



OS PARADIGMAS DA CIÊNCIA MODERNA E PÓS-MODERNA E AS CONCEPÇÕES DE PROFESSORES-PESQUISADORES

THE PARADIGMS OF MODERN AND AFTER-MODERN SCIENCE AND THE CONCEPTIONS OF RESEARCHER-TEACHERS

Fernanda Peres Ramos¹, Marcos Cesar Danhoni Neves², Maria Júlia Corazza³

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM/ Mestranda em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática-PCM/fernandaperes@ibest.com.br

²UEM/ PCM/Departamento de Física /macedane@yahoo.com

³UEM/PCM/Departamento de Biologia/mjcorazza@uem.br

RESUMO:

O movimento filosófico denominado positivismo lógico caracterizou-se como uma das correntes de maior impacto e longevidade no longo processo da construção da ciência. Suas características mais marcantes residem na idéia de uma ciência progressiva e cumulativa, validada pelo conhecimento empírico. Tais concepções filosóficas são confrontadas pelas idéias que caracterizam o paradigma das ciências pós-modernas, pautado em incertezas e imprevisibilidades. Todavia, a aceleração das pesquisas verificada ao final do século XX, especialmente no campo da genética biomolecular, gerou expectativas no público em geral, principalmente em relação à cura de doenças genéticas, contribuindo para reforçar no imaginário social uma ciência salvacionista e cumulativa. Este conjunto de características caracteriza o que poderia se denominar de *paradigma moderno*. Diante dessa questão epistemológica, a presente pesquisa procurou investigar concepções científicas entre professores-pesquisadores sobre pesquisas genéticas, ocorridas e presenciadas na passagem do século XX e XXI. Foram utilizadas questões semi-estruturadas sobre os avanços na genética biomolecular.

Palavras-chave: positivismo lógico, concepções científicas, genética biomolecular

ABSTRACT

The philosophical movement called logical positivism was characterized as one of chains of biggest impact and longevity in the long process of the construction of science. Its more intense characteristics inhabit in the idea of a gradual and cumulative science, validated by the empirical knowledge. Such philosophical conceptions are confronted by the ideas that characterize the paradigm of after-modern sciences, based on the uncertainties and unpredictability. However, the acceleration of the research verified to the end of century XX, especially in the field of the biomolecular genetics, generated expectations in the public in general, mostly in relation to the cure of genetic diseases, contributing to strengthen in social imaginary of a salvacionist and cumulative science. This set of characteristics characterizes what it could be called of modern paradigm. In face of this epistemological question, the current research looked for investigate the scientific conceptions among the researcher-teachers about the genetic researches, occurred and witnessed in the passage of century XX and XXI. Has been used half-structuralized questions about the advances in the biomolecular genetics.

Keywords: logical positivism, scientific conceptions, biomolecular genetics.

Introdução

No percurso histórico da ciência diferentes lentes foram utilizadas para fenomenalizar a natureza e construir conhecimentos. Essa construção se estabeleceu de forma peculiar nos diferentes contextos históricos e comunidades científicas de cada época, sendo caracterizada por métodos distintos de se fazer ciência. Esses métodos foram observados e discutidos por vários filósofos da ciência contemporânea, que, ao descrevê-los, deixaram transparecer seus posicionamentos e suas lentes para a observação do universo.

Sagan (1998) defende a idéia de que o método científico seja uma das formas de produção de conhecimento mais bem sucedida, isso por gerar diferentes situações em que o homem pôde superar seus limites e transformar a sua inter-relação com a natureza. A extinção de doenças endêmicas, a "conquista" do espaço, a decodificação genética, dentre outras tantas maravilhas produzidas, tem seu fundamento na produção de conhecimentos científicos, que por sua vez aconteceram a partir de um método científico. Em contrapartida, vale ressaltar que os métodos e concepções científicas que permearam a ciência, apesar de propiciarem pontos positivos, muitas vezes funcionaram como um muro, gerando obstáculos epistemológicos à ciência. Nas palavras de Feyerabend (1977, p.43) “todas as metodologias, mesmo as mais óbvias, têm limitações”.

