entre obstáculos epistemológicos e vícios intelectuais. **Horizontes**, São Paulo, v.39, n.1, p.1-14, 2021.
- VYDRA, A. Gaston Bachelard and his reactions to phenomenology. **Continental Philosophy Review**, Springer, London, v. 47, p. 45-58, 2014.
- WORMS, F.; WUNENBURGER, J-J. **Bachelard & Bergson**: Continuité et Discontinuité. Paris: PUF, 2008. 294p.
- WUNENBURGER, J-J. Figures de la Dialectique. In : WUNENBURGER, J-J. **Bachelard et l'Épistemologie Française**. Paris: PUF, 2003, p. 29-50.
- YORE, L.D. et. al. Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research. **International Journal of Science Education**, London, Vol.25, n.6, 2003.