

Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade

DEMÉTRIO DELIZOICOV¹ e DÉCIO AULER²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, demetrio@ced.ufsc.br

²Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, auler.ufsm@gmail.com

Resumo. São realizadas considerações sobre a temporalidade das teorias científicas, baseadas em análises histórico-epistemológicas, e sobre o lugar em que conhecimentos científicos se originam, tendo por base a proposição de Milton Santos a respeito da *formação social do espaço*, com a finalidade de se examinar a relação entre a dimensão espaço-temporal da Ciência-Tecnologia (CT) e a sua não-neutralidade. Argumenta-se que essa não-neutralidade tem dois aspectos indissociáveis: um relativo à demanda e o outro relacionado à formulação científica de problemas originários da demanda e à correspondente busca de suas soluções. Destaca-se que a universalidade contida nas teorias científicas não implica, necessariamente, na universalização da demanda relacionada à CT. Com esta perspectiva relaciona-se CT e a pesquisa em educação em ciências e propõe-se que se obtenham demandas localizadas através de uma *investigação temática*, conforme proposição de Paulo Freire, considerando que a educação em CT é um dos elementos da formação social do espaço.

Abstract. Considerations are raised about the temporality of scientific theories, based on historical-epistemological analyses and about the place in which scientific knowledge originates, using Milton Santos' concept of the *social formation of space*. The objective is to examine the relationship between the space-time dimension of Science and Technology and their non-neutrality. It is argued that this non-neutrality has two inseparable aspects: one is related to demand and the other to the scientific formulation of problems originating from demand and the corresponding search for their solutions. The paper highlights that the universality of scientific theories does not necessarily imply a universalization of demand related to Science and Technology. With this perspective, Science and Technology are related to research in science education and it is proposed that localized demands are obtained through a *thematic investigation* according to Paulo Freire's proposal, considering that education in Science and Technology is one of the elements of the social formation of space.

Keywords: Non-neutrality of Science and Technology, social formation of space, problems for research into science education.

Keywords: Non-neutrality of Science and Technology, social formation of space, problems for research into science education.

INTRODUÇÃO

Uma concepção de ciência livre de valores, não contaminada por interesses, paixões e emoções, foi fortemente abalada pela reflexão epistemológica, por exemplo, com a obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn (1995), publicada originalmente em 1962, que questiona a existência de um método privilegiado, o denominado método científico, que, na concepção clássica, é responsável pela produção de um conhecimento imune à influência de fatores externos, o qual faria papel equivalente a um cordão sanitário responsável pela assepsia do produto científico. Esse método significaria a garantia de que apenas fatores epistêmicos (lógica + experiência) participam da elaboração deste conhecimento.

Essa crítica ao empirismo lógico é compartilhada por muitos epistemólogos que, já na década de 1930, portanto, antes de Kuhn, através de distintos enfoques e premissas sustentavam a inconsistência da análise epistemológica empírico-indutivista. Dentre outros aspectos importantes, que as proposições epistemológicas contemporâneas enunciam, é significativa a análise que realizam sobre o papel do cientista no processo de produção de conhecimentos científicos. Kuhn (1995) chama a atenção para a formação do cientista quando, na sua interação sócio-cultural com membros já formados de uma determinada comunidade de cientistas, se apropria e compartilha de paradigmas, ou padrões históricos, construídos por esta comunidade para enfrentar a solução de problemas e produzir conhecimento. Popper (1975, 1982) apela para a inventividade do cientista que, ao fazer conjecturas passíveis de serem falseadas, está produzindo conhecimento científico. Bachelard (1977, 1996) compreende que, por cometer erros epistemológicos oriundos de obstáculos epistemológicos, o cientista precisa constantemente refazer o conhecimento científico. Através destes exemplos destacados emerge, portanto, a consciência, obtida por diferentes argumentos, de que as interações entre sujeito e objeto do conhecimento não são neutras, uma vez que o sujeito, ao estabelecer relações cognitivas com o objeto, o faz com expectativas e pressupostos, isto é, com uma certa intencionalidade.

Neste sentido, a reflexão epistemológica contemporânea superou a concepção de neutralidade do conhecimento científico. No entanto, a compreensão de uma Ciência neutra ainda permanece fortemente presente em vários âmbitos da sociedade, em instituições como a academia, laboratórios de pesquisa e, também, na educação científica básica, conforme detectado por Gil Perez et al. (2001), dentre outros, após quase meio século do impacto ocasionado pela publicação do livro *A estrutura das revoluções científicas* de Kuhn (1995) referente às discussões sobre a natureza do conhecimento científico (LAKATOS e MUSGRAVE, 1979).

Como uma das decorrências destas posições críticas ao empirismo lógico, a atemporalidade das teorias científicas, que representaria uma das dimensões da suposta neutralidade, é abalada quando se analisa a sua historicidade. Os casos das teorias científicas que foram superadas, ao longo do tempo e que, portanto, têm uma limitação temporal, põem em evidência que o pressuposto da atemporalidade dos critérios adotados pelo sujeito, quais sejam os da lógica e da matemática, no tratamento de dados empíricos, e que balizaria a produção científica, mostrou ser inconsistente. Assim, há uma negação da premissa segundo a qual qualquer outro aspecto da constituição do sujeito cognitivo, que pudesse estar presente

na produção do conhecimento científico, é neutralizado por parâmetros lógico-matemáticos universais e atemporais, o que garantiria a neutralidade do conhecimento científico. A produção das Mecânicas Relativista e Quântica, por exemplo, nos anos iniciais do século XX, põe em cheque tal premissa. Um dos efeitos filosófico-epistemológico delas é a introdução da discussão de uma nova compreensão do papel do sujeito, e, no caso da Ciência, do cientista.

Não obstante as ressignificações atribuídas à criatividade e à intencionalidade do sujeito, destaca-se que é equivocado atribuir, a estes dois fatores, que influem na produção de CT, um nível de arbitrariedade que se limita à subjetividade e à individualidade do sujeito. A epistemologia pós-empirismo lógico, ao incluir outros elementos, não considerados anteriormente, e que são integrantes do produto do conhecimento científico, além de dados empíricos, da lógica e da matematização, não aboliu critérios para avaliar e caracterizar essa produção. Em síntese, a tese do vale tudo, argumentado por Feyerabend (1977), não é compatível com as proposições dos três epistemólogos citados anteriormente. De fato, cada um dos três, a partir de distintos argumentos, considera dois aspectos fundamentais que constituem barreiras para arbitrariedades que, eventualmente, a subjetividade de um único sujeito possa imiscuir na produção de conhecimento científico.

Um dos aspectos diz respeito à aprovação que uma particular proposição de um cientista deve ter dos pares. Neste sentido, trata-se de um sujeito coletivo que produz CT ao construir, também, intersubjetividades. Para Kuhn (1995), o sujeito não só precisa ser formado por um coletivo para ser aceito como um especialista, em um determinado campo científico, como também, após ser formado, sua criação, para ser compartilhada, necessita da aceitação dos pares em distintas instâncias, de modo que seja incorporada ao paradigma. Já Popper (1975, 1982) tece considerações sobre o papel representado pelo falseamento que, segundo ele, deve ser feito por outros cientistas. Bachelard (1977, 1996), por sua vez, explicita os obstáculos e rupturas que o conhecimento científico precisou realizar para se desvincular do conhecimento vulgar, ou do senso comum. Mas, também, destaca a necessidade de uma vigilância epistemológica para a superação dos erros epistemológicos que fazem parte da produção de conhecimento científico.

O segundo aspecto refere-se ao nível de sintonia que as explicações, oriundas das proposições e dos modelos científicos, precisam ter com a empiria relacionada aos fenômenos e situações que são partes constituintes dos objetos do conhecimento que se quer conhecer. Os três epistemólogos citados, mesmo diferenciando-se, analisam a necessidade da busca dessa sintonia como uma característica sistêmica e fundamental do conhecimento científico. Kuhn (1995) argumenta que, nos períodos de ciência normal, a produção tem como uma das

funções procurar articular os paradigmas para a compreensão de uma quantidade, cada vez maior, de fenômenos por eles enquadráveis, até que esta articulação já não seja possível devido a consciência de anomalias. Popper (1975, 1982) relaciona a objetividade do conhecimento científico com a lógica dedutiva e com a análise crítica dos pares pesquisadores, que, ao procurar falsear proposições, pode corroborá-las ou refutá-las. Bachelard, ao analisar as características das interações entre sujeito e objeto e do papel que cada um representa na constituição e retificação do conhecimento científico, na busca da referida sintonia, argumenta sobre um racionalismo aplicado (BACHELARD, 1976) e um materialismo racional (BACHELARD, 1977) que dinâmica e simultaneamente estão contidos no conhecimento científico.