Várias concepções se formaram ao longo da história da ciência sobre o processo de construção intelectual de conhecimentos. Dentre as concepções filosóficas de longo alcance e forte influência na construção científica até o século XXI, se destaca o positivismo. Essa corrente de pensamento tem sua origem no empirismo desde a Antiguidade. Porém, as bases concretas se instauram na Idade Moderna, que tem início no século XVI, solidificando-se no século XVIII. O contexto histórico é o do capitalismo de Estado e da constituição da classe burguesa, fazendo convergir interesses econômicos, políticos e ideais de racionalidade.

O modelo de racionalidade fundamenta-se nas ciências naturais, tendo como centro a matemática e, por consequência, passa a ser regida por um rigoroso determinismo, apoiando-se na formulação de leis à luz de regularidades observadas. Nessa perspectiva, que caracteriza o paradigma das ciências modernas, “o rigor científico afere-se pelo rigor das medições” e conhecer passa ser compreendido como quantificar, dividir e classificar (SOUSA SANTOS, 1988, p.5). Em outras palavras, a natureza torna-se descritível por meio da matemática, passando a ser percebida como uma espécie de laboratório, em que o fenômeno é compreendido em suas partes e o experimento interpretado sob o olhar de uma “teoria econômica e bela” (HENRY, 1998, p.10).

A nova mentalidade prática e utilitarista do homem burguês o conduziu gradativamente à libertação da concepção medieval voltada para a vida após a morte e a valorizar o homem e a natureza, não apenas contemplando-a, mas aproveitando-a como fonte de riqueza e acumulação. Neste contexto, “para o homem moderno, cioso de uma objetividade que o levasse à compreensão dos fenômenos e das leis que constituem o cosmos, era fundamental a experiência da natureza, descobrir suas leis através de um método eficiente – o método experimental” (ZAMBIASI, 2006, p. 70).

Nesse período, ocorre a substituição das idéias e atitudes, predominantemente instrumentalistas de Galileu e Descartes, para uma perspectiva mais realista (HENRY, 1998). O conhecimento científico tornou-se um conhecimento confiável por ser comprovado objetivamente, no qual as teorias científicas deveriam ser derivadas, de maneira rigorosa, da obtenção dos dados da experiência, adquiridos por observação e experimentação, ou seja, uma ciência objetiva (CHALMERS, 1993).

O positivismo da ciência se consolida no século XIX com o francês Augusto Comte (1798-1857) ao defender a substituição de uma especulação racional da filosofia pelos dados positivos da ciência. Em suas idéias Comte salienta uma postura científica baseada na

exaltação da observação dos dados reais. Neste sentido, o termo positivo passa a ser inserido segundo uma concepção do real em oposição às formas metafísicas predominantes da filosofia da época e, numa visão reducionista, a ciência torna-se a única forma de conhecimento válida. Em outras palavras, “o significado do conhecimento para o positivismo é definido como aquilo que as ciências fazem” (MARTINS e BICUDO, 1989, p. 11).

Um traço marcante do positivismo se instaurou definitivamente com o Círculo de Viena, denominado *positivismo lógico*. Esse influente grupo de discussão, estabelecido pelo inglês Carnap e o austríaco Schlick, ao final da década de 1920, desenvolveu vários aspectos dessa visão de ciência, unindo os métodos da lógica à postura empirista. A abordagem endossada pelos positivistas lógicos era o tradicional método hipotético-dedutivo e a verificação, a qual, por meio de reiterados testes, era considerada o melhor critério para determinar o quanto poderia ser válida uma teoria. Caso os testes confirmassem uma teoria, dir-se-ia que ela havia sido verificada (REALE, 1981; MAYR, 2008). Quanto a este fato, Mayr (2008) ressalta que, embora a verificação fortaleça muito as teorias, o método de validar uma teoria pela sua verificação levou, muitas vezes, ao que posteriormente mostrou ser uma teoria errada. Consequentemente, o século XX teve início com uma forte tendência da visão positivista e reducionista de mundo, separando o conhecimento em campos especializados, a teoria da prática, a ciência da ética, a razão do sentimento e a mente do corpo (BEHRENS, 2003).

