

Modos contemporâneos de produção de conhecimento científico: Visões, matriz analítica e implicações curriculares

Contemporary modes of production of scientific knowledge: visions and curricular implication

Maria Aparecida Santos Santiago

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Email: cydass@hotmail.com

Marcos Antonio Pinto Ribeiro

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Email: marcolimite@yahoo.com.br

Cristiane Silva Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Email: cris2015ba@gmail.com

Resumo

O trabalho apresenta uma discussão sobre visões da Ciência na contemporaneidade e seus possíveis reflexos tanto na investigação como no ensino. Para realizar tal estudo, começamos por caracterizar alguns modelos disponíveis na literatura que emergem no cenário atual. Este cenário nos mostra uma variedade de descrições de diversos modos de produção do conhecimento científico: “Modo 2” “Ciência pós-normal”; “Ciência pós-acadêmica”; “Tríplice Hélice”; Ciência “Pós Moderna”; “Modo 3”; ”Tecnociência”, “Quadrante de Pasteur”. Como consequência, o nosso estudo identificou a necessidade de investigar aspectos intrínsecos e extrínsecos da relação entre epistemologia e investigação, uma vez que a relação entre epistemologia e didática já esta bem consolidada na história do currículo de ciências. Identificamos que temas como propriedade intelectual, patentes, financiamento, transferência de tecnologia, já estão sendo integrados a epistemologia constante nos programas de pós-graduação.

Palavras chave: Produção de conhecimento, Contemporaneidade, Epistemologia, Investigação.

Abstract

The paper presents a discussion about visions of Science in the contemporary world and its possible reflections in both research and teaching. To perform such a study, we start by characterizing some models available in the literature that emerge in the current scenario. This scenario shows us a variety of descriptions of various modes of production of scientific

knowledge: "Mode 2" "Post-normal science"; "Post-academic science"; "Triple Propeller"; Science "Post Modern"; "Mode 3"; "Technoscience", "Quadrant of Pasteur". As a consequence, our study identified the need to investigate intrinsic and extrinsic aspects of the relationship between epistemology and research, since the relationship between epistemology and didactics is already well established in the history of the science curriculum. We have identified issues such as intellectual property, patents, financing, technology transfer, and the epistemology of post-graduate programs.

Key words: Production of knowledge, Contemporaneity, Epistemology, Research.

Introdução

Esta investigação nasceu de uma iniciativa em estudar como a ciência, no caso a Química, vem sendo produzida nos programas de pós graduação em Química. Ao iniciarmos o trabalho nos deparamos com um problema fundamental: Não existem guias analíticos explícitos sobre modos de produção contemporâneos. Quando buscamos referentes na vasta literatura sobre epistemologia, verificamos que a relação entre didática e epistemologia tornou-se um tema central nas análises da Educação Científica, entretanto, a relação entre Epistemologia e Investigação não recebeu o mesmo tratamento. Quando verificamos que a formação do pesquisador e do professor de nível superior é feita nos programas de pós-graduação, este parece ser um problema de grandes proporções.

Desta forma, este trabalho busca construir uma matriz analítica das principais categorias relacionadas aos modos de produção científico atuais. Buscamos na vasta literatura atual convergências de descrições que nos forneçam categorias analíticas que subsidie práticas formativas, de planejamento e avaliação da investigação científica realizada nas academias. Salientamos que o modelo de análise aqui proposto ainda esta em construção, mostramos aqui nossa primeira análise. Iremos inicialmente discorrer sobre a relação entre epistemologia, didática e Investigação, verificando que a relação entre investigação e epistemologia foi pouco explorada na literatura. Numa segunda parte exploramos os vários modelos que tivemos acesso, de forma ainda não exaustiva. Na terceira parte ressaltamos, por convergências das categorias e os indicadores das propostas, alguns indicadores representativos da ciência contemporânea. Comparamos estes indicadores com o padrão canônico e, pensamos, ainda hegemônico tanto na Educação Científica, quanto na prática investigativa. Em outro trabalho iremos aplicar esta matriz analítica em estudo de casos reais.

Epistemologia, didática e investigação

A relação entre didática e epistemologia já esta muito bem consolidada e investigada na literatura. Professores e pesquisadores, parafraseando Von Humboldth, servem a ciência, portanto beneficiam-se do conhecimento das metaciências. Apesar desta constatação, a literatura tem privilegiado quase hegemonicamente a relação entre didática e Epistemologia. Nossa investigação é uma possível contribuição à relação entre Epistemologia , Investigação e didática.

No tocante a relação entre epistemologia e didática, Anderson (2007) classifica as tradições da didática das ciências em um diálogo com o mundo, a ciência como uma comunidade de linguagem e *empowerment*. Nesse contexto, crescem a importância de ciências críticas e a defesa das metaciências (História, Filosofia e Sociologia das Ciências) como disciplinas fundamentais da educação científica (MATTHEWS 1994; McCOMAS,

2004), reiterado por diversas agências (AAAS, 1993; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Esse movimento, Nature of Science e History and Philosophy of Science (NOS, HPS) crítico que busca uma visão humanista alargada da ciência no currículo é iniciado, de forma mais sistemática, nos anos 1980. Um primeiro argumento em defesa das metaciências é seu o valor intrínseco. É necessário entender a ciência como maior elemento da cultura contemporânea não apenas como produto, mas também como processo e parte da cultura. A História e a Filosofia da Ciência propiciam aos professores e investigadores um conhecimento profundo das estruturas sintáticas e substantivas das disciplinas e um conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1986), representando uma recontextualização do paradigma curricular acadêmico (VAILLANT, 2003).

Discussões sobre HPS representam uma segunda ordem de reflexão sobre os conteúdos e métodos da ciência e contribuem positivamente para a autonomia e o pensamento dos professores nas decisões curriculares, bem como nas decisões dos objetos de pesquisas, na formulação de hipóteses, na organização do trabalho de investigação, etc. Além de um valor intrínseco, a HPS tem um valor instrumental por orientar o trabalho didático e contribuir para a maturidade profissional. O conhecimento metacientífico exerce uma função organizadora do conhecimento de base do ensino, articula o conhecimento disciplinar, pedagógico, psicológico e didático (ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Em relação ao aprendiz, contribui para o desenvolvimento de conceitos, capacidades, atitudes e interesses que desencadeiam produções de significados. Mostra que a ciência não está apenas envolvida na cultura, ela é uma cultura, incluindo-se suas relações com outros saberes e contextos inter e transdisciplinares, como tecnologia, história, arte, religião, economia e outras atividades humanas. Busca-se um modelo de disciplina-cultura que incorpore paradigmas, conceitos e princípios (Núcleo), aplicações (Corpo) e concepções alternativas e senso comum (Periferia). A história da ciência cria os elementos da periferia que podem dar significado ao núcleo, foco do ensino, principalmente de países periféricos que essencializa seus conteúdos..

Modos de produção científicos contemporâneos

Com o intuito de ampliar a compreensão da dinâmica da produção de conhecimento científico, caracterizamos aqui algumas visões de Ciência que se modela na contemporaneidade, a começar pelo que se denomina Ciência pós-acadêmica, com seu representante o físico e Epistemólogo inglês John Ziman (1925-2005), que discute uma nova visão de ciência em contraste com o modelo proposto pelo norte-americano Robert Merton (1910-2003), assinalado em 1942. Para Ziman, a maneira tradicional, internalista, de produzir conhecimento, não consegue mais explicar os fenômenos que se apresentam em uma nova sociedade, ou seja, ele visualiza uma ciência de caráter externalista que envolve aspectos históricos, sociológicos e políticos em sua investigação, rompendo com a visão de Ciência como uma instituição neutra e fechada. Verusca (2010, pg. 13), afirma que na ciência pós-acadêmica “a força da ciência está centrada na sua produção social e cooperativa de conhecimento, que deve ser realizada em um espaço público e almejando o consenso entre os pares. A ciência que até então, era regida por um conjunto de normas e valores, denominado Ethos Científico, começou a ser questionada sobre sua neutralidade e isenção de valores, e desta feita Ziman explicita um novo Ethos com características de reconstrução e rejuvenescimento do Ethos mertoniano, nova forma de organização e gestão da atividade científica.

Outro modelo que entra nas discussões é da Tríplice Hélice, que surgiu nos estados Unidos, proposto por Henry Etzkowitz (1940) e Louis Leydesdorff (1948), também conceituado como Universidade Empreendedora. Esse modelo reconhecido internacionalmente, apresenta a parceria entre Universidade-indústria-governo que apresenta um ideal de crescimento econômico e desenvolvimento social tendo como base o conhecimento, para gerar inovação.

A universidade é o princípio gerador das sociedades fundadas no conhecimento, assim como o governo e a indústria são as instituições primárias na sociedade industrial. A indústria permanece como ator-chave e locus de produção, sendo o governo a fonte de relações contratuais que garantem interações estáveis e intercâmbio. (ETZKOWITZ, 2009, p.2)

Observa uma nova reconfiguração nas Universidades como transmissora de conhecimento e ensino.

Modo 2 de produção do conhecimento também se destaca como um modelo contemporâneo que possui a natureza do conhecimento socialmente distribuído, como principal característica a sua transdisciplinariedade. Proposto por Michael Gibbons et al, esse modelo de Ciência é heterogêneo e estruturalmente transitório, abrange uma complexa rede de atores, com responsabilidade e reflexividade social. *“La producción de conocimiento socialmente distribuído está adquiriendo la forma de una red mundial com um numero de interconexiones que aumenta continuamente al crearse nuevos puntos de producción.”* (GIBBONS, 1998, p.39)

Discute-se também o conceito de Tecnociência, que tem como seu maior expoente, o espanhol Javier Echeverría (1948). Em análise do autor, ele apresenta a Tecnociência propriamente dita a partir da década de 1980, como resultado da Macrociência de décadas anteriores, tendo como berço os Estados Unidos. Esse novo modo de fazer ciência traz uma nova estrutura da prática científico-tecnológica. Não estamos diante de uma revolução epistemológica, nem metodológica, ainda que houve grandes mudanças no conhecimento e nos métodos científicos, mas diante de uma revolução praxiológica (ECHEVERRÍA, 2003, p.12, *tradução nossa*). Essa revolução tecnocientífica transformou radicalmente a ciência, envolvendo aspectos econômicos, políticos e sociais. Para Echeverría (2005, p. 13), a tecnociência é uma confluência de cinco grandes culturas: a científica, a engenharia, a empresarial, a política e a militar. Para KOSLOWSKI (2015), a tecnociência é uma nova realidade, possibilitada por vários elementos ou subsistemas que juntos formam uma nova realidade combinatória que foi gerada por meio de uma nova prática nascida nos meados do século XX de fazer ciência aplicada.

Proposta por Boaventura de Sousa Santos, um sociólogo português, a ciência pós-moderna, se preocupa em discutir uma forma de estabelecer um diálogo com todas as formas de conhecimento em especial o conhecimento de senso comum. Para ele, [...] *“vivemos uma fase de transição paradigmática que procura definir o perfil teórico e sociológico da forma de conhecimento que, nesta fase, transporta os sentidos emergentes da ciência pós-moderna.”* (SOUSA SANTOS, 2002, p.11). Ou seja, o paradigma da ciência moderna é um paradigma em crise.

Sendo um modelo global, a nova racionalidade científica é também um modelo totalitário, na medida que nega o caráter racional a todas as formas de conhecimento que se não pautarem pelos seus princípios epistemológicos e pelas suas regras metodológicas. E é esta sua característica fundamental e a que melhor simboliza a ruptura do novo paradigma científico com os que o precedem. (SOUSA SANTOS, 2002, p. 10-11)

E assim, com a crise do paradigma dominante, ele propõe o paradigma emergente, onde não é apenas um paradigma científico, representado pelo conhecimento prudente, mas também um paradigma social, representado para uma vida decente.

Buscando um modelo analítico

Essa discussão visa, sobretudo, compreender os aspectos da produção de conhecimento científico na contemporaneidade que tem sido tendência na sociedade atual. A investigação nos fornece elementos para compreender toda essa conjuntura que se delineia no campo da produção científica. Diversos fatores se apresentam, envolvendo o sistema econômico, político, social, cultural e tecnológico. Segundo Pereira (2007, p. 281) a ciência tem sido recentemente repensada com base em vários critérios intrínsecos, como a sua epistemologia e a sua metodologia. A ciência nesse novo contexto traz discussões antigas sobre a perspectiva entre ciência básica e aplicada. Para alguns essa discussão já é superada, pois compreende como uma relação de interdependência entre elas, ou seja, coexistem entre si. Porém, principalmente em países subdesenvolvidos, essa realidade permanece distante. Observa-se um predomínio de Ciência básica, com as características que confrontamos na tabela abaixo

DIMENSÕES	MODELO CANÔNICO	MODELO CONTEMPORÂNEO	CONSEQÜÊNCIAS PARA O ENSINO
<ul style="list-style-type: none"> - ORGANIZAÇÃO - ESTRUTURA - SISTEMA INSTITUCIONAL - CONTEXTO - ATORES - PESQUISADOR 	<ul style="list-style-type: none"> - Disciplinar - Hierárquicas - Recompensas / Estratificado - Acadêmico - Internos (Acadêmicos) - Criatividade Pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> - Inter/ Transdisciplinar - Organizacionais Transitórias Ou Não - Posição Bem Paga Na Hierarquia Da Adm. - Em Rede - Rede Interna E Externa - Especialista Solucionador De Problemas 	<p>Necessidade de considerar uma rede de atores;</p> <p>Relacionar as instancias de mercado, estado e sociedade;</p> <p>Inserir a interdisciplinaridade como intrínseca a ciência;</p>
<ul style="list-style-type: none"> - INTERESSE - ESCALA - PRODUTIVIDADE - FINANCIAMENTO - PODER - AVALIAÇÃO 	<ul style="list-style-type: none"> - Desinteressado - Universal - Publicações Acadêmicas - Público - Organizacional - Interna De Pares 	<ul style="list-style-type: none"> - Propriedade Intelectual - Situado/ Tácito/ Know How - Patentes - Público/Privado - Comunidade Ampliada De Pares - Interna E Externa De Pares 	<p>Inserir resolução de problemas sociais e superar o essencialismo;</p> <p>Inserir componentes axiológicos na prática científica como, por exemplo dilemas éticos;</p>
<ul style="list-style-type: none"> - OBJETO DE PESQUISA - CONHECIMENTO - NATUREZA - VISÃO/ OBJETIVO - FINALIDADE - ESCALA TEMPORAL 	<ul style="list-style-type: none"> - Decisão Do Pesquisador - Científico - Básica - Internalista/ Ampliar O Conhecimento - Explicação - Indeterminada 	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda Social/ Stakeholders - Científico/Inovação/ Tecnológico - Colaborativa E Integrada - Externalista/ Solução De Problema Práticos - Aplicação - Determinada 	<p>Inserir temas como propriedade intelectual, patentes, financiamento na prática científica.</p>

Tabela 1: Ciência básica x Ciência aplicada

Na tabela 1 acima explicitamos as principais categorias analíticas que estamos produzindo para analisar a produção científica realizadas, por exemplo, nas academias. Na quarta coluna explicitamos algumas inferências que estamos fazendo, tendo por base a literatura.

Diante desses novos modos de produção de conhecimento científico, ligados a diversos segmentos sociais, faz-nos pensar como esse conhecimento deve chegar a sociedade, que tipo de cidadão queremos formar, como deve ser a educação científica e tecnológica para esse modelo de sociedade. A esse respeito Pereira (2007) declara:

Poder-se-á dizer que uma primeira função da educação seria a de catálise da Sociedade de

conhecimento, que teria por base desenvolver o capital intelectual dos estudantes, especialmente nas seguintes vertentes: criatividade, flexibilidade, capacidade de resolução de problemas, engenho, inteligência coletiva, confiança profissional, espírito de risco, aperfeiçoamento contínuo.

Se o modelo que se pretende alcançar na construção da Ciência contemporânea apresenta uma pesquisa num determinado contexto de aplicação, voltado para a solução de problemas práticos, transdisciplinar, por consequência ela precisa se aproximar das pessoas, da sociedade, assim a Educação Científica precisa garantir a esses sujeitos uma substancial compreensão da realidade, rompendo com o ensino canônico e avançando para uma abordagem mais contextualista, ou seja, tratada em seus diversos contextos: filosófico, histórico, tecnológico, social e ético.

Considerações finais

No cenário atual, denominado de sociedade da informação e do conhecimento, de extraordinário desenvolvimento científico e tecnológico cabe-nos questionar como a Ciência se impõe nesse contexto, ou seja, seus fins, suas implicações e seus projetos de futuro. Pensar a produção do conhecimento científico na contemporaneidade exige um olhar por diversos campos que se entrelaçam, desde a Filosofia, Sociologia, História da Ciência, dentre outros. A partir de 1980 várias discussões se intensificaram a esse respeito e diversos modelos de produção do conhecimento científico entraram em debate como um ideal de aplicabilidade, a ciência voltada para questões sociais e aos interesses de mercado, para gerar crescimento, desenvolvimento e inovação. Vários modelos se destacam, dentre eles: “Modo 2” (Gibbons et al., 1994); “Ciência pós-normal” (Funtowics & Ravetz, 1993); “Ciência pós-acadêmica” (Zimam, 1996); “Tríplice Hélice” (Etzkowitz & Leydesdorff, 1998); Ciência “Pós Moderna” (Boaventura, 2006); “Modo 3” (Jimenez, 2007); “Tecnociência” (Echeverría, 2003), “Quadrante de Pasteur” (Stokes, 1954).

Com relevância se observa como esse conhecimento passou a ser produzido nas Universidades e as discussões que se produziam sobre o mesmo. Pensar a Universidade como instituição primária do conhecimento nos leva a importância de como esse conhecimento é construído, suas bases, valores, dentro de uma sociedade denominada de pós-industrial. O Novo Modo de Produção do Conhecimento provoca mudanças na pesquisa desenvolvida tradicionalmente nas Universidades, que era mais disciplinar e se realizava, sobretudo, num contexto acadêmico orientado pelo próprio processo de conhecimento, e não por sua utilidade econômica ou social.

E assim, o século XX foi marcado por embates vigorosos no cerne do conhecimento científico, foram críticas bastantes contundentes em oposição ao modo de fazer Ciência, principalmente ao modelo do Positivismo lógico.

É notável o volume de pesquisas no que se refere a produção do conhecimento científico voltados para a resolução de problemas. Ou seja, a produção do conhecimento científico vai além da Ciência básica, acadêmica, ela assume um caráter cada vez mais voltado para a pesquisa colaborativa, no contexto de aplicação, onde o conhecimento se torna cada vez mais transdisciplinar, inovador, tecnológico e orientado para comercialização.

Observa-se esses novos modos de fazer Ciência, geralmente em países desenvolvidos, lugares em que as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade são bastantes fortes, situação ainda distante nos países subdesenvolvidos como é o caso do Brasil. Porém, há diversas pesquisas,

entre elas está a do pesquisador brasileiro, sociólogo e professor Simon Schwartzman que trata do Modo 2 de produção do conhecimento científico na contemporaneidade em colaboração a um dos maiores nomes no assunto, Michael Gibbons.

Referências

ADÚRIZ-BRAVO, A. A. Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tese de Doutorado - Universitat Atonoma de Barcelona, Barcelona, 2001.

ANDERSON, C. W. (2007). Perspectives in science learning. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. Lederman (eds.). Handbook of Research in Science Education. New York: Routledge.

ECHEVERRÍA, J. **La Revolución tecnocientífica**. Fondo de cultura económica de España, 2003.

ETZKOWITZ, H. **Hélice tríplice: Universidade-indústria-governo: inovação em movimento**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

GIBBONS, M. **Pertinencia de la educación superior en el siglo XXI**. Paris: Unesco-Conferência Mundial sobre la Educación Superior de la Unesco, 1998.

KOSLOWSKY, A. **É o conceito de tecnociência confuso?** Revista *Philosophos*, Goiânia, <https://revistas.ufg.br/philosophos/article/viewFile/36115/18928> , acesso em 10/08/2018, v.20, n.1, p.11-36, jan./jun. 2015.

MATTHEWS, M. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.

MCCOMAS, W. F. (2004). *The nature of science in science education: rationales and strategies*. Kluwe: The Netherlands.

PEREIRA, C. D. **Nova Educação na nova ciência para a nova sociedade: Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea**. V. 1, Série do saber, 4, 2007, p. 281.

SHULMAN, Lee. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.

SOUSA SANTOS, B. de. *Um discurso sobre as ciências*. 13 ed. [S.I.] Afrontamento, 2002.

VAILLANT, D. (2003). *Formação de formadores: estado da prática*. Elaboração e tradução própria a partir dos Standards for Teacher Educators fornecidos pela Association of TeacherEducators, USA: Reston

VERUSCA M. S. Reis, **O problema do ethos científico no novo modo de produção da ciência contemporânea**, Tese Doutorado em Filosofia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010, p. 13.