Assim, um outro efeito das reflexões epistemológicas contemporâneas, cujas proposições estão estreitamente relacionadas ao surgimento das Mecânicas Quântica e Relativista, é a conseqüente necessidade de se assumir que seria o porvir o parâmetro de referência, por excelência, para realizar considerações relativas à verdade, ainda que, no presente, tenhamos apenas o conhecimento já compartilhado pelos cientistas fazendo a mediação para o enfrentamento de problemas científicos.

Além disso, a temporalidade das teorias leva à consciência de que elas também teriam um limite de validade em relação a dimensão espacial dos fenômenos que pretendem conhecer. Caso evidente é o da Mecânica Clássica. Seu uso mostrou-se limitado, ou mesmo equivocado, para a resolução de problemas relacionados aos fenômenos cuja dimensão espacial é da ordem atômica, por exemplo. Contudo, essa consciência sobre o limite de validade da Mecânica Clássica, pelo coletivo dos físicos, só foi possível ocorrer a partir de um período bem demarcado pela História da Ciência, qual seja, os últimos anos do século XIX e as duas primeiras décadas do século XX, período no qual emerge uma concepção quântica para a energia da radiação eletromagnética e culmina com a formulação da Mecânica Quântica. Por sua vez, a Mecânica Relativista, ao introduzir concepções sobre o espaço e o tempo, que não têm correspondência com a formulação teórico-conceitual da Mecânica Clássica, também evidencia a limitação desta. São exemplos que reforçam a temporalidade das teorias científicas e a consciência de que haveria limites de validade para elas, ou pelo menos no caso da Mecânica Clássica.

Ainda que se admita, com alguma clareza, a relação entre a não-neutralidade da Ciência com a temporalidade, isto é, a relação com o processo histórico da produção dos conhecimentos científicos, tendo em vista a intencionalidade histórica do sujeito epistêmico,

conforme será exemplificado na sequência, a relação da não-neutralidade com a localidade, em que se produz CT, precisa ser melhor entendida. Esse constitui o foco do presente artigo.

TEMPORALIDADE E ESPACIALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA (CT)¹

Tecer considerações sobre a localização em que ocorre CT não se trata de apenas ter como premissa que o lugar geográfico, no qual se desenvolvem as pesquisas, tem relação direta com a da produção, se considerarmos parâmetros tais como investimento financeiro para a pesquisa científico-tecnológica e interesses estratégicos, das nações e governos, ao planejarem e promoverem seus projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Trata-se, também, de examinar outras variáveis que se relacionam com o espaço geográfico em que o processo de produção de CT ocorre.

Santos (1977, 1982), ao propor uma nova compreensão para o conceito de espaço geográfico, considera que:

Se a Geografia deseja interpretar o espaço humano como o fato histórico que ele é, somente a história da sociedade mundial, **aliada à da sociedade local**, pode servir como fundamento à compreensão da realidade espacial e permitir a sua transformação a serviço do homem. Pois a História não se escreve fora do espaço e não há sociedade a-espacial. O espaço, ele mesmo, é social (1977, p. 1, grifo nosso).

Embora o autor não se refira exclusivamente à produção de CT, visto que seu foco é mais abrangente, contribui com elementos para se examinar a relação da não-neutralidade de CT com o espaço no qual ela ocorre. Ele argumenta que:

As relações entre espaço e formação social [...] se fazem num espaço particular e não num espaço geral, tal como para os modos de produção. Os modos de produção escrevem a História no tempo, as formações sociais escrevem-na no espaço. [...] Quando se fala de modo de produção, não se trata simplesmente de relações sociais que tomam uma forma material, mas também de seus **aspectos imateriais**, como o **dado político ou ideológico**. Todos eles têm uma influência determinante nas localizações e tornam-se assim um fator de produção, uma força produtiva, com os mesmos direitos que qualquer outro fator (1977, p. 4-6, grifos nossos).

Parece, então, que a gênese dos processos de produção de CT tem relação com uma dimensão espaço-temporal, ao invés de apenas temporal, considerando que os modos de produção tem vínculos estreitos com CT. Trata-se, pois, de considerar tanto o processo

¹ Ciência e Tecnologia, tanto em termos espaciais quanto temporais, estão cada vez mais próximas, imbricadas. Em alguns âmbitos, utiliza-se o termo tecnociência. Neste artigo, adota-se a concepção de sistema Ciência-Tecnologia, considerando que as duas componentes, mesmo tendo particularidades que as diferenciam, fazem parte de um processo em que estão em constante interação. Assim, ao se utilizar a abreviatura “CT”, estar-se-á fazendo referência ao sistema Ciência-Tecnologia.

criativo em CT, que se origina num lugar, em um determinado momento histórico, como também o da apropriação criativa que ocorre, em um lugar distinto, em um momento histórico posterior. Ambas situações levam à produção de novos conhecimentos científicos.

Mas, também, é necessário destacar que a gênese de conhecimentos científicos está no enfrentamento de problemas. Bachelard (1977), por exemplo, afirma em citação usada com relativa frequência:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (p. 148).

Mas, quais critérios balizam as escolhas dos problemas científicos a serem investigados?

Com a explicitação de que CT ocorre num contexto espaço-temporal e que, portanto, não só a busca de respostas comporta uma intencionalidade do sujeito, que é incorporada no produto de CT, no sentido anteriormente abordado, a partir de análises de epistemólogos contemporâneos, mas também os problemas, e talvez mais estes, possuem uma intencionalidade na sua localização e formulação, pressuposto que, parece, pode desempenhar um papel fundamental para a compreensão da não-neutralidade na própria gênese de CT. Conforme será argumentado, pelo menos para o surgimento da Ciência Moderna, este pressuposto parece se adequar. Através dele seria compreensível que ela tivesse se originado, na Europa, e no século XVII, ainda que conhecimentos oriundos de outros espaços-tempos, que não aqueles vividos, por exemplo, por Copérnico, Kepler, Galileu e Newton, tivessem sido incorporados, alguns transformados.

Não necessariamente esta interpretação, a respeito da relação de CT com a espacialidade e a temporalidade, precisa ter como fundamento pressupostos do que tem sido chamado história externalista da ciência, da qual John D. Bernal é um bom exemplo. Ele argumenta (BERNAL, 1976) que o nascimento da Ciência Moderna ocorre num período bem determinado da História da Europa, caracterizando-o em três fases que vão de 1440 a 1690, a saber: a do Renascimento de 1440 a 1540, a das guerras religiosas de 1540 a 1650 e a da Restauração de 1650 a 1690. Na argumentação que sustenta, chama a atenção para o fato, segundo o qual, menos do que fases contrastantes, elas representaram a transição da economia feudal para a economia capitalista (BERNAL, 1976). Ele detecta e relaciona as

intencionalidades dos sujeitos que viveram, neste espaço-tempo, com os processos de produção de conhecimento dele advindo. Faz uma análise do trabalho dos artesãos e pintores, particularmente dos problemas por estes enfrentados nas suas respectivas profissões destacando:

Exatamente por serem essenciais à produção [...] os técnicos e os artistas deixaram de ser desprezados como o haviam sido nas épocas clássicas e medieval [...] o que era realmente novo era o respeito em que eram tidas as artes práticas da fiação, da tecelagem, da olaria, da sopragem de vidro e, acima de tudo, as que contribuíam para as necessidades gêmeas da riqueza e do poder – a dos mineiros e a dos metalúrgicos (p. 381).

O autor conclui que uma articulação revolucionária entre a *techne* e a *episteme*, ocorrida neste período de 1440 a 1690, da História européia, compõe um dos ingredientes da gênese da Ciência Moderna.

Também análises, a partir de pressupostos oriundos do que tem sido denominado de história internalista da Ciência, tal qual os utilizados por Alexandre Koyré, contribuem para uma compreensão do contexto espaço-temporal no qual ocorre o surgimento da Ciência Moderna. A visão internalista da História da Ciência põe seu foco de análise em elementos outros, que não os do determinismo econômico, como fator predominante na produção de CT. Não obstante isto, Koyré, tradicionalmente associado à visão internalista da história da ciência, compreende que:

Os homens dos séculos XV e XVI [...] inventaram [...] a roda de escape [...] aperfeiçoaram as artes do fogo – e as armas de fogo – [...] obrigaram a metalurgia e a construção naval a fazer progressos enormes e rápidos [...] descobriram o carvão e subjugarão a água, segundo as necessidades de sua indústria [...]. É o espetáculo deste progresso, desse acumular de invenções, de descobertas e, portanto, de um certo saber [...] São esses progressos, sobretudo os que foram feitos na construção das máquinas que, como sabemos, servem de base ao otimismo tecnológico de Descartes; mais ainda: servem de fundamento à sua concepção de mundo, à sua doutrina de mecanismo universal (Koyré, s.d., p. 65-66).

O autor, deste modo, também destaca aspectos da produção de conhecimento, num contexto espaço-temporal característico do período medieval europeu, relacionando-o com algumas das necessidades do período, particularmente o que chamou de “as necessidades da sua indústria”. É uma intencionalidade direcionada que Koyré quer chamar a atenção. Não obstante isto, o foco da sua análise é a ruptura que ocorrerá, no século XVII, com o processo de produção de CT, com o surgimento da Ciência Moderna. Como um bom representante da visão internalista da História da Ciência, Koyré está preocupado fundamentalmente em

explicitar aspectos cognitivos que intervieram na construção teórica da Ciência Moderna, quando do enfrentamento de problemas contextualizados, no espaço-temporal em que surgiram. Ele afirma: “De fato, é da noção de movimento que se pode iniciar a análise da ruptura [...] foi na e por uma nova concepção de movimento que se realizou a revolução intelectual que deu lugar ao nascimento da ciência moderna” (KOYRÉ, s.d., p. 63). Destaca-se como importância fundamental, no período considerado, a trajetória das balas de canhão, ou seja, a “queda dos graves” e o movimento dos astros celestes para a navegação.

A noção de movimento, inseparavelmente ligada à de tempo e à necessidade da sua matematização exigiu, de um lado, a concepção e criação do **instrumento de medida**, sobretudo do tempo e, de outro, que a noção de perfeição dos movimentos absolutos e perfeitamente regulares das esferas e astros celestes, descritos pelas leis da geometria, fosse aplicada aos movimentos terrestres: "com efeito, fazer física no nosso sentido do termo - e não naquele dado a esse vocábulo por Aristóteles - quer dizer aplicar ao real as noções rígidas, exatas e precisas das matemáticas e, antes de tudo, da geometria" (KOYRÉ, s.d., p. 60).

Koyré localiza, aqui, o germe da ruptura que levou à revolução que originou a Ciência Moderna. Vejamos a continuidade da sua análise:

Um empreendimento paradoxal, se fosse levado a cabo, porque a realidade, a vida cotidiana no meio da qual vivemos e estamos não é matemática. Nem mesmo matematizável. É do domínio do mutável, do impreciso, do 'mais ou menos' do 'aproximadamente' [...] É ridículo querer medir com exatidão as dimensões de um ser natural (o volume de um cavalo, por exemplo) [...] Não há na natureza círculos, elipses ou linhas retas [...] Eis as ideias (ou as atitudes) às quais o pensamento grego permaneceu obstinadamente fiel (KOYRÉ, s.d., pp. 60-61).

A Ciência grega, além de ter construído uma cinemática celeste, observou e mediu o céu, utilizando cálculos e instrumentos de medida, mas não tentou matematizar o movimento terrestre.

É com essa herança, então, que os homens da Renascença e pós-Renascença tiveram que trabalhar a noção de movimento. Podemos explicitar a formulação do problema da seguinte forma: “tentar matematizar o movimento terrestre e empregar na Terra instrumentos de medidas e medir exatamente o que quer que fosse para além das distâncias” (KOYRÉ, s.d., p. 62).

A solução desse problema estaria, segundo Koyré, na necessidade e na concepção de instrumento de medida: "Ora, é através do instrumento de medida que a idéia da exatidão toma posse desse mundo e que o mundo da precisão consegue, por fim, substituir o mundo do

'aproximadamente'" (KOYRÉ, s.d., p. 62). Em outros termos: do que valeria relacionar matematicamente grandezas envolvidas nos fenômenos se elas não pudessem ser medidas?

Alguns aparelhos criados e construídos por artesãos, da Idade Média e Renascimento, tais como óculos, clepsidras ou mesmo os antecessores dos nossos relógios e balanças, constituíam nada mais que utensílios, na argumentação de Koyré (s.d.). Ainda que a contribuição tenha sido enorme, os fabricantes destes aparelhos não construíram instrumentos. Por exemplo:

O fabricante de óculos não era, de modo algum, um óptico: era um artesão que não fazia um instrumento óptico, mas sim um utensílio [...]. Os oculistas holandeses [...] justamente, não tinham a idéia do instrumento que inspirava e guiava Galileu (KOYRÉ, s.d., p. 74-75)

Neste sentido, mesmo que o trabalho dos artesãos tenha preparado o terreno para homens como Galileu e Descartes, eram outros os problemas que eles se colocavam. E, aqui, a união entre a **techne e episteme**, que ocorrera, já no início da Idade Média, tem a sua evolução histórica, mas muda de qualidade, uma vez que **novos valores epistêmicos** passam a ser considerados na produção de conhecimentos, quais sejam, o da *exatidão* e o da *precisão*. Esta exigindo a concepção teórica de instrumento de medida, aquele a suposição de que qualquer fenômeno natural, e não só os da esfera celeste, seriam passíveis de ser regidos por equações matemáticas.

Koyré procura caracterizar as profundas diferenças que levaram as rupturas entre a Ciência Moderna e a anterior. A mudança de qualidade, na relação **techne-episteme**, ocorrida com a instituição da Ciência Moderna, funda-se sobre os conceitos de **precisão e exatidão**, valores não presentes anteriormente, originados e criados a partir dos problemas relativos à concepção teórica de **instrumento de medida** e da matematização **da natureza**. Por sua vez, tais valores retroagem na própria execução da tecnologia:

Não é do desenvolvimento espontâneo das artes industriais pelos que as exercem, mas sim da conversão da teoria em prática, que Descartes espera os progressos que tornarão o homem 'senhor e dono da natureza' [...] (e) da possibilidade de fazer a teoria penetrar a ação, isto é, a possibilidade da conversão da inteligência teórica em real, da possibilidade, a um tempo, de uma tecnologia e de uma física. [...] Creio [...] que a história, ou, pelo menos, a pré-história da revolução técnica dos séculos XVII e XVIII confirma a concepção cartesiana: é por uma conversão da episteme na techne que a máquina eotécnica se transforma na máquina moderna (paleotécnica); porque esta conversão, por outras palavras, a tecnologia nascente, que da à segunda o que forma seu próprio caráter e a distingue radicalmente da primeira, e que mais não é do que a precisão (KOYRÉ, s.d., pp. 66-67).

Koyré afirma, baseando-se em dados historiográficos citados, que o exame aos livros sobre máquinas, dos séculos XVI e XVII, revela “O caráter aproximativo das estruturas, do seu funcionamento, da sua concepção. São frequentemente descritos com as suas dimensões (reais) exatamente medidas. Pelo contrário, nunca são ‘calculados’” (KOYRÉ, s.d., p. 67).

Há uma mudança de atitude em relação à exatidão e precisão quando referidas ao que se mede dos fenômenos terrenos. Elas são incorporadas intencionalmente na produção de conhecimentos científicos, rompendo com as tradições do senso comum - tradições herdadas dos gregos e predominantes até a Idade Média, segundo as quais o cotidiano não era mais do que uma estimativa das grandezas, sujeitas aos critérios do "mais ou menos" e do "aproximadamente" - e atribuídas, segundo interpretação de Koyré, mais ao plano da concepção de que isso pudesse ser feito, do que a problemas de restrições mais propriamente técnicas.

Sua argumentação, por exemplo, em relação à técnica da vidraria é a seguinte:

[...] os óculos encontram-se em uso desde o século XIII [...] A lupa ou o espelho concavo foram, sem dúvida, conhecidos na antiguidade. Então por que razão, durante quatro séculos [...], ninguém, nem dentre aqueles que os faziam, nem dentre os que os usavam, teve a idéia de experimentar talhar, ou mandar talhar, uma lente um pouco mais espessa, com uma curva de superfície mais pronunciada, e chegar assim ao microscópio simples [...]? Não podemos, parece-me, invocar o estado da vidraria [...] o microscópio simples [...] mais não é do que uma pérola de vidro bem polida: um operário capaz de talhar as lentes dos óculos é, ipso facto, capaz de fazer um microscópio [...] não se trata de insuficiência técnica, é a falta da idéia que nos fornece a explicação (KOYRÉ, s.d., p. 73).

Na análise de Koyré, os óculos, tanto para o fabricante das suas lentes como para o seu usuário, não eram senão utensílios, isto é: "qualquer coisa que [...] prolonga e reforça a ação dos nossos membros, dos nossos órgãos dos sentidos; qualquer coisa que pertence ao mundo do senso comum" (KOYRÉ, s.d., p. 75).

Faltava, portanto, a concepção de instrumentos de medida - a que temos hoje - para que o produto do artesão transcendesse o mero utensílio. O saber-fazer artesanal tinha uma finalidade distinta da que gerou a necessidade do saber-fazer dos homens que conceberam a Ciência Moderna. Koyré enfatiza:

Nada nos revela melhor esta diferença fundamental do que a história da construção do telescópio por Galileu. Enquanto os Lippershey e os Janssen, que haviam descoberto, por um feliz acaso, a combinação de vidros que forma o óculo de longo alcance, se limitavam a fazer os aperfeiçoamentos indispensáveis e de certo modo inevitáveis (tubo, ocular móvel) aos seus óculos reforçados, Galileu, logo que teve notícia da luneta de aproximação holandesa, elaborou-lhe a teoria. E foi a partir desta teoria, sem dúvida insuficiente, mas teoria apesar de tudo, que, levando cada

vez mais longe a precisão e o poder dos seus vidros, construiu a série das suas perspicilles, que lhe abriram aos olhos a imensidade do céu [...] Deste modo, a finalidade procurada - e atingida - por ele e por aqueles era inteiramente diferente (s.d., p. 75).

O autor também descarta, na sua interpretação, que a concepção do telescópio não tivesse ocorrido devido à "insuficiência científica":

A falta da idéia também não quer dizer insuficiência científica. Sem dúvida, a óptica medieval [...] se bem que AI-Hazen e Witello a tivessem obrigado a fazer progressos significativos, conhecia o fato da refração da luz, embora não lhe conhecesse as leis [...] Mas, a bem dizer, Galileu não sabia muito mais que Witello; apenas um pouco mais para, tendo concebido a idéia, ser capaz de realizar (s.d., p. 74).

Sua conclusão é a seguinte:

A luneta holandesa é um aparelho com um sentido prático: permite-nos ver, a uma distância que ultrapassa a da vista humana, o que lhe é acessível a uma distância menor [...] não foi por acaso que nem os inventores, nem os utentes da luneta holandesa se serviram dela para observar o céu. Pelo contrário, foi para responder a necessidades puramente teóricas, para atingir o que não cai na alçada dos nossos sentidos para ver o que ninguém jamais viu, que Galileu construiu os seus instrumentos: o telescópio e depois o microscópio (s.d., p. 75-76).

Deste modo, parece que essa ruptura, na concepção/produção de utensílios para instrumentos, esteja relacionada a distintas intencionalidades com a qual os sujeitos envolvidos, tanto em uma como em outra concepção, tiveram ao construir seus aparatos técnicos. O modelo de Copérnico, que ocasionara a ruptura com o modelo geocêntrico, então vigente, exigia uma concepção filosófica de universo que alterava o próprio objeto de conhecimento. Por exemplo, a "imperceptibilidade" do movimento terrestre dava motivos para que se questionasse, com bases sólidas, o modelo, para além do conservadorismo filosófico escolástico. Ainda que a solução deste problema, também tentada por Galileu, não estivesse diretamente relacionada ao uso do telescópio, foi através dele que Galileu observou as luas de Júpiter, evidenciando a possibilidade de outro "centro do universo" além da Terra. Também as irregularidades observadas, na superfície da Lua, rompiam a concepção de harmonia e perfeição esférica dos corpos celestes.

Quer dizer, a finalidade pela qual eram construídos os aparelhos, pelos oculistas, não era a mesma de Galileu: a de um instrumento de observação do céu. O problema enfrentado por Galileu estava relacionado às distintas concepções de universo contidas nos modelos heliocêntrico e geocêntrico. Suas ações específicas, portanto, articulando-se com o problema, tiveram uma finalidade que mudou, além do próprio objeto de conhecimento, os critérios de

valores e a metafísica da sua construção. Houve a introdução da exatidão e da precisão como elemento teórico para se produzir conhecimentos científicos e tecnológicos.

Assim, a intencionalidade do sujeito do conhecimento, e neste caso exemplificado, a intencionalidade de Galileu, que deu outras contribuições para a instituição da Ciência Moderna, ao matematizar o movimento de queda livre dos graves, é incorporada ao conhecimento produzido. A primeira grande síntese da Ciência Moderna, elaborada por Newton, no século XVII, na Inglaterra, explicita como um grande anúncio os *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* no título da sua obra. Não mais se produziu Física sem que o pressuposto da matematização dos fenômenos estivesse presente e nem que a correspondente medida das grandezas relacionadas fosse realizada com os respectivos instrumentos especial e intencionalmente projetados e construídos.

A introdução desses pressupostos ocorreu não só devido à localização histórica, como também geográfica, porque os problemas tiveram esta característica espaço-temporal. Sua adoção é apropriada por outros sujeitos, em outros espaços e outros tempos, e incluídos na gênese criativa da solução de outros problemas, que também possuem gênese espaço-temporal. Por sua vez, a produção tecnológica, ao se apropriar criativamente destes pressupostos, incorporará, nos seus projetos, a exatidão e a precisão, esta, aliás, cada vez maior nos instrumentos de medida, dadas as necessidades envolvidas na resolução de problemas oriundos de determinados espaços-tempos.

Não obstante a exatidão contida nas teorias da Ciência Moderna, as da Física sobretudo, ela não garantiu a exclusão de erros, ou de erros epistemológicos, como os denomina Bachelard. Mais de dois séculos após a primeira síntese elaborada por Newton, com recursos matemáticos, nova ruptura precisou ser realizada com a criação das Mecânicas Quântica e Relativista. Outros foram os problemas e as demandas (DELIZOICOV, 2009; SEGRÉ, 1987a, 1987b) que estão na gênese delas. Novas concepções sobre a constituição da matéria, sobre o espaço e o tempo físicos, e que estavam ausentes na Física Clássica, precisaram ser introduzidas na estrutura conceitual da Física.

Paradoxalmente, é a Mecânica Clássica, ao ser incorporada nos projetos científico-tecnológicos, no enfrentamento de problemas oriundos, por exemplo, da corrida espacial, iniciada na década de 1950, entre duas grandes nações, localizadas em extremos opostos, tanto espacialmente - leste e oeste geográficos - como na gestão político-ideológica do estado, que possibilita planejar e projetar o transporte, nas suas naves, de aparatos tecnológicos impossíveis de serem concebidos, projetados e construídos com a própria Física Clássica.

Apesar da Mecânica Clássica estar na base da previsão da trajetória projetada para as viagens espaciais, ela não resolve outros problemas que se originaram desta corrida. Estes incorporam, nas suas formulações e busca de soluções, através de projetos científico-tecnológicos, uma Física Moderna, que surge no início do século XX, e possibilitaram criar muito do que temos, hoje, na Ciência Contemporânea. São exemplos os computadores de bordo. Eles não estariam nas naves sem a proposição da Mecânica Quântica, incorporada na produção de componentes tais como o transistor e o microchip.

Por sua vez, esses objetos, assim produzidos e lançados ao espaço, continuam em órbita, em torno da Terra, sem nenhuma função, e tornam-se detritos espaciais, ou lixo espacial². Eles se originaram no próprio projeto que os concebeu. Não se trata, portanto, de uma intencionalidade que é oriunda apenas de interesses alheios ao do cientista. Trata-se, sim, de uma criação de sujeitos que, ao produzirem projetos em CT, nestes incorporam alguns elementos que, nem sempre, são isentos de desdobramentos não previstos nos projetos, ocasionando, algumas vezes, desequilíbrios nas relações entre homens e do homem com a natureza, da qual o próprio ser humano, ressalte-se, é um elemento constituinte. O caso do lixo espacial é um exemplo.

É evidente que pode ocorrer, em dado momento histórico, de não haver um conhecimento capaz de, potencialmente, conscientizar sobre a possibilidade desses desequilíbrios. No entanto, eles têm uma gênese que está nos projetos com os quais se produzem CT. Destaca-se, então, uma limitação de CT, cujo poder de previsibilidade é intrinsecamente delimitado pelas teorias e modelos científicos conhecidos e que fundamentam a sua produção. Com essa limitação intrínseca, do processo de produção de CT, situações como a descrita também não são evitadas, ao que parece, com decisões científicas tomadas somente por especialistas em CT ao terem como referências as teorias, modelos e procedimentos científicos que conhecem no momento das decisões. O enfrentamento deste tipo de problema parece exigir outros parâmetros que não apenas os fornecidos pelo conhecimento em CT.

Além disso, os projetos originados da corrida espacial possuem características comuns, mas também atendem a interesses estratégicos de cada uma das nações envolvidas, constituindo um outro elemento que compõe uma intencionalidade da CT. Entretanto, esta intencionalidade não pode ser reduzida apenas a este elemento, como, muitas vezes, tem sido

² Notícia da Agência Espacial Brasileira, de 25/02/2010, informa que o problema do lixo espacial entra na pauta de discussão da ONU. <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=lixo-espacial-clima-espacial-entram-pauta-onu&id=020175100225>. Consulta 08/08/2011.

argumentado. Há um compartilhamento de intencionalidades, já incorporadas e oriundas da produção de CT, ocorrida em outros espaços-temporais e que é criativamente apropriada na formulação e solução dos problemas que atendem a demanda da corrida espacial.

De fato, os EUA e a URSS tiveram programas espaciais, antes da queda do muro de Berlim, em 1989, que se diferenciaram em alguns aspectos. Assim, enquanto um parece ter priorizado o envio de seres humanos para a Lua, o outro se ocupou da construção de estações orbitais para longas estadias humanas no espaço exterior ao planeta. Certamente, enfrentaram distintos problemas, tanto científico-tecnológicos, frente a estas diferentes demandas, como os relativos aos investimentos intelectual e financeiro, para a execução dos respectivos planos estratégicos para a pesquisa e desenvolvimento.

Destaca-se que em comum partilhavam de CT capaz de construir foguetes, e de planejar suas trajetórias, tanto para fins da conquista espacial, como para transportar ogivas nucleares. Fica a dúvida quanto à qualidade da precisão com que cada uma dessas nações era capaz de executar a órbita prevista, particularmente no caso dos foguetes que transportam as ogivas nucleares.

As situações, aqui exemplificadas, explicitam a imersão da CT em distintas dimensões espaço-temporais que se relacionam, de modo significativo, com o processo de produção de conhecimentos científico-tecnológicos, e não apenas com seu produto que, não obstante, incorpora intenções oriundas do processo. A especificidade de um determinado espaço-tempo, em que são localizados, formulados e enfrentados os problemas de CT, parece influir diretamente no que é produzido. Há, no entanto, uma dinâmica que, recorrentemente, realiza uma apropriação criativa de conhecimentos em CT produzidos originalmente em outros espaços e em tempos anteriores. Destaca-se, portanto, que este aspecto caracteriza, então, uma universalidade contida no que é produzido por CT, uma vez que, determinada produção, pode atender, indistintamente, demandas não necessariamente idênticas localizadas em distintos espaços-tempos.

Não obstante, é essa universalidade do produto que universaliza, também, as intenções que já estavam presentes na gênese do conhecimento produzido em determinado espaço-tempo. O exemplo mais objetivamente aparente foi a incorporação dos valores precisão e exatidão no processo de produção de conhecimentos que originou a Ciência Moderna. Valores ausentes no enfrentamento de problemas relativos aos movimentos terrestres antes dela. Mesmo considerando as dimensões atemporal e lógica da exatidão, a sua inserção, e conseqüente incorporação na produção de conhecimento, é datada. Por sua vez, a precisão

envolve a necessidade de uma heurística cuja gênese é o enfrentamento de problemas científicos formulados a partir de demandas históricas e localmente determinadas.

RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CT COM A NÃO-NEUTRALIDADE

Úriz (1996) considera que, na Ciência, aparece uma contradição fundamental: vale o princípio de que cada um de seus passos deve ser fundamentado, contudo, o passo mais importante, ou seja, a seleção das tarefas a serem executadas, o que inclui a opção por determinadas demandas, carece de fundamentação teórica. Em síntese, o sentido do avanço da ciência não é determinado, unicamente, por suas próprias tendências, mas também por interesses e/ou necessidades, articuladas às especificidades de determinados espaços-tempos, conforme argumentação do item precedente.

Ao analisar estes aspectos, relacionando-os com a não neutralidade da CT, Auler e Delizoicov (2006) destacam que o produto do conhecimento científico não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos considerados pelas epistemologias lógico-indutivistas, quais sejam, lógica e experiência. Os autores argumentam, ainda, que o aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa, interesses, desejos de sociedades e de grupos sociais hegemônicos (AULER e DELIZOICOV, 2006).

Por sua vez, e talvez com algum exagero, Japiassu (1975), referindo-se ao contexto em que ocorre a atividade científica, utiliza a expressão ponto de partida extra-científico. Ou seja, o que acontece dentro do laboratório é definido fora.

Segundo ele,

Na ciência, atuam duas forças: uma externa, correspondendo aos objetivos da sociedade, outra interna, correspondendo ao desenvolvimento natural da ciência. Se não houver um equilíbrio entre estas duas forças, o sistema corre o risco de desmoronar (p. 108).

Na medida em que a Ciência penetrou na indústria, “foi profundamente industrializada” (JAPIASSU, 1988, p. 146). Em sua análise, isto não quer dizer que os fins meramente utilitários predominem na orientação da ciência, mas que as normas intelectuais e éticas dos cientistas sofrem os efeitos de “novos imperativos”, passando, cada vez mais, a depender das decisões e dos financiamentos externos ao mundo científico. Assim, “As escolhas dos cientistas, que a princípio eram ‘livres’, tiveram que se dobrar às opções estranhas ao interesse imanente à ciência.” (JAPIASSU, 1988, p. 146).

Ainda,

A ‘neutralidade’ científica de uma ‘imaculada concepção’ da ciência, enquanto tal, é mitológica. Por mais teórica, racional, objetiva, fundamental ou pura que pretenda ser, a ciência é portadora das cicatrizes engendradas por seu contágio com o universo sócio-cultural que a produz e determina seus objetivos (JAPIASSU, 1975, capa).

Embora caracterizando de modo determinístico a ingerência de fatores externos, fragilizando uma compreensão epistêmica da não neutralidade de CT, Japiassu parece estar sinalizando a existência de relações entre as demandas espaço-temporais e enfrentamento científico de problemas.

Já Pacey (1990) introduz variáveis epistêmicas ao considerar a não neutralidade. Para ele, um físico que trabalha com semicondutores pode ter um interesse puramente abstrato no comportamento dos elétrons em um sólido. Mas não é mera coincidência que os semicondutores, de suas investigações, sejam empregados nos microprocessadores. Considera que a seleção do objeto de investigação, por parte de um cientista, recebe a influência inevitável dos “requerimentos tecnológicos”, através de pressões materiais ou de “certa atmosfera de opinião” a respeito do que vale a pena investigar. Tal “atmosfera de pressão” caracterizaria condições próprias da dimensão espaço-temporal específica em que estão ocorrendo os projetos de CT, como exemplificado para o caso do surgimento da Ciência Moderna e da corrida espacial.

Hobsbawm (1996), ao analisar argumentos costumeiramente utilizados em favor da investigação livre e ilimitada, destaca que, muitas vezes, não passa de retórica vazia declarações que consideram intoleráveis as restrições/limitações à pesquisa. Estas já estão acontecendo. Em sua análise, a pesquisa científica não é ilimitada e livre, considerando que os recursos são limitados. Assim, não só as teorias científicas teriam limitações, relativas ao seu domínio de validade, como também o processo que conduz à sua proposição tem limitações parametrizadas por condições materiais determinadas pela dimensão espaço-temporal. A questão consiste, então, em ter alguma clareza sobre os critérios que definem como seriam distribuídos os recursos limitados para atender demandas relativas às especificidades históricas, e geograficamente localizadas, em que se estabelecem CT.

Em sua análise, Hobsbawm (1996) argumenta que há campos de pesquisa em que os pesquisadores buscam “[...] não necessariamente o que lhes interessava, mas o que era socialmente útil ou economicamente lucrativo ou aquilo para que havia dinheiro [...]” (p. 535). Ele chega a afirmar o seguinte sobre a atividade científica, realizada no século XX:

A verdade é que a ‘ciência’ (com o que muita gente quer dizer as ciências naturais “pesadas”) estava demasiado grande, demasiado poderosa, demasiado indispensável à sociedade em geral e a seus pagadores em particular para ser deixada entregue a seus próprios cuidados (HOBSBAWM, 1996, p. 536).

Assim, as limitações que caracterizam CT estão vinculadas às decisões não isentas de valores, conforme destaca Santos (1977), ao incluir aspectos imateriais na formação social do espaço, tais como “o dado político e o ideológico” (p. 5).

Exemplificando este tipo de relação para o direcionamento da pesquisa, Lacey (2001) cita, no âmbito da produção de alimentos, a prioridade dada ao campo da biotecnologia, excluindo o desenvolvimento de outras perspectivas, como a agroecologia. Destaca que, sem elementos empíricos consistentes e sem considerar questões ambientais, justifica-se tal prioridade considerando-a como a única capaz de “alimentar o mundo”.

Auler e Delizoicov (2006), na análise referida sobre não neutralidade da CT, tecem considerações argumentando que, além do produto do conhecimento científico não ser resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos e que o aparato ou produto tecnológico incorpora interesses, mencionados anteriormente, o direcionamento dado à atividade científico-tecnológica resulta de decisões políticas. Em outros termos, a agenda de pesquisa é pautada no campo dos valores. Além disso, destacam que a apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa. É o sistema político que define sua utilização.

Para Oliveira (2008), assumir a neutralidade da ciência, isolando-a da esfera valorativa, significa uma Ciência fora do alcance de questionamentos em termos de valores sociais, dimensão impregnada na cultura ocidental. Refutando a tese da neutralidade, para este autor, há três domínios, nas práticas científicas, em que os valores sociais podem estar presentes. O primeiro, também apontado por Auler e Delizoicov (2006), corresponde a não neutralidade temática: a seleção dos fenômenos a serem investigados, dos problemas a serem tratados, definindo o direcionamento da pesquisa e, conseqüentemente, o avanço deste ou daquele campo da ciência. O segundo corresponde ao momento da escolha entre as teorias propostas para explicar os fenômenos ou resolver os problemas, refutando a tese de que a Ciência é neutra porque procede de acordo com o método científico, sendo a escolha entre teorias racional e isenta de valores. O terceiro é o domínio do próprio conteúdo das proposições. O autor contesta a tese da neutralidade factual, segundo a qual a ciência é neutra porque não envolve juízos de valor. Ela apenas descreve a realidade, sem fazer prescrições;

suas proposições são puramente factuais. Ou seja, é possível estabelecer uma nítida fronteira entre fatos e juízos de valor.

No conjunto da obra de Prigogine (1996, 2009), é marcante a compreensão de que o conhecimento científico é resultado de questionamentos, de perguntas, feitas historicamente, sobre determinados fenômenos e não sobre outros. É a temporalidade, tanto quanto elemento constituinte das teorias científicas, quanto momento histórico em que são produzidas, o foco privilegiado da análise deste cientista. De um lado, destaca que a mecânica newtoniana teve como objeto apenas a investigação de problemas que se restringem aos fenômenos reversíveis no tempo, como movimentos planetários e pêndulos sem atrito. Por outro lado, enfatiza que, historicamente, perguntas sobre processos irreversíveis, fenômenos mais complexos, que constituem a regra no mundo natural, foram ignoradas.

Para este autor,

Ao lado das leis reversíveis da dinâmica, há leis que envolvem a flecha do tempo. Elas são encontradas por toda parte: na propagação do calor, nos fenômenos de transferência de calor e massa, na química, na física, na biologia. Na verdade, as leis reversíveis de Newton não se aplicam senão a uma pequena fração do mundo em que vivemos. Pensemos no sistema planetário. As leis de Newton fornecem uma descrição adequada do movimento dos planetas. O que, porém, se passa na superfície dos planetas, assim como na geologia, no clima e na própria vida, tudo isso requer a introdução de leis que incluem fenômenos irreversíveis (PRIGOGINE, 2009, p. 109).

Não obstante seja a questão da temporalidade que direciona a reflexão de Prigogine, e não explicitamente a espacialidade de seu processo de produção, mas apenas os domínios de validade das teorias relativas à dimensão espacial na qual poderiam ser usadas, o autor deixa transparecer que há problemas que a Ciência deveria investigar, mas que não têm sido enfrentados.

No item anterior do artigo, foram feitas considerações sobre o contexto espaço-temporal do processo envolvido com a criação de CT. Prigogine, a partir de outro enfoque, argumenta que, com o sucesso alcançado pela síntese newtoniana, extrapolada para outros campos além da navegação, as leis de Newton passaram a ser concebidas como as leis da natureza. Esta passa a ser vista como um autômato, o “mundo máquina”, “mundo relógio”. Um universo regido por leis deterministas, reversíveis no tempo. Nesta simetria temporal, não há diferença entre passado e futuro. A Ciência ficou limitada ao estudo dos fenômenos reversíveis, os quais são exceção na natureza, no mundo natural. Após alguns séculos, Prigogine focaliza/aprofunda novos problemas, associados a processos complexos,

irreversíveis, situados no âmbito da vida, da biologia, das bifurcações, onde a flecha do tempo, a evolução, é a tônica. O enfrentamento destas perguntas rendeu-lhe o prêmio Nobel de Química em 1977.

Também, segundo Bernal, já citado, a primazia dada ao desenvolvimento da mecânica, em detrimento de fenômenos mais complexos, apenas em parte é explicável por dificuldades internas. Em sua análise,

A ordem seguida pelo desenvolvimento das ciências, por sua vez, já não é tão fácil de explicar. Só em parte terá sido condicionada por dificuldades internas. De facto, como as respectivas histórias mostram, as ciências relativas aos aspectos mais complexos da natureza – tais como a biologia e a medicina – derivam diretamente do estudo de seus objetos, com pouca ajuda e, muitas vezes, grandes entraves, das ciências que lidavam com aspectos mais simples – tais como a mecânica e a física [...]. A sequência temporal do aparecimento das ciências segue muito de perto as possíveis aplicações úteis que interessavam as classes dominantes ou ascendentes das várias épocas: a regulação do calendário – que era uma função sacerdotal – deu origem à astronomia (BERNAL, 1976, p. 33).

Com um olhar crítico, sobre momentos históricos distintos e considerando a dimensão espacial da produção em CT, Dagnino (2010) em análise sobre a América Latina, conclui que, nesta região, a comunidade de pesquisa constitui-se no ator hegemônico no processo decisório da Política Científico-Tecnológica (PCT), na agenda de pesquisa. Comunidade que, ainda, em grande parte, endossa uma concepção de Ciência-Tecnologia neutras, de desenvolvimento linear. Segundo este autor, nessa região, a PCT é disfuncional. Suas sociedades, com uma sociedade civil frágil, são relativamente incapazes de inserir suas demandas na agenda, na PCT. Assim, a pesquisa é de qualidade, mas de relevância questionável para o enfrentamento de situações contraditórias presentes na sociedade.

Já na década de 1970, Herrera (1971), geógrafo, professor e pesquisador na UNICAMP, denunciava que as deficiências quantitativas dos sistemas de pesquisa e desenvolvimento (P & D), na América Latina, eram menos graves do que a sua desconexão com a sociedade a que pertencem. Argumentava que, nos países adiantados, a maior parte da P & D é realizada em relação a temas, direta ou indiretamente, conectados com planos de desenvolvimento estratégicos, sejam estes de defesa, de progresso social, de prestígio, enquanto que, na América Latina, a maior parte dela guarda pouca relação com os problemas da região. Podemos associar esta argumentação de Herrera ao que está sendo caracterizado, neste artigo, com a especificidade de demandas espaço-temporais, neste caso, as latinoamericanas.

Parece, então, que, ao se procurar relações entre a não-neutralidade de CT e a

dimensão espaço-temporal, na qual ocorre o processo de sua produção, uma possível conclusão seria a de que a seleção de problemas de pesquisa não ocorre somente no denominado campo intracientífico, mas também envolve o que tradicionalmente vinha sendo denominado de campo extracientífico. Contudo, a análise realizada sugere uma compreensão mais ampliada da atividade científico-tecnológica, segundo a qual se pode admitir que alguns fatores, tidos como extracientíficos, sempre constituíram a produção de CT. Mesmo que o âmbito da demanda e o da formulação e solução dos problemas tenham naturezas distintas, fazem parte de um mesmo processo. São inseparáveis. Possivelmente, jogar o âmbito da demanda, da seleção de problemas, fortemente condicionado por valores, para o campo extracientífico tenha exercido, historicamente, o papel de um cordão sanitário, o qual contribuiu para obscurecer a não-neutralidade da CT.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma **demand**a para CT que não se restringe apenas à formulação científica de problemas, conforme os padrões definidos pela Ciência. A **formulação** do problema, em sintonia com especificidades da particular área de conhecimento científico, também tem algum nível de sintonia com a **localização** de situações problemas que ocorrem em um determinado espaço geográfico e em cada momento histórico, conforme argumenta Santos (1977):

A realização prática de um dos momentos da produção supõe um local próprio, diferente para cada processo ou fração do processo; o local torna-se assim, a cada momento histórico, dotado de uma significação particular. A localização num dado sítio e num dado momento das frações da totalidade social depende tanto das necessidades concretas de realização da formação social quanto das características próprias do sítio. De fato, o espaço não é uma simples tela de fundo inerte e neutro. (p.5).

Neste sentido, a componente pertencente ao grupo social que congrega as pessoas que fazem CT, sendo uma fração da totalidade social, mantém com esta uma relação que envolveria, então, aspectos não estritamente pertencentes à comunidade científica.

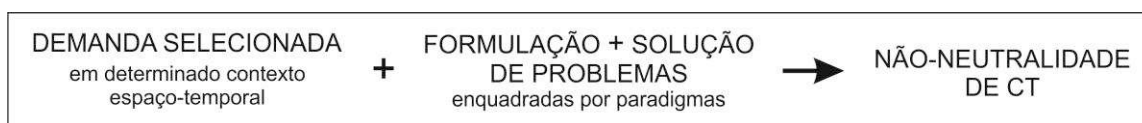
Mesmo Kuhn, em cuja obra *A Estrutura da Revoluções Científicas* (ERC), analisa apenas a dinâmica interna da produção de conhecimentos científicos, reconhece a influência de fatores externos nesta produção. No prefácio do seu livro *La Tension Esencial* (Kuhn, 1987) ele argumenta:

[...] claro está que meu livro [ERC] tem pouco que dizer sobre tais influências externas, mas isso não deve ser interpretado como negação de que estas existam [...] o livro pode ser considerado como o primeiro passo para aqueles que tratam de aprofundar-se no sentido das formas que adotam tais influências externas [...] Provas da influência de tais influências se encontram em outros artigos deste livro, especialmente “*A conservação da energia*” e “*A tradição matemática e a tradição experimental*” (p. 15, tradução nossa).

A demanda para CT ocorre, então, através de uma seleção que direciona a localização de problemas eleitos para serem investigados. Os critérios de seleção procuram atender a distintos e conflitivos interesses que são priorizados num determinado tempo e num determinado espaço, uma vez que o espaço não é “uma simples tela de fundo inerte e neutro”, segundo defende Santos (1977). Os critérios implicam, também, valores que direcionam a seleção de problemas científicos a serem enfrentados. O enquadramento científico dos problemas, assim localizados, é fornecido pelos paradigmas da Ciência cuja função é a de fornecer parâmetros para a formulação e possível solução dos problemas relacionados à demanda.

Neste sentido, podemos considerar que a não-neutralidade da CT possui duas dimensões que se articulam de maneira indissociável. Uma delas teria sua relação com a gênese das demandas e a outra com a gênese de respostas aos problemas científicos formulados a partir dessas demandas.

Sinteticamente, podemos representar do seguinte modo a não-neutralidade da CT:



Esta característica para a não-neutralidade de CT pode ser interpretada considerando os distintos níveis de **universalidade** relativos à demanda e à solução. Mesmo que a não-neutralidade da solução seja devido ao enquadramento fornecido pelos paradigmas científicos, esta possui uma universalidade espaço-temporal **que pode permitir** a solução de problemas originados em distintos espaços-temporais, conforme tem evidenciado a História da Ciência. Contudo, o mesmo não estaria ocorrendo com a demanda, conforme argumentado ao longo deste artigo. Há especificidades espaços-temporais que determinam demandas específicas, mas que, no entanto, por não serem necessariamente compartilhadas por outros espaços - temporais, podem não ser formalizadas em problemas para serem tratados com os paradigmas científicos.

Situações como estas, ainda não assumidas como problemas científicos a serem enfrentados, têm uma importância fundamental para o próprio processo de produção da CT, conforme podemos inferir: problemas, cuja origem teria esta característica, qual seja, de uma demanda não considerada, permanecem sem solução, tendo em vista que sequer foram incluídos como problemas pelos padrões científicos. Por sua vez, quando houver a busca de uma solução, se for formulado o problema, pode não ocorrer, necessariamente, uma solução fornecida pelos paradigmas já estabelecidos e representaria o que Kuhn denomina de anomalia, cujo enfrentamento só é possível com a consciência, pela comunidade que compartilha determinado paradigma, da existência de um problema cuja solução não é alcançada pela adoção deste paradigma.

É possível que o fato dessa relação da demanda espaço-temporal, com a formulação de problemas científicos, quando não suficientemente compreendida, leve a uma interpretação segundo a qual problemas particulares, originários de determinado espaço-tempo, e com importância fundamental para ele, sejam transformados em universais, implicando que a demanda particular seja também transformada em universal. É evidente que a universalização da demanda, transformada em problemas científicos, nem sempre possa ser consistentemente realizada. Há o risco de que demandas igualmente importantes, originárias de determinado espaço-tempo, não sejam selecionadas para a formulação de problemas científicos que contribuiriam para atendê-las, uma vez que, valorativamente, podem não ter sido considerados como pertinentes para a agenda de pesquisa que se estabelece, no mesmo ou em outros contextos espaço-temporais.

Em síntese, haveria uma concepção hegemônica que faz crer que as demandas relativas a especificidades históricas locais interessariam igualmente a qualquer espaço (geográfico) e em qualquer tempo (período histórico), uma vez que não explicita algo fundamental: há valores vinculados ao enfrentamento científico de demandas. É o campo axiológico que, também, tem seu papel na produção de CT. Por outro lado, parece que podemos associar pressupostos indutivistas a essa concepção, ou seja, demandas particulares estariam sendo transformadas em universais. Uma possível contradição estaria envolvida neste modo de conceber demandas.

Relativamente à Educação em Ciências (EC) e a pesquisa em EC fica evidente, cada vez mais, a sua relação com a formulação de P&D adotadas por nações e governos na medida em que estas são explicitamente detalhadas em estratégias anunciadas em documentos que emanam do poder de estado, espaço-temporalmente determinados.

Assim, *pari-passu* com a emergência e amadurecimento da área de pesquisa em EC, no Brasil (NARDI, 2007), pode-se destacar ações governamentais que a potencializaram, particularmente nos últimos 30 anos. São exemplos o Subprograma para a Educação em Ciências (SPEC) (BRASIL, 1987) que, em meados dos anos 1980, foi implementado pela CAPES, como parte de um programa maior, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), coordenado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia. Ainda que o SPEC não tivesse como objetivo restrito o fomento à pesquisa em EC, uma vez que suas metas eram mais amplas e envolviam projetos relativos à Educação em Ciências, desenvolvidos nos vários níveis de ensino, se reconhece a influência que esse subprograma teve na gênese de grupos de pesquisa em EC.

Também merece destaque a criação pela CAPES, em 2000, de uma área específica para atender os cursos de mestrado e doutorado em Educação em Ciências. A criação dessa área se, de um lado, é fruto da produção originária da pesquisa em EC, e particularmente da pós-graduação em EC, evidenciando a existência de massa crítica, por outro, potencializou a criação de novos cursos de mestrado e doutorado (MOREIRA, 2007) tendo, dentre outros desdobramentos, um aumento relativo de recursos disponibilizados pela CAPES e CNPq, tanto para financiar projetos de pesquisa em EC, como para incrementar a quantidade de bolsas para alunos da pós-graduação em EC.

Neste sentido, a pesquisa em EC, no espaço geopolítico brasileiro, mantém sua relação com P&D, e poder-se-ia admiti-la como uma das componentes da CT, pelo menos no que diz respeito à sua institucionalização. Mesmo que não seja apropriado o uso do termo paradigma, para se referir à área das Ciências Sociais, conforme argumenta Assis (1993) sobre a não-pertinência da análise kuhniana para essa área, à qual a pesquisa em EC se enquadra, os grupos que realizam pesquisa em EC compartilham conhecimentos e práticas. Esses grupos constituiriam o que Fleck (2010) denomina de coletivos de pensamento, cuja atividade de pesquisa é direcionada pela formulação dos problemas significativos para um determinado coletivo e cuja solução é buscada pelos conhecimentos e práticas por ele compartilhados (DELIZOICOV, 2004). Deste modo, a caracterização da não-neutralidade, estabelecida ao longo do artigo, contribui, e talvez com mais clareza, para direcionamentos dos problemas a serem investigados pela área de EC, no Brasil. A formulação deles, ao ser feita por pesquisadores em EC, atende a uma demanda que tem origem espaço-temporal. Trata-se, então, de um desafio para a comunidade de pesquisadores brasileiros, em EC, de buscar uma sintonia dos problemas investigados com demandas específicas que se originam na diversidade marcada pelos distintos espaços geográficos brasileiros, que possuem sua história,

e nos quais são localizadas atividades educacionais enquanto componentes da formação social do espaço.

Dentre as várias possibilidades de se enfrentar o desafio dessa busca de sintonia, não se pode deixar de mencionar a contribuição que Freire (1987) dá através da sua proposição da investigação temática. Através dela, segundo argumenta esse educador, a equipe de pesquisadores pode identificar, em um processo dialógico e participativo, as temáticas significativas que são próprias de uma unidade epocal (FREIRE, 1987), quer dizer, de características historicamente situadas, e que são manifestações locais de contradições sociais mais amplas, conforme também argumenta Santos (1977).

O fato da dialogicidade e da participação constituem elementos fundamentais no planejamento e execução da investigação temática, conforme a análise de Freire (1987), permite, potencialmente, uma inserção diversificada de atores na definição das demandas com as quais se localizarão e formularão problemas e a correspondente contribuição para uma agenda de pesquisa.

Para Freire, essas temáticas significativas precisam ser problematizadas de modo que se busquem soluções ainda não percebidas, para os problemas que se formulam, durante o processo de problematização. Essas soluções seriam o que Freire (1987) denomina de inédito viável. Mais conhecido como um educador progressista que propõe uma concepção de educação com vistas a superar práticas da educação tradicional, por ele denominada de educação bancária, a contribuição, aqui explicitada, da investigação temática, tem recebido relativamente pouca atenção quando se trata de considerá-la na perspectiva da pesquisa em educação. Iniciativa, nesse sentido, ocorreu em pesquisas realizadas por Auler (2008 e 2010), voltadas para a fundamentação de configurações curriculares, alicerçadas em pressupostos freireanos e da linha de pesquisa denominada movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em emergência no contexto brasileiro.

A investigação temática, que é objeto do terceiro capítulo do livro *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 1987), inclui procedimentos para a obtenção e análise de dados que oferecem possibilidades, para pesquisadores em EC, localizarem demandas educacionais oriundas de especificidades espaço-temporais que contribuem para a identificação e formulação de problemas de investigação.

REFERÊNCIAS

ASSIS, J. P. Kuhn e as ciências sociais. *Estudos Avançados*, v. 7, n. 19, p. 133-164, 1993.

AULER, D. Configurações Curriculares na Educação em Ciências. *Relatório Técnico*, Edital MCT/CNPq 61/2005 – Ciências Humanas, Sociais e Sociais Humanas, Santa Maria/RS, 2008.

AULER, D. Configurações Curriculares na Educação em Ciências: caracterização a partir de temas. *Relatório Técnico*, Edital MCT/CNPq 14/2008, Santa Maria/RS, 2010.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: Relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. *El materialismo racional*. Buenos Aires: Paidós, 1976.

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BERNAL, J. D. *Ciência na História*. Lisboa: Livros Horizonte, 1976.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Ensino de Ciências e Matemática no Brasil nos Projetos do SPEC-PADCT: tendências e perspectivas*. Informe Educação e Ciência, Brasília. v.2, n.1, jan./jun. 1987.

DAGNINO, R. Uma estória sobre Ciência e Tecnologia, ou Começando pela extensão universitária... In: DAGNINO, R. (Org.). *Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia: abordagens alternativas para uma nova América Latina*. Campinas Grande: EDUEPB, p. 293-324, 2010.

DELIZOICOV, D. Fleck e a epistemologia pós-empirismo lógico. In: FÁVERO, M. H e CUNHA, C. (orgs.). *Psicologia do Conhecimento – O diálogo entre as ciências e a cidadania*. Brasília: UNESCO, Instituto de Psicologia da UNB e Liber Livro Editora, p. 233-258, 2009.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis – SC, v.21, n.2, p. 145-175, 2004.

FEYRABEND, P. *Contra o Método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

FLECK, L. *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, Bauru – SP, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HERRERA, A. O. *Ciencia y Política en América Latina*. 8 ed. México: siglo XXI editores, 1971.

HOBBSAWM, E. J. *Era dos Extremos: o breve século XX*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

JAPIASSU, H. *O Mito da Neutralidade Científica*. Rio de Janeiro: Imago, 1975.

- JAPIASSU, H. *Epistemologia Crítica*. São Paulo: Letras & Letras, 1988.
- KOYRÉ, A. *Galileu e Platão*. Lisboa: Gradiva, s.d..
- KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 5ª Ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- KUHN, T. *La tension esencial*. México: Fondo de Cultura Económica, 1987.
- LACEY, H. Entrevista. 2001. Disponível em: <<http://www.fpa.org.br/o-que-fazemos/editora/teoria-e-debate/edicoes-antiores/entrevista-hugh-lacey>>.
- LAKATOS, I.; MUSGRAVE A. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp. 1979.
- MOREIRA, M. A. A área de ensino de ciências e matemática da CAPES: em busca de qualidade e identidade. In: NARDI, Roberto (org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras Editora, p. 19–39, 2007.
- NARDI, R. (org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.
- OLIVEIRA, M. B. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. *Scientiæ Studia*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 97-116, 2008.
- PACEY, A. *La Cultura de la Tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.
- POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. S. Paulo: Cultrix/Edusp, 1975.
- POPPER, K. *Conjecturas e refutações*. Brasília: Ed. UNB, 1982.
- PRIGOGINE, I. *O Fim das Certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1996.
- PRIGOGINE, I. *Ciência, Razão e Paixão*. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- SANTOS, M. *Espaço e sociedade: Ensaios*. 2ª ed. Petrópolis: Vozes, 1982.
- SANTOS, M. *Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método*. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo: AGB, p. 81-99, 1977.
- SEGRÉ, E. Einstein – novas formas de pensar: espaço, tempo, relatividade e os quanta. In: SEGRÉ, E. *Dos raios X aos Quarks*. Brasília: Editora da UNB, p. 81- 104, 1987a.
- SEGRÉ, E. Planck, um revolucionário obstinado: a idéia de quantização. In: SEGRÉ, E. *Dos raios X aos Quarks*. Brasília: Editora da UNB, p. 63-80, 1987b.
- ÚRIZ, I. A. *Industria cultural: la Ilustración como engaño de masas (Horkheimer y Adorno, más allá de Habermas)*. Para Compreender Ciência, Tecnología y Sociedad. Pamplona: ESTELLA (Navarra), 1996.

DEMÉTRIO DELIZOICOV: Licenciado em Física (USP, 1973); Mestre em Ensino de Ciências (USP, 1982) e Doutor em Didática (USP, 1991) é Professor Associado do Centro de Ciências da Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Coordena do Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências de Santa Catarina (GEPECISC).

DÉCIO AULER: Possui graduação em Licenciatura Plena em Física (1987), mestrado em Educação (Ensino de Ciências Naturais) pela Universidade Federal de Santa Maria (1995) e doutorado em Educação (Ensino de Ciências Naturais) pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002). Atualmente é professor associado I, da Universidade Federal de Santa Maria, no Departamento de Metodologia do Ensino. No Curso de Licenciatura em Física, ministra as disciplinas Didática da Física e Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Física. Atua no Programa de Pós-Graduação em Educação, mestrado e doutorado. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Currículos, atuando principalmente nos temas CTS e abordagem temática.