Independente de suas vertentes, o positivismo caracterizou-se pela retomada de alguns aspectos da tradição iluminista. Entre eles, a tendência a considerar os fatos empíricos como a única base do verdadeiro conhecimento, pela fé na racionalidade científica como solução dos problemas da humanidade e uma confiança não crítica e superficial na estabilidade e no crescimento sem obstáculos da ciência (REALE, 1981; CAPRA, 1986). Outra característica marcante do positivismo baseia-se na idéia de que a ciência é progressiva e cumulativa na aquisição de conhecimentos científicos e, portanto, distinta e superior a qualquer outro tipo de conhecimento.

Esta visão salvacionista e inquestionável da ciência adentrou, na segunda metade do século XX, ao que Kuhn (1962) considera como uma crise no interior de um paradigma. Outros teóricos denominam esse período de crise na ciência da pós-modernidade, caracterizando-o em um contexto histórico no qual o conceito, os critérios de certeza, a validade dos métodos da ciência e sua relação com a realidade são questionadas e reavaliadas (LYOTARD, 1998). Nas palavras de Moles (1995, p. 16) “a ciência tal como a conhecemos não nos fala quase do que é impreciso, do que é flutuante, do que muda e só se repete aproximativamente”, pois prefere “as correlações fortes entre as variáveis ao invés das correlações fracas da vida”.

De acordo com Lampert (2005) o positivismo perdeu seu monopólio e credibilidade, não sendo mais capaz de explicar a complexidade e a grande gama de fenômenos. No novo paradigma das ciências pós-modernas, pautado nas teorias da própria ciência, as verdades inquestionáveis da visão positivista e reducionista esbarram nas incertezas e nas imprevisibilidades; a estabilidade e o determinismo confrontam-se com a entropia e flutuações, a reversibilidade com a irreversibilidade e evolução, a linearidade com a complexidade; a ordem com a desordem e caos, a simples causalidade com a multicausalidade (MORAES, 1997; BEHRENS, 2003).

Na Biologia, as conclusões do Projeto Genoma Humano (PGH), no início deste século, possibilitaram o despertar para as limitações da ciência e, ainda, para a ruptura de conceitos e da ingênua linearidade do progresso científico.

Como uma das maiores e mais divulgadas empreitadas da genética molecular, o PGH teve início em 1990 com a tarefa de mapear e seqüenciar o genoma humano e a promessa de revelar “quem somos”. Os ecos dessas concepções positivistas e deterministas, intensamente

propagados pela imprensa, provocaram o entusiasmo de grande parcela da população pela perspectiva da longevidade, da cura do câncer e outras doenças geneticamente transmissíveis, enquanto que outros, principalmente da academia, incluindo os participantes do próprio PGH, manifestavam inquietações pelas implicações éticas, sociais e legais que esses conhecimentos poderiam gerar.

Todavia, a perspectiva de descobrir “o que significa ser humano”, da cura imediata de doenças genéticas por meio da identificação e manipulação dos genes, foi mitigada com as publicações de uma extensa lista de letras, simbolizando a ordem de 3,2 bilhões de bases que compõem o DNA humano, que pouco, porém, revelou em termos de genes, genótipo e fenótipo. Ao invés de esclarecer o “segredo da vida”, o genoma mostrou-se como uma entidade complexa, interagindo de forma igualmente complexa com a célula, o organismo e o ambiente, rompendo o conceito de simples causalidade entre gene e informação. Utilizando as palavras de Keller, na decodificação das seqüências de nucleotídeos...

[...] podemos ler pelo menos um reconhecimento tácito de quão grande é o abismo entre “informação” genética e significado biológico”. É claro, a existência desse abismo foi intuída há muito tempo, e, não sem freqüência, podíamos ouvir vozes acauteladoras tentando nos prevenir. Somente agora, porém, começamos a sondar as profundezas desse abismo, maravilhando-nos não com a simplicidade dos segredos da vida, mas com sua complexidade (KELLER, 2002, p.19).

Em meio à crise do modelo positivista e determinista da ciência moderna, esse artigo teve como objeto de estudo a análise de discursos de professores-pesquisadores universitários perante questões sobre os avanços biotecnológicos, e, por meio de suas falas, identificar suas concepções de ciência.

Procedimentos Metodológicos

Para coleta de dados foram selecionados professores-pesquisadores do Ensino Superior nas áreas de Genética, Biologia Celular, Bioquímica e Zoologia. Todos os entrevistados possuem mais de dez anos de atuação e participam ativamente nas pesquisas em suas respectivas áreas.

A escolha de profissionais dessas áreas se deu pelo fato das questões que nortearam as entrevistas tratarem de assuntos emergentes ao final do século XX e início do século XXI, no campo da genética biomolecular. O foco das questões no PGH se justifica por esse empreendimento representar a aceleração das pesquisas atingida nesse campo de conhecimento desde os meados do século passado até o presente momento. Tratou-se também de exibir o confronto entre as concepções da ciência moderna, caracterizada pelo positivismo e determinismo genético, e as da ciência pós-moderna, dimensionada, por sua vez, pela complexidade, multicausalidade e flutuações dos fenômenos biológicos.

Para a obtenção de informações sobre as influências de concepções que norteiam a visão científica dos entrevistados, foi elaborado um roteiro de questões semi-estruturadas, aplicada por intermédio de entrevistas. Este tipo de questão permite flexibilização ao percurso da entrevista, não imobilizando as questões, e assim possibilitando pequenas intervenções para maior aproveitamento na relação entre o entrevistador e participante. As questões semi-estruturadas elaboradas para as entrevistas são apresentadas abaixo:

Ao longo da década 1990 e primeiros anos do século XXI, os avanços biotecnológicos advindos da tecnologia do DNA recombinante, que permitiu manipular a molécula de DNA, desencadearam uma grande comoção pública, principalmente no que se refere ao PGH.

- Quais eram as suas expectativas na época em que o PGH foi lançado e durante seu desenvolvimento?
- Quais eram, a seu ver, as expectativas da população em geral?
- Você considera que conclusão do PGH atendeu a essas expectativas iniciais?
- Watson e Crick na década de 1950 propuseram o modelo dupla-hélice para o DNA. Seus trabalhos materializaram o gene ao evidenciá-lo como moléculas constituídas de ácidos nucleicos. O advento da engenharia genética, na década de 1960 e 1970, fortaleceu a visão de um código genético universal para os mais variados organismos. No seu entender as descobertas recentes advindas do PGH e pós genômica, têm contribuído para cristalizar ou provocar rupturas neste conceito?
- A ciência moderna nasceu e se desenvolveu segundo a concepção de um saber especulativo baseado sobre um critério de verdade, buscando em uma nova teoria uma representação definitiva da realidade. Porém, Jacob (1998) cita uma afirmação de Victor Hugo (William Shakespeare, Paris, 1864, p.39 apud Jacob, 1998, p.111), em que diz: “A ciência é a assíntota da verdade. Ela aproxima sem cessar e não toca nunca”. Na trajetória da ciência quais fatos você acredita ilustrar esta afirmação?

As entrevistas foram realizadas entre março e abril de 2009, compreendendo uma amostra envolvendo cinco participantes. Ao final da coleta de dados, foi realizada uma análise qualitativa, na qual o objetivo fundamental permeou sobre a identificação de conceitos e concepções sobre o progresso e limites da ciência. