
UMA CRÍTICA EPISTEMOLÓGICA SOBRE AS BASES DO CURRÍCULO

A interdisciplinaridade como um saber de segunda ordem

Maurício Pietrocola*

Resumo: Neste trabalho abordamos a disciplinaridade e/ou interdisciplinaridade nos currículos numa perspectiva epistemológica. Desenvolvemos uma análise que, espera-se, seja ampla o suficiente para abarcar as especialidades e as formas de integração do conhecimento. Empreendemos análises de cunho histórico epistemológico sobre o conhecimento e suas fronteiras. Por um lado, são apresentados argumentos sobre a formação das ditas áreas disciplinares como resultado de um movimento histórico de repúdio às autoridades do saber. Por outro lado, a interdisciplinaridade é apresentada como uma necessidade de realização da sociedade industrial, que teve na ciência e na tecnologia seus principais meios. Finalmente, adotamos uma posição de conciliação entre disciplinar e interdisciplinar, oferecendo uma solução de compromisso fundamentada na complementaridade de ambas, onde a interdisciplinaridade é considerada como um saber ou conhecimento de segunda ordem.

Palavras-chave: currículo, disciplinaridade, interdisciplinaridade, bases do conhecimento, epistemologia

AN EPISTEMOLOGICAL CRITICISM ABOUT THE BASIS OF THE CURRICULUM: INTERDISCIPLINARITY AS SECOND-ORDER KNOWLEDGE

Abstract: In this work, we address disciplinarity and/or interdisciplinarity in curricula in an epistemological perspective. We develop an analysis that is expected to be broad enough to encompass the specialties and forms of knowledge integration. We undertake epistemological historical analyses about knowledge and its frontiers. On the one hand, arguments are presented on the formation of these disciplinary areas as a result of a historical movement of repudiation to the authorities of knowledge. On the other hand, interdisciplinarity is presented as a necessity of realization of industrial society, which had in science and technology its main means. Finally, we adopt a position of conciliation

* Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, Brasil.

between disciplinary and interdisciplinary, offering a compromise solution based on the complementarity of both, where interdisciplinarity is considered as second-order knowledge.

Keywords: curriculum, disciplinarity, interdisciplinarity, knowledge bases, epistemology

UNE CRITIQUE ÉPISTÉMOLOGIQUE SUR LES BASES DO CURRICULUM: L'INTERDISCIPLINARITÉ COMME UN SAVOIR DE SECOND ORDRE

Résumé: Dans cet article, nous abordons la disciplinarité et/ou l'interdisciplinarité dans les programmes d'études dans une perspective épistémologique. Nous développons une analyse qui devrait être suffisamment large pour englober les spécialités et les formes d'intégration des connaissances. Nous entreprenons des analyses historiques épistémologiques des connaissances et de leurs frontières. D'une part, des arguments sont présentés sur la formation de ces domaines disciplinaires à la suite d'un mouvement historique de répudiation auprès des autorités de la connaissance. D'autre part, l'interdisciplinarité est présentée comme un besoin de réalisation de la société industrielle, qui avait ses principaux moyens en science et technologie. Enfin, nous adoptons une position de réconciliation entre disciplinaire et interdisciplinaire, offrant une solution de compromis basée sur la complémentarité des deux, où l'interdisciplinarité est considérée comme un savoir de second ordre.

Mots-clés: curriculum, disciplinarité, interdisciplinarité, bases de connaissances, épistémologie

Introdução

Determinar o que deve ser ensinado de modo a preparar os estudantes para viver numa sociedade do conhecimento e da informação é um debate atual que mobiliza governos de todo o mundo. A certeza de que existe uma íntima ligação entre educação e desenvolvimento socioeconómico tem levado vários governos a investir em toda a cadeia educacional. O aspecto mais visível desse investimento são as reformas curriculares realizadas nos últimos 20 anos em diversos países (Secretaria de Educação Fundamental, 1998; American Association for the Advancement of Science, 1993; National Governors Association Center for Best Practices – NGACBP & Council of Chief State School Officers – CCSSO, 2010; American Association for the Advancement of Science – AAAS, 2019; National Research Council, 2013).

Os currículos têm sido palco de debates ao longo das últimas décadas. Em particular se discute bastante sobre as bases epistemológicas na estruturação dos currículos e na organização de suas bases. A percepção pública de estarmos vivendo a sociedade do conhecimento e da informação dá o tom do objetivo a ser perseguido na atualidade. Todos os países querem que seus futuros empresários, investidores, empresas, enfim, cidadãos sejam sujeitos do conhecimento. A primeira questão a ser feita neste caso seria qual o tipo de conhecimento e o que eles seriam

capazes de fazer com o mesmo. Por mais contraditório que seja, algumas das reformas têm evacuado o conhecimento dos currículos, justamente por acreditarem que a volatilidade dos conhecimentos exige que se foque em habilidades e competências, que seriam mais permanentes. Young (2010) contraria esta perspectiva e afirma que o papel definidor do conhecimento na sociedade atual lhe confere um estatuto superior a outras opções de estruturação curricular.

Um currículo baseado em conhecimento não está livre de debates, uma vez que a própria natureza do conhecimento a ser tomado como sua base deve ser submetida a análise, visando definir, entre prós e contras, qual a melhor opção. Um dos capítulos mais recentes no debate sobre a base curricular aconteceu no Brasil no ano de 2018, aquando da publicação da última parte da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) dedicada ao Ensino Médio (EM – últimos três anos da Educação Básica). Esta publicação (2018) reacendeu um debate já antigo sobre os conhecimentos a serem aprendidos pelas crianças e pelos jovens e como os currículos se organizam para que possam ser ensinados. A versão aprovada e promulgada pelo Conselho Nacional de Educação em 2018 apresentou uma organização em cinco grandes áreas de conhecimento. O documento privilegia blocos/temas de conhecimento, ao invés das tradicionais disciplinas escolares que foram a base dos currículos brasileiros desde, pelo menos, a *Reforma Francisco Campos* (1931). Ao refutar as disciplinas escolares, a BNCC pleiteia um conjunto de conhecimentos mais orgânicos e integrados. De certa maneira, o documento contém críticas ao perfil disciplinar dos currículos anteriores, considerando-o responsável pela principal falta de sentido e pela baixa efetividade da educação em vista de uma vida adulta autônoma e responsável.

Encontramos na apresentação da BNCC o seguinte trecho:

Assim, a BNCC propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida. (Ministério da Educação do Brasil, 2018: 15)

A reação não tardou a fazer-se sentir no decurso do processo de promulgação da BNCC do EM. A Sociedade Brasileira de Física lançou um manifesto contra a supressão das disciplinas científicas da matriz curricular (SBF, nota de 26 de junho de 2019¹).

Embora o foco deste texto não seja tratar o currículo nacional brasileiro, sua publicação serve para referenciar um debate já antigo sobre o perfil epistemológico dos currículos e do ensino básico em geral. O debate em torno do tipo de conhecimento a balizar os projetos de educação escolar numa sociedade do conhecimento e da informação tem oposto a matriz *disciplinar* a outras matrizes que pleiteiam um conhecimento integrado, nomeadamente a matriz *interdisci-*

¹ <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/745-sbf-solicita-reformulacao-da-bncc-do-ensino-medio>, acessado em 05 de julho de 2019.

plinar. O debate parece pedir um posicionamento dos educadores sobre qual delas seria mais adequada para fundamentar os currículos e as práticas escolares. Alguns autores se colocam ao lado dos elaboradores da BNCC brasileira e defendem um currículo interdisciplinar como forma de aplacar o desinteresse e a falta de sentido que os jovens vêem naquilo que estudam na escola (Fourez, 2003). Colucci-Gray e Fraser (2008) discutem propostas de ensino interdisciplinar na Escócia como solução para os desafios do século XXI. Luckie, Bellon e Sweeder (2012) trabalharam numa rede de universidades americanas sobre o projeto intitulado BRAID que, em português, se traduziria por «Trazendo relacionamentos vivos por meio do discurso interdisciplinar», estabelecendo pontes através do discurso interdisciplinar. Olga Pombo, em seu trabalho seminal sobre a *Epistemologia da Interdisciplinaridade* (2004), assume posição crítica em relação ao ensino de disciplinas, defendendo uma matriz interdisciplinar para a educação. Embora defensora da proposta, ela afirma que tratar o conceito de interdisciplinaridade é uma dificuldade que «tem a ver com o facto de ninguém saber o que é a interdisciplinaridade» (Pombo, 2004: 10).

Ao nosso ver, há um equívoco em limitar o debate entre os campos disciplinares e interdisciplinares a uma temática circunscrita às decisões de natureza didático-pedagógica. A matriz de conhecimento é, antes de tudo, uma questão de ordem epistemológica para a qual os currículos deveriam tomar todos os cuidados de modo a não trocar o essencial pelo passageiro, a evitar dificuldades reais a serem enfrentadas por opções mais ao «gosto do freguês» que podem resultar em maior entusiasmo dos jovens, mas que, a médio e longo prazo, colocam a sociedade em maior dependência da tecnocracia.

O debate sobre a disciplinarização do conhecimento pode ser feito, segundo Florentino e Rodrigues (2015: 56), a partir de duas categorias:

Uma que se refere às características intrínsecas de cada tipo de conhecimento, que encerra o que chamaremos de fatores epistemológicos; e outra que se refere aos processos de institucionalização político-social (o campo disciplinar propriamente dito), isto é: os institutos, as faculdades, as cátedras, que apresentam fatores de ordem sociológica.

Florentino e Rodrigues (2015), assim como Coelho (2017), desenvolvem análises na direção da segunda categoria.

Sem desconsiderar a importância do campo político-social, neste trabalho iremos abordar a discussão sobre disciplinaridade e/ou interdisciplinaridade nos currículos na perspectiva da primeira categoria acima descrita. Da nossa parte, desejamos desenvolver uma análise que, esperamos, seja ampla o suficiente para abarcar as especialidades e as formas de integração do conhecimento. Empreenderemos análises de cunho histórico epistemológico sobre o conhecimento e suas fronteiras. Por um lado, serão apresentados argumentos sobre a formação das ditas áreas

disciplinares como resultado de um movimento histórico de repúdio à autoridades do saber, sejam elas de origem religiosa ou qualquer outra. Por outro lado, a interdisciplinaridade será apresentada como uma necessidade de realização da sociedade industrial, que teve na ciência e na tecnologia seus principais meios. Finalmente, adotaremos uma posição de conciliação entre disciplinar e interdisciplinar, oferecendo uma solução de compromisso fundamentada na complementaridade de ambas. A base metodológica da análise será do tipo documental (Sá-Silva, Almeida, & Guindani, 2009) e hermenêutica, visando construir significados sobre o conhecimento disciplinar e o conhecimento interdisciplinar e os modos pelos quais foram apropriados pelas ciências da educação.

O conhecimento disciplinar na raiz do enciclopedismo

Tratar a emergência do conhecimento disciplinar não é uma tarefa simples pois podemos encontrar, ao longo da história do pensamento humano, sobretudo do pensamento ocidental, diversos modelos de conhecimento que se aproximam ao que hoje definimos por conhecimento disciplinar. Boaventura Sousa Santos (1988: 50) trata a disciplinaridade como um processo inerente ao conhecimento: «conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou».

Wallerstein (1996: 21), por sua vez, apresenta a disciplinarização como episódio importante da história intelectual do ocidente moderno, consolidada no século XIX com a «criação de estruturas institucionais permanentes». Para ele, as ciências naturais e a matemática são exemplos do processo de disciplinarização do conhecimento, encontrando-se as ciências humanas no lado oposto.

Do ponto de vista filosófico, a disciplinarização pode ser associada à perspectiva cartesiana de desenvolvimento de um pensamento seguro. Não é por acaso que disciplinarização é frequentemente associada aos princípios propostos por Descartes em suas obras, como a redução do tamanho campo de estudo, a busca por pontos de partida verdadeiros, o empreendimento de análises precisas e o uso da razão livre de influências externas.

De uma maneira menos marcada por traços cartesianos e mais ajustada ao sentido atual, o conhecimento disciplinar pode ser entendido como aquele que é válido no interior de um campo/ domínio bem determinado, com fronteiras capazes de definir a competência e validade do saber, onde um conjunto articulado de conceitos, relações entre conceitos, princípios e modos de operação permitem a prospecção do mundo, seja ele natural, social, cultural ou econômico. É dentro desse campo que se abre a possibilidade de produção de novos conhecimentos a partir dos conhecimentos existentes.

Um fato que permite estabelecer um ponto de partida para analisar o processo de disciplinarização é a publicação da *Encyclopedie* de Diderot e D'Alembert na França entre 1751 e 1772. A sua gênese se situa num contexto de renovação do conhecimento, até então sob a hegemonia escolástica. Apesar de fortemente abalada pelos desdobramentos do que hoje se costuma chamar de Renascimento, o conhecimento de matriz escolástica passou a ser frontalmente questionada em sua base de autoridade no século XVIII.

O trabalho da *Encyclopedie* materializa a consolidação de uma então revolução do conhecimento nos termos propostos por Thomas Kuhn (1962). A ideia de organizar o conhecimento sobre a base de fatos e raciocínio está na base do projeto iluminista do século XVIII.

Segundo Darnton (1979: 7), «enciclopédismo identifica sua filosofia com o conhecimento ele mesmo – isto é, com o conhecimento válido, o tipo derivado dos sentidos e das faculdades de mente como oposto ao tipo dispensado pela igreja e pelo Estado».

No *Discurso Preliminar*, volume inicial da obra, D'Alambert (1751) deixa clara a disposição dos enciclopedistas de produzir um espaço onde o pensamento, livre de constrangimentos, pudesse mostrar todo o potencial da razão humana. Segundo ele, um

Tribunal (...) condamne un célèbre astronome pour avoir soutenu le mouvement de la terre, et le déclare hérétique (...). C'est ainsi que l'abus de l'autorité spirituelle réunie à la temporelle forçait la raison au silence; et peu s'en fallut qu'on ne défendit au genre humain de penser. (D'Alambert, 1751: 73)

Para Madeleine Pinault (1993: 41), a *Encyclopedie* «marca o fim de uma cultura baseada na erudição, tal como ela era concebida nos séculos precedentes em benefício de uma cultura dinâmica direcionada à atividade do homem e de suas empreitadas». O conhecimento sobre o mundo passa a ser obra da razão, o grande agente organizador dos dados obtidos pelos sentidos ao trabalhar com as faculdades irmãs memória e imaginação (Darnton, 1979: 7).

Desta forma, a *Encyclopedie* se propõe reunir todas as facetas do conhecimento na forma de um texto unificado, normatizado e compartimentalizado em categorias. Assim, lemos no *Discurso Preliminar* que a obra tem dois propósitos:

Comme Encyclopédie, il doit exposer autant qu'il est possible, l'ordre & l'enchaînement des connoissances humaines: comme Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts & des Métiers, il doit contenir sur chaque Science & sur chaque Art, soit libéral, soit mécanique, les principes généraux qui en sont la base, & les détails les plus essentiels, qui en font le corps & la substance. (D'Alambert, 1751: 4)

A ordem e encadeamento do conhecimento se materializa na figura da árvore do conhecimento com seus tronco e ramos. Todas as artes e ciências ramificam-se a partir de três faculdades mentais: razão, memória e imaginação. A filosofia forma o tronco principal e os ramos, os diversos compartimentos do conhecimento, oriundos de três grandes áreas do saber humano: as ciências, as artes liberais e as artes mecânicas.

Na tradição das enciclopédias medievais, os verbetes se constituíam em definições sobre o que deveria ser considerado verdadeiro. A *Encyclopedie* segue esta tradição, tomando as definições como a microestrutura do texto. D'Alambert (1751: 113) desenvolve a sua própria concepção de «definição»:

Nous nous sommes conformés dans les articles généraux des Sciences à l'usage constamment reçu dans les Dictionnaires & dans les autres Ouvrages, qui veut qu'on commence en traitant d'une Science par en donner la définition. Nous l'avons donnée aussi, la plus simple même & la plus courte qu'il nous a été possible. Mais il ne faut pas croire que la définition d'une Science, surtout d'une Science abstraite, en puisse donner l'idée à ceux qui n'y sont pas du moins initiés. En effet, qu'est-ce qu'une Science? *sinon un système de regles ou de faits relatifs à un certain objet*; & comment peut-on donner l'idée de ce système à quelqu'un qui seroit absolument ignorant de ce que le système renferme? (grifos nossos)

Ao buscar um conhecimento guiado pela razão, os enciclopedistas se opõem tanto aos dogmas da fé, como já afirmámos acima, mas também ao conhecimento vulgar que se organiza pelo senso comum. Neste sentido, a enciclopédia apresenta os domínios da ciência e das artes como um mundo distanciado do conhecimento vulgar, o qual oferece descobertas todos os dias, embora correndo-se o risco de serem fantasias. Para os objetivos dos enciclopedistas, é importante «assegurar as verdades, de prevenir as falsidades, de fixar os pontos de onde se partiu e de facilitar assim a pesquisa do que resta a descobrir» (D'Alambert, 1751: 114).

Para Darnton (1979: 539-540),

The Encyclopedie (...) showed that knowledge was ordered, not random; that the ordering principle was reason working on sense data, not revelation speaking through tradition; and that rational standards, when applied to contemporary institutions, would expose absurdity and iniquity everywhere. This message permeated the book, even the technical articles.

A ordenação do conhecimento passa pela delimitação de suas fronteiras e a coerência pela boa fundamentação interna dos verbetes que definem os conteúdos de cada área particular. Embora não haja uma menção explícita à ideia de *conhecimento disciplinar*, a maneira como a *Encyclopedia* é organizada, apresentada e diferenciada de suas antecessoras aponta para isso. Em síntese nossa, conhecimento disciplinar poderia ser entendido, em termos enciclopedistas, como *conhecimento empírico disciplinado internamente e ordenado externamente pela razão*. Esta noção de conhecimento se alinha com a intenção dos enciclopedistas manifestada no texto preliminar de D'Alambert e no corpo dos 35 volumes que constituem a obra.

Razão, racionalismo singular aplicado e o conhecimento como base dos currículos

Os debates sobre a fundamentação do conhecimento que dominaram a cena filosófica dos séculos XVIII e XIX oscilaram entre posições empiristas e racionalistas. A saída de cena das fontes de autoridade religiosa e das obras clássicas trouxe a discussão sobre as bases do conhecimento para sistemas capazes de bem fundar a busca da verdade. O pensamento entra em cena para assumir tal posição, outrora atribuída à erudição. No entanto, não seria qualquer pensamento capaz de produzir conhecimento válido e seguro? Lança-se assim um novo debate sobre as bases que sustentariam o bem pensar. Descartes deixa clara a necessidade de separar o bom pensamento de outros tantos, no título de uma de suas obras mais conhecidas, o *Discurso sobre o Método*, que tem como subtítulo *Discurso do método para bem-conduzir sua razão e buscar a verdade nas ciências*. Logo na primeira lição, Descartes deixa claro que a razão e o bom senso são distribuídos de modo igual entre os homens, e o que diferencia a verdade das falsidades, a que se chega por meio deles, é apenas a maneira como os usamos. Sobre isso ele escreve:

Pois que a razão, ou o senso, porquanto seja a única coisa que nos torna homens e nos distingue das bestas, quero crer que ele exista por inteira em cada um; e seguir nisso a opinião comum dos filósofos que dizem só haver mais e menos entre os acidentes, e não entre as formas ou naturezas dos indivíduos de uma mesma espécie (...). [de certos caminhos] formei um método pelo qual me parece que eu tenha meios de aumentar gradualmente meu conhecimento. (Descartes, 1637/2011: 2)

Descartes fundamenta um sistema de conhecimento que toma a razão como base do conhecimento. Uma corrente racionalista se desenvolverá a partir das orientações cartesianas, organizada em torno das possibilidades que a razão tem de, partindo de uma verdade inicial, gerar outras verdades por dedução.

Seguindo a mesma busca pelo pensamento seguro, outros filósofos avançaram na direção de tomar o que se obtém da realidade pelos sentidos como o ponto de partida para a atuação da razão. Esta outra corrente, nomeada empiricismo, teve como expoentes Francis Bacon, Isaac Newton ou John Locke, entre outros.

Foi inevitável que razão e empiria dominassem a cena dos debates sobre o conhecimento e o bom encaminhamento do pensamento ao longo dos séculos XVIII e XIX. A questão do método, sobretudo em ciências naturais, delimitou a necessidade de encontrar um substituto à altura da autoridade da tradição destruída pelos enciclopedistas. A realidade, e o que o pensamento humano era capaz dela extrair e organizar por intermédio da razão, acabou por se converter na base do método de produção do conhecimento, em especial do conhecimento científico (Chalmers, 1993).

Diversas críticas foram feitas a uma certa simplificação associada à proposição de um «método», seja ele científico ou outro qualquer, de bem conduzir o pensamento sobre o mundo (Popper,

1959). A despeito do ponto de partida, a necessidade de assentar o conhecimento numa razão universal acaba sendo prerrogativa tanto de empiricistas como de racionalistas. Se a razão é ponto de partida do pensamento humano (na perspectiva racionalista) ou meio de seleção e organização de informações extraídas do mundo empírico (na perspectiva empiricista), ela precisa ser bem utilizada e livre de amarras prévias, sem as quais o pensamento se tornaria parcial e incapaz de produzir verdades duradouras. A razão passa a ser o porto seguro do pensamento humano.

No entanto, pode-se questionar a ideia de uma suposta razão universal e distribuída no espaço e no tempo. Um argumento que pode ser avançado na direção de sustentar a suposição de uma razão universal é a possibilidade de homens de todas as culturas e todas as épocas terem sido capazes de produzir conhecimentos que lhes permitiram sobreviver e desenvolver obras materiais e culturais (Paty, 2001). As obras por eles produzidas são testemunhos que permitem entender os significados, valores, técnicas e outras características do pensamento dos coletivos humanos que os produziram. Mas aqui justamente se coloca uma diferenciação possível entre a ideia da razão universal como uma ferramenta única do pensamento humano e as *racionalidades* como formas de razão aplicadas a campos específicos do saber e saber-fazer. Assim, seria possível dizer que toda a experiência humana gera aprendizagem, visto que quem a vivencia é capaz de, por meio da razão, associar causas e consequências, diferenciar o acidental do essencial, produzindo conhecimentos que integrarão repertório útil para experiências futuras. Neste caso, a faculdade humana da razão é que ampara e auxilia a extração dos ensinamentos na forma de conhecimento pessoal, muitas vezes intransferível, mas que sustenta práticas de vida. A razão como critério epistemológico estabelece fronteiras entre o que pode e o que não pode ser legitimado como conhecimento. Desta forma, os conhecimentos pessoais são barrados pelo fato de não atenderem à generalidade e à perenidade. Neste último caso, as exigências se somam para além do domínio de validade pessoal e se estendem para coletivos de pensamento e para a não localidade dos casos tomados como exercício do pensamento. Neste caso, seria mais correto indicar que se trata da produção de uma racionalidade ao longo do tempo que permite pleitear por uma história da racionalidade (Paty, 2001). Racionalidade, neste sentido, seria o pensar específico de uma comunidade que tem um campo/domínio de ação singular que estabelece compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos comuns, como por exemplo as racionalidades das ciências.

Michel Paty (2001: 3268) afirma ser este «um aspecto geral da função da racionalidade que é a adaptação consciente às mudanças externas». Mudanças externas devem ser entendidas como as diversas possibilidades de desenvolvimento da racionalidade não limitadas a um assunto ou período particular da história. Mesmo campos de conhecimentos aparentemente distantes das práticas científicas podem ser vistos como portadores de racionalidade. Xavier Ricard (2000), por exemplo, refuta o rótulo de «irracional» para as práticas xamânicas. Segundo ele, «como crenças

que parecem irracionais servem como fundações longevas para uma sociedade (...) como tais práticas podem manter-se no tempo e ser suficientemente convincentes para organizar, numa ampla escala, relações sociais?» (p. 5).

Nesta perspectiva, as práticas xamânicas constituem um tipo de racionalidade que se organiza a partir de alguns pressupostos. Segundo Roberte Hayamon (citado em Paty 2001: 3267),

Un système symbolique fondé sur une conception dualiste du monde (avec) des relations d'alliance et d'échange avec les êtres surnaturels censés gouverner les êtres naturels dont dépend sa subsistance (...), (avec) la nature qu'il traite en partenaire, ce qui réclame de sa part un art personnalisés; cette fonction, régulière, lui confère une place centrale et fonde le caractère totalisateur du chamanisme dans les sociétés dites, pour cette raison, chamanistes.

Assim, a diferenciação entre razão e racionalidade lança a possibilidade de traçar fronteiras entre os campos de conhecimento onde já se estabeleceu um pensamento seguro daquele onde isso ainda está por fazer. Ou seja, a noção de racionalidade contribui para atribuir precisão aos campos do saber colonizados por um tipo específico de pensamento comprometido epistemológico, ontológico e axiologicamente.

Paty (2001) avança alguns atributos que poderiam servir para caracterizar esses campos onde a racionalidade se estabeleceu:

- 1) *possibilidade da comunicação* – eficiência simbólica que favorece a comunicação dentro de um dado grupo ou cultura, e entre um sistema e outro;
- 2) *assimilação empírica* – racionalidade permite o aumento e aprofundamento do acesso ao mundo empírico por meio da sua transformação e ampliação;
- 3) *inteligibilidade* – o mundo empírico precisa ser lido e assimilado de acordo com o esquema racional de modo a ser inteligível.

A questão da racionalidade é um aspecto importante na obra de Gaston Bachelard. Movido pelas realizações da ciência do início do século XX, em particular pelas mudanças provocadas pela Física Quântica, pela Teoria da Relatividade e pela Geometrias Não-euclidianas, ele investe em superar a dicotomia entre empiricismo e racionalismo ao propor a noção de *racionalismo aplicado*. Esta noção é forjada para delinear o *pensamento em busca de realização*. Lemos em Bachelard (1965: 12) o seguinte trecho que sustenta a afirmação anterior:

L'essentielle actualisation de la pensée scientifique va de pair avec la recherche d'une nouvelle base. Cette réactivité du sommet sur la base est, pour la pensée scientifique contemporaine, un caractère philosophique éminent. Nous aurons bien souvent l'occasion de revenir, dans cet ouvrage, sur le caractère philosophique nouveau de ce rationalisme et de ce réalisme associés, l'un et l'autre essentiellement actualisés dans des techniques formulées par des théories mathématiques.

Nesta busca, não se pode separar a razão do real empírico, que se apresentam imbricados, suportando-se um ao outro. Para Bachelard (1949: 6), o que acontece, por exemplo, com o uso da matemática na física e na química é definidor do novo tipo de racionalidade aplicada, pois «é um racionalismo prospector, muito diferente do racionalismo tradicional». O ponto forte da argumentação de Bachelard é que a ciência não se faz pela aplicação de uma razão geral a priori nem pela síntese de fatos empíricos exercidos em qualquer área de prospecção do mundo, mas pelo ajuste constante da racionalidade aos domínios do mundo natural que pretender investigar.

Para Bachelard (1965), o *racionalismo regional* é a resposta ao processo de organização da matéria sobre o qual o pensamento se debruça.

Si l'on veut bien définir le rationalisme comme une pensée d'organisation, on devra lui accorder une matière à organiser, des éléments à assembler, des expériences à ajuster. On devra le juger au terme même de cette organisation, après son effort synthétique, après son travail de mise en ordre. (Bachelard, 1965: 216)

Segundo Canguilhem (1968: 201), a negação do racionalismo geral de Descartes e Kant da «nova epistemologia [de Bachelard] tornou-se mais manifestada ainda pelo reconhecimento de uma diversidade de racionalismos, pela constituição de racionalismos regionais, isto é, pelas determinações dos fundamentos de um setor particular do saber». Bachelard (1966) mostra que uma corrente alternada (aquela que hoje circula nos interior da fiação elétrica doméstica) é fruto da construção de uma racionalidade aplicada ao domínio dos circuitos elétricos. Neste sentido, ele «não é um fenômeno, mas técnica de organização de fenômenos. Adquire sua realidade em decorrência da própria organização» (p. 199).

Assim, inteligibilidade da corrente alternada só é possível por um pensamento municiado de «técnicas» oferecidas pela teoria eletromagnética. Técnicas aqui devem ser entendidas como o arcabouço teórico-prático que torna possível responder a perguntas do tipo: Como uma corrente elétrica direta se diferencia de uma corrente alternada? Qual o significado de alternado? O que se alterna? O que produz uma corrente alternada num fio? Para responder estas perguntas, o pensamento precisa estar equipado de todo o arcabouço teórico-prático que torna a corrente elétrica um objeto do campo de saber próprio da racionalidade eletromagnética.

Para Bachelard (1949), as revoluções operadas sobre o conhecimento no início do século XX consolidaram uma ruptura entre experiência comum e experiência no sentido da ciência e da tecnologia. Isto faz com que o conhecimento especializado das ciências e de outras áreas organizadas do conhecimento humano se diferenciem da experiência comum de uma maneira nunca antes vivenciada na história do pensamento humano. Bachelard usa o exemplo da medida da massa para exemplificar essa ruptura entre conhecimentos e experiência humana:

Dans la chimie lavoisienne on pèse le chlorure de sodium comme dans la vie commune on pèse le sel de cuisine. Les conditions de précision scientifique, dans la chimie positiviste, ne font qu'accentuer les conditions de précision commerciale. D'une précision à l'autre, on ne change pas la pensée de la mesure. Même si on lit la position de l'aiguille fixée au fléau de la balance avec un microscope, on ne quitte pas la pensée d'un équilibre, d'une identité de masse, application très simple du principe d'identité, si tranquillement fondamental pour la connaissance commune. En ce qui concerne le spectroscope de masse, nous sommes en pleine épistémologie discursive. Un long circuit dans la science théorique est nécessaire pour en comprendre les données. En fait, les données sont ici des résultats. (p. 125)

A exposição acima reforça a diferenciação que é necessário estabelecer entre a experiência comum e o uso sofisticado da racionalidade dentro da perspectiva da revolução trazida pela ciência do século XX. O simples ato de «pesar» (medir a massa) passa a incorporar exigências de pensamento não acessíveis aos não-iniciados. O caso da espectroscopia é de interesse, pois dominá-lo é hoje necessário em campos que não se confinam aos domínios da pesquisa em química e em física. Trabalhadores de diversos setores da indústria se veem hoje defrontados com a necessidade de fazer uso de tal equipamento (espectrógrafo de massa) para exercerem suas tarefas profissionais, por exemplo, na indústria cosmética.

Pierre Bourdieu segue a mesma tradição da filosofia bachelardiana ao pleitear por um racionalismo aplicado à sociologia. Para ele, os fatos sociais, assim como os fatos científicos, são conquistados, construídos e constatados, não sendo dados (Barbosa, 2003). Seria o racionalismo sociológico em operação.

As noções de *racionalismo aplicado* e *racionalismo regional* de Bachelard dão forma à ideia de conhecimento disciplinar. Ambas as noções pleiteiam por um modo de conhecer que exige do pensamento conformidade para com o campo do mundo a ser conhecido. De certo modo, tanto a ideia de conhecimento compartimentalizado e organizado dos enciclopedistas, como o conhecimento que se produz por meio do racionalismo aplicado, se estabelecem como conhecimentos encerrados em regiões delimitadas do conhecer.

A emergência das áreas interdisciplinares no discurso do conhecimento

Se fosse o momento de encerrar aqui este texto, seríamos forçadamente induzidos a concluir que os currículos escolares deveriam ser estruturados com base nos conhecimentos disciplinares que são fruto do esforço humano em direção ao pensamento seguro. Conhecimento disciplinar seria manifestação de um pensamento assegurado pela delimitação do campo de ação onde se ancoram seus compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. Tais compromissos seriam fruto de seu desenvolvimento histórico. Assim, cada disciplina escolar se constituiria em escolhas feitas sobre a história do pensamento seguro sobre o mundo.

Todavia, o século XX ofereceu um conteúdo novo a ser considerado nesta análise. Segundo Heidi Ledford (2015: 309),

The disciplines surged in number and power after the Second World War, as nations, particularly the United States, boosted their research support. «It's the moment when universities increased exponentially», says Vincent Lari-vière, an information scientist at the University of Montreal in Canada. And the size of the university increased by creating more departments.

A partir da segunda metade desse século, o aparecimento de algumas novas áreas de conhecimento como a informática, a bioquímica, a biofísica, e mais recentemente, a robótica e a inteligência artificial, as ciências ambientais tiveram um impacto considerável sobre os modos de funcionamento bem estabelecidos nas sociedades modernas. A informática talvez seja aquela cujo poder de transformação social tenha sido mais visível. Sua utilização foi decisiva na conquista da lua pelos Estados Unidos da América, assim como na mudança das formas de comunicação e de trabalho das pessoas em geral. A informática é um bom exemplo dessa nova matriz de conhecimento pois, embora seja tributária de conhecimentos muito especializados, como da eletrônica dos microprocessadores e da matemática na programação lógica, não se reduz a nenhum deles. A informática é uma forma de encaminhamento do pensamento claramente tributário de várias áreas de conhecimento disciplinar. Os termos *interdisciplinar*, *transdisciplinar*, *pluridisciplinar* passaram a ser usados para nomear essa nova matriz de conhecimento que rivaliza com as disciplinas tradicionais.

Outras formas de conhecimento apareceram com igual importância e permitiram questionar se a crescente especialização do conhecimento, que vem ocorrendo desde o século XVIII e se tem intensificado no século XX, chegará a um ponto de esgotamento. O questionamento é se o movimento contemporâneo da produção de conhecimento seguiria uma tendência inversa, na direção de uma integração entre áreas especializadas. Este tipo de argumento está na base de trabalhos de diversos autores que buscaram estudar essas novas formas de conhecer. Entre os mais influentes está Edgar Morin, para quem a fronteira atual do conhecimento se dá pela combinação de conhecimentos de áreas diferentes. Na última década do século passado, Morin foi a voz filosófica mais forte a afirmar o esgotamento do conhecimento disciplinar e a defender uma nova matriz de conhecimento. Para ele, o movimento disciplinar tende a produzir conhecimentos que se fecham em seus próprios domínios e isso exige a busca de conexões interdisciplinares entre eles. Morin (1994: 21) afirma que

la frontière disciplinaire, son langage et ses concepts propres vont isoler la discipline par rapport aux autres et par rapport aux problèmes qui chevauchent les disciplines. L'esprit hyperdisciplinaire va devenir un esprit de propriété qui interdit toute incursion étrangère dans sa parcelle de savoir.

Para ele, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade seriam «as duas únicas ideias importantes» (Morin, 2002: 49). Desta forma, Morin chama a atenção para o fato de a história das ciências ser também a história do rompimento de fronteiras entre áreas de conhecimento e criação de novas disciplinas: «[le deborder] d'un problème d'une discipline sur une autre, de circulation de concepts, de formation de disciplines hybrides qui vont finir par s'autonomiser; enfin c'est aussi l'histoire de la formation de complexes où différentes disciplines vont s'agréger et s'agglutiner» (Morin, 1994: 20).

Encontramos na obra de José Ortega y Gasset (1932) críticas semelhantes sobre o confinamento gerado pelo conhecimento disciplinar. Para ele, no momento atual é impossível classificar o especialista entre as categorias dos que aprenderam e dos que ignoram, pois

He is not learned, for he is formally ignorant of all that does not enter into his specialty; but neither is he ignorant, because he is «a scientist», and «knows» very well his own tiny portion of the universe. We shall have to say that he is a learned ignoramus, which is a very serious matter, as it implies that he is a person who is ignorant, not in the fashion of the ignorant man, but with all the petulance of one who is learned in his own special line. (p. 317)

As proposições de Morin e de Ortega y Gasset destacam os limites e fragilidades do conhecimento disciplinar, mas pouco contribuem para a caracterização do que pode vir a ser o conhecimento interdisciplinar.

O aparecimento do movimento interdisciplinar não foi tentativa saudosista de retorno à época do conhecimento integrado, mas uma reação ao excesso de especialização. Se, por um lado, desde o século XVIII já se tinha consciência de que não era possível a um pessoa apenas deter todo conhecimento disponível, por outro lado, a disciplinarização produziu deformidades, como por exemplo a existência de cerca de 40 departamento típicos de biologia na State University the Michigan (Ledford, 2015). Moti Nissani (1997) esboça uma tentativa de caracterização operacional da interdisciplinaridade, distinguindo quatro domínios de estudo acadêmico.

Interdisciplinarity is best seen as bringing together distinctive components of two or more disciplines. In academic discourse, interdisciplinarity typically applies to four realms: knowledge, research, education, and theory. Interdisciplinary knowledge involves familiarity with components of two or more disciplines. Interdisciplinary research combines components of two or more disciplines in the search or creation of new knowledge, operations, or artistic expressions. Interdisciplinary education merges components of two or more disciplines in a single program of instruction. Interdisciplinary theory takes interdisciplinary knowledge, research, or education as its main objects of study. (p. 203)

As definições acima propostas acabam por simplesmente caracterizar a interdisciplinaridade como a combinação de duas ou mais áreas disciplinares. Ou seja, a interdisciplinaridade nessa perspectiva se caracteriza a partir da disciplinaridade. Julie Thompson Klein (1990) prefere afirmar

que o sentido moderno da interdisciplinaridade assenta sobre algumas ideias presentes desde a Antiguidade como ciência unificada, conhecimento geral, síntese e integração do conhecimento. José Andrés-Gallego (2015) analisa algumas produções distantes do século XX que se remetem a combinação de áreas disciplinares. Para ele, as estradas romanas são descritas como obras de homens capazes de dominar o que hoje chamaríamos de ciências dos materiais, logística, análise, entre outras. O sistema universal de justiça pensado por Leibniz é outro exemplo de combinação de conhecimentos e, segundo ele, envolveu certamente domínio de linguística, gerenciamento econômico, ética, filosofia legal, política, etc.

Se sementes de obras que são a combinação de conhecimentos estão presentes desde a Antiguidade, por que a interdisciplinaridade enquanto ideia se manifesta apenas no século XX? Não existe nenhum termo equivalente ao interdisciplinar antes de meados do século XX, sendo razoável aceitar que a noção atual de interdisciplinaridade foi forjada para representar uma forma de conhecer que se estabeleceu num período pós-disciplinar. Outro aspecto importante é notar que definir interdisciplinaridade parece sempre mais difícil e menos usual do que apresentar seus frutos. Autores rapidamente passam de proto-definições para os produtos e/ou processos que puderam ser conquistados por meio da interdisciplinaridade. Morin fala das áreas da pesquisa espacial, da biologia molecular ou ainda da inteligência artificial. Embora outras obras se possam assemelhar a estas, como o sistema universal de justiça ou as estradas romanas, os principais exemplos aparecem em meados do século XX.

Um outro caminho para caracterizar a interdisciplinaridade pode ser o estudo da emergência do termo no discurso acadêmico. Num texto de revisão sobre a genealogia do termo *interdisciplinaridade*, Roberta Frank (1988) apresenta um estudo interessante sobre a sua emergência no século XX. Aparentemente, a interdisciplinaridade nasce no contexto de pesquisas promovidas pela *Social Science Research Council* (SSRC) dos EUA. A SSRC era composta por sete sociedades e tinha no seu estatuto a função de promover pesquisas que envolvessem duas ou mais delas. O termo *inter-disciplinas* aparece em 1930, no relatório anual da SSRC. Logo em seguida, em 1933, um anúncio de bolsa de pesquisa faz uso da palavra *interdisciplina*². Na época, o termo mais comum e que aparece em algumas dezenas de livros era o de *pesquisa cooperativa*, a forma descrita na *Encyclopaedia of the Social Sciences* (1930-35). Em todos os casos de uso destes termos, o significado era interrelação, interdependência mútua, interpenetração, intercomunicação, relacionamentos cruzados, interfiliação e, certamente, «interação de várias disciplinas, juntamente com a necessidade de explorar zonas crepusculares e áreas fronteiriças», «preencher

² No relatório lê-se: «It is probable that the Council's interest will continue to run strongly in the direction of these inter-discipline activities» (Hanover conference Annual Report for 1929-30). No anúncio da bolsa de pesquisa lê-se: «The fellowships were designed to afford opportunity for research training, preferably interdisciplinary in nature».

espaços não ocupados» e encorajar o «cultivo ativo de fronteiras entre disciplinas» (Frank, 1988: 74). Na sequência, aparece a primeira definição do termo em 1937 no *Oxford English Dictionary*³. Fora deste contexto, parece não haver ninguém que tenha assumido a paternidade do termo.

Os anos 1960 e 1970 foram os mais laboriosos em termos de pesquisas e estudos interdisciplinares. Há uma proliferação de trabalhos e termos correlatos como *multidisciplinaridade*, *metadisciplinaridade*, *extradisciplinaridade*, etc. O excesso de termos induziu a criação de guias e recomendações que pudessem estabelecer diferenças entre os mesmos (Apostel, 1972). Por uso excessivo e abusivo neste período, o termo passou a ser visto com certa desconfiança e preconceito pelos pesquisadores (Frank, 1988).

O que emerge deste contexto de origem é que o termo nasce como decorrência de uma busca por articulação entre áreas disciplinares. A busca por colaboração entre conhecimentos disciplinares visando tratar situações-problemas que escapam dos limites das mesmas parece ser o motor das pesquisas interdisciplinares. A etimologia da palavra pode confundir a ideia original do termo interdisciplinar, que se propõe ao convite para que áreas disciplinares distintas cooperem entre si.

Kenneth Ruscio (1986) faz um alerta sobre a superficialidade do entendimento da disciplinaridade e da conectividade entre ela, presente nas abordagens interdisciplinares. Nas suas palavras,

Students of higher education have not completely neglected the importance of disciplines. Still, we know little about the social or intellectual structure of different disciplines. As a result, our view of specialization is simplistic and unbalanced. It has become too easy to criticize esoteric research as narrow, detached, and trivial. Such criticism lacks an appreciation for the elegant way in which fields of study merge. (...) Some links facilitate integration and thereby prevent specialization from becoming narrow-mindedness... We need to reconceptualize our model of disciplinary growth and specialization, adopting a more organic model that accounts for the intricate links among the many specializations. (pp. 43-44)

É interessante destacar que, nesta perspectiva, a interdisciplinaridade é um conhecimento de segunda ordem visto que se dá num movimento de cooperação entre áreas de conhecimento especializado já estabelecidas e que resulta na produção de algo novo e diferente dos conhecimentos disciplinares envolvidos. Não parece absurdo afirmar que a interdisciplinaridade pressupõe a disciplinaridade. Talvez seja esta característica que explica a ausência de caracterização e/ou definição mais robusta da interdisciplinaridade. Por ser um conhecimento de segunda ordem, ele se caracteriza a partir da situação-problema em foco e das características próprias das áreas que cooperam. Por exemplo, como poderíamos elencar o tipo de conhecimento que permite a produção de um robô? Certamente não há apenas um tipo de conhecimento, mas uma coope-

³ Especialmente no *Webster's Ninth New Collegiate Dictionary and A Supplement to the Oxford English Dictionary*.

ração profícua da computação, mecânica e eletrônica. Da mesma forma, o MERCOSUL (área de livre comércio entre países da América do Sul) foi estabelecido com base em conhecimentos de diversas especialidades tais como econômicas, políticas, jurídicas, entre outras.

Esta perspectiva parece invalidar, senão no total, pelo menos em parte, a crítica feita por Morin e Ortega y Gasset. A interdisciplinaridade seria uma continuação natural e necessária da busca dos pensamentos seguros, não resultado do esgotamento da disciplinarização. Depois de ter obtido a segurança, num primeiro momento, pela organização do mundo do não-saber em disciplinas, o pensamento humano passaria, num segundo momento, a buscar a segurança na cooperação entre elas. O aparecimento de conceitos capazes de cruzar as fronteiras disciplinares – como energia, átomo e moléculas, radiação eletromagnética e outros – facilitou a cooperação entre as diversas áreas de conhecimento disciplinar, ampliando o domínio de segurança do pensamento humano.

Deste modo, as disciplinas são condição necessária mas não suficiente como matriz de conhecimento capaz de lidar com os desafios da sociedade contemporânea, com suas complexas relações entre valores, necessidades e desejos. A prática em projetos interdisciplinares complementa a procura de integração dos conhecimentos especializados.

Currículos disciplinares e interdisciplinaridade

A decisão sobre a matriz de conhecimento a ser adotada na construção curricular é das mais importantes. Como afirmamos no início deste texto, os desafios da sociedade contemporânea são da ordem do conhecimento e da informação. Dotar os futuros cidadãos da melhor formação para viver e trabalhar num mundo em transformação exigirá, certamente, uma formação pelo e para o conhecimento. As previsões indicam uma interdisciplinaridade crescente tanto na pesquisa como na busca de resolução de questões sociais prementes, como proposto em 1994 no livro do conselho sueco para o planejamento e coordenação da pesquisa. A grande crítica aos currículos com matriz disciplinar proferida por educadores/as tais como Pombo (2004) e Florentino e Rodrigues (2015) parece se fundamentar na posição de Morin sobre a limitação de validade e restrição dos conhecimentos disciplinares. Entanto, longe de negar as disciplinas, o que extraímos da análise acima é que, mais do que nunca, precisamos dos conhecimentos disciplinares se quisermos atingir o nível da interdisciplinaridade. Neste sentido, disciplinaridade e interdisciplinaridade deveriam ser vistas como complementares.

Alguns currículos parecem ter incorporado a noção de complementaridade entre disciplinar e interdisciplinar, entre especialização e integração do conhecimento. Os parâmetros curriculares de ciências dos Estados Unidos da América (NGSS) (National Research Council, 2013) apre-

sentam ambas as matrizes do conhecimento e se organiza em três dimensões: 1) Práticas, 2) Conceitos transversais e 3) Ideias disciplinares nucleares. Destaca-se a presença de conhecimentos disciplinares (dimensão 3) com aqueles conceitos que permitem cooperação/pontes entre as disciplinas (dimensão 2). As práticas (dimensão 1) são as científicas, mas também aqueles da engenharia, que é uma área de conhecimento tipicamente interdisciplinar.

As disciplinas/especialidades oferecem um pensamento seguro e preciso dentro de seus limites de validade. A abordagem interdisciplinar oferece a possibilidade de cooperação, visando integrar modos de pensamentos e atender às demandas do homem enquanto ser social. O uso de projetos pode ser uma boa estratégia de ensino, capaz de envolver os conhecimentos num quadro epistemológico mais amplo, no qual os problemas e necessidades ligados ao mundo vivencial dos estudantes podem ser contemplados de maneira mais direta por meio de uma abordagem multidisciplinar. O foco dessas atividades de ensino passaria a se concentrar na abordagem sistematizada de situações de desafio e/ou necessidades ligadas à saúde, meio ambiente, alimentação, transporte, justiça social, entre outros. Neste tipo de abordagem educacional, não se tratará de propor questões e encaminhar soluções no interior de áreas disciplinares bem estabelecidas, mas de buscar no mundo vivencial dos indivíduos problemas e situações que requeiram uma abordagem sistematizada. A sistematização didática pretendida deve ser impossível de ser tratada dentro de uma disciplina e não é desejável que seja abordada em função do senso-comum.

A justificativa para essa abordagem reside na estruturação das sociedades modernas que tornaram o mundo um sistema complexo, onde se entrelaçam o cultural, o social, o econômico, o político, o científico, o religioso... A escola deve propiciar o estabelecimento de condições nas quais os diversos saberes possam dotar o indivíduo de alguma autonomia, de modo que este possa adquirir capacidade de *negociar suas decisões*, capacidade de *comunicação* (diálogo) e ter algum *domínio* e *responsabilidade* diante das mais diversas situações da vida cotidiana (Fourez, 1997). Ao contrário dos físicos e dos biólogos, a maioria dos detentores de conhecimentos práticos, como os engenheiros, farmacêuticos e médicos, não trabalham com versões super-idealizadas da parte de mundo onde atuam (por exemplo, os artefatos tecnológicos, os medicamentos e os doentes). A super-idealização seria contraproducente, pois afastaria a prática destes profissionais do seu objetivo final, seja construir máquinas e edificações, produzir medicamentos que corrijam disfunções orgânicas ou restabelecer a saúde de enfermos.

Embora seja fácil constatar que o conhecimento disciplinar, seja ele de qual tipo for, é incapaz de abarcar a diversidade do mundo, as alternativas interdisciplinares trazem consigo problemas educacionais diversos. Antes de tudo, é preciso estar consciente que, num ensino por projeto que leve à interdisciplinaridade, deve-se lidar com situações que não estão previamente delimitadas por fronteiras epistemológicas bem definidas. A tradição escolar tem sido a de lidar com

conhecimentos previamente simplificados e idealizados de forma a se enquadrarem em campos disciplinares bem delimitados. Esta diferença pode ser um empecilho para a atuação da maioria dos professores formados na tradição disciplinar. Reside aí talvez o maior desafio para qualquer tentativa curricular de lidar com a interdisciplinaridade como base do currículo. A tradição de formação dos professores de todo o mundo tem sido de formar especialistas disciplinares. Um modelo de formação de professores que contemple a capacidade de ensinar a articular conhecimentos disciplinares, visando a aquisição de saberes interdisciplinares, é ainda hoje uma questão em aberto. Alguns autores têm avançado ideias neste campo de estudo, embora a maioria delas se constituam em exemplos de sucesso nem sempre possíveis de serem transpostos para fora dos contextos originais.

Um autor que trabalhou sobre esta questão e forneceu alguns bons direcionamentos foi Gerard Fourez (1997). Num livro já antigo, ele desenvolve uma metodologia de ensino por projetos interdisciplinares que pode auxiliar na construção de um modelo formativo. Alguns trabalhos têm testado as ideias de Fourez (Nehring et al., 2000; Pietrocola, Pinho-Alves, & Pinheiro, 2003) e podem servir de incentivo ao enfrentamento da produção de saberes interdisciplinares na educação básica, questão que ainda hoje desafia educadores de todo o mundo.

Correspondência: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, Rua do Anfiteatro, 513 – Butantã, São Paulo – SP, 05508-060, Brasil

Email: mpietro@usp.br

Referências bibliográficas

- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. Oxford: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science – AAAS (2019). *About Project 2061*. Retirado de <https://www.aaas.org/programs/project-2061/about>
- Andrés-Gallego, José (2015). Are humanism and mixed methods related? Leibniz's universal (Chinese) dream. *Journal of Mixed Methods Research*, 29(2), 118-132. doi:10.1177/1558689813515332
- Apostel, Leo (1972). *Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities*. Paris: OECD/Centre for Educational Research and Innovation.
- Bachelard, Gaston (1965). *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*. Paris: PUF.
- Bachelard, Gaston (1966). *Le rationalisme appliqué*. Paris: PUF.
- Barbosa, Elyana (2003). Gaston Bachelard e o racionalismo aplicado. *Revista Cronos*, 4(1/2), 33-37.
- Canguilhem, Georges (1968). *Études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin.
- Chalmers, Alan F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense.

- Coelho, Gabriel (2017). Ciência, sociedade e complexidade: Da disciplinarização do conhecimento à emergência de programas de pós-graduação interdisciplinares no Brasil. *Revista Brasileira de Pós-graduação*, 14, 1-22. doi:10.21713/2358-2332.2017.v14.1455
- Colucci-Gray, Laura, & Fraser, Christine (2008). Contested aspects of becoming a teacher: Teacher learning and the role of subject knowledge. *European Education Research Journal*, 7(4), 475-486.
- D'Alembert, Jean le Rond (1751). Discours préliminaire. In D. Diderot & J. R. D'Alembert (Eds.), *Encyclopédie ou dictionnaire raisonne des sciences, des arts et des métiers par une société de gens de lettres* (vol. 1, pp. 1-140). Paris: Samuel Faucher & Compagné, Libraires & Imprimeurs.
- Darnton, Robert (1979). *The business of enlightenment*. Cambridge: Harvard University Press.
- Descartes, René (2011). *Discours de la méthode*. Édition électronique (ePub): Les Échos du Maquis. Retirado de <https://philosophie.cegeptr.qc.ca/wp-content/documents/Discours-de-la-m%C3%A9thode.pdf> (Original work published 1637)
- Florentino, José A., & Rodrigues, Léo P. (2015). Disciplinaridade, interdisciplinaridade e complexidade na educação: Desafios à formação docente. *Educação Por Escrito*, 6(1), 54-67.
- Fourez, Gerard (1997). *Alfabetizacion científica y tecnologica: Acerca de las finalidades de la ensenanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue SRL.
- Fourez, Gerard (2003). Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 109-123.
- Frank, Roberta (1988). «Interdisciplinary»: The first half century. *Items*, 40(3), 73-78.
- Klein, Julie T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University.
- Kuhn, Thomas S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Ledford, Heidi (2015). How to solve the world's biggest problems?, *Nature*, 525, 308-311. doi:10.1038/525308a
- Luckie, Douglas B., Bellon, Richard, & Sweeder, Ryan D. (2012). The «BRAID»: Experiments in stitching together disciplines at a big ten university. *Journal of STEM Education*, 13(2), 6-14.
- Ministério da Educação do Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação do Brasil.
- Morin, Edgar (1994). Sur l'interdisciplinarité. *Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Études Transdisciplinaires*, 2. Retirado de <http://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b2c2.php>
- Morin, Edgar (2002). A articulação dos saberes. In E. Morin, M. C. Almeida, & E. A. Carvalho (Eds.), *Educação e complexidade: Os sete saberes e outros ensaios* (pp. 29-71). São Paulo: Cortez.
- National Governors Association Center for Best Practices (NGACBP), & Council of Chief State School Officers (CCSSO). (2010). *Common core state standards for mathematics*. Washington, DC: NGACBP & CCSSO.
- National Research Council (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/18290
- Nehring, Cátia Maria, Silva, Cibele Celestino, Trindade, José Análio, Pietrocola, Maurício, Leite, Raquel Crosara, & Pinheiro, Terezinha de Fátima (2000). As ilhas de racionalidade e o saber significativo: O ensino de ciências através de projetos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1), 99-122. doi:10.1590/1983-21172000020107
- Nissani, Moti (1997). Ten cheers for interdisciplinarity: The case for interdisciplinary knowledge and research. *The Social Science Journal*, 34(2), 201-216. doi:10.1016/S0362-3319(97)90051-3

- Ortega y Gasset, José (1932). *The revolt of the masses*. New York: New American Library.
- Paty, Michel (2001). The question of rationality in front of the diversity of knowledge practices. Science and cultural diversity. In *Proceedings of the XXIst International Congress of History of Science* (pp. 3261-3281). Mexico: Universidad Autónoma de Mexico & Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología.
- Pietrocola, Mauricio, Pinho-Alves, José, & Pinheiro, Terezinha de Fatima (2003). Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 131-152.
- Pinault, Madeleine (1993). *L'encyclopédie*. Col. «Que sais-je?». Paris: PUF.
- Pombo, Olga (2004). Epistemologia da interdisciplinaridade. In C. Pimenta (Ed.), *Interdisciplinaridade, humanismo, universidade* (pp. 4-33). Porto: Campo das Letras.
- Popper, Karl R. (1959). *The logic of scientific discovery*. London: Routledge.
- Ricard, Xavier (2000). The constitution of the category «shamanism» in anthropology. In Rosalind I. J. Hackett & Michael Pye (Eds.), *IAHR world congress proceedings, Durban 2000. The history of religions: Origins and visions*. Cambridge: Roots and Branches.
- Ruscio, Keneth P. (1986). Bridging specializations: Reflections from biology and political science. *Review of Higher Education*, 10, 29-45. doi:10.1353/rhe.1986.0010
- Santos, Boaventura de Sousa (1988). Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. *Revista de Estudos Avançados*, 2(2), 46-71. doi:10.1590/S0103-40141988000200007
- Sá-Silva, Jackson R., Almeida, Cristóvão D., & Guindani, Joel F. (2009). Pesquisa documental: Pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, 1(1), 1-15.
- Secretaria de Educação Fundamental (1998). *Parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- Wallerstein, Immanuel (1996). *Para abrir as ciências sociais*. São Paulo: Cortez.
- Young, Michael F. D. (2010). Why educators must differentiate knowledge from experience. *Journal of the Pacific Circle Consortium for Education*, 22(1), 9-20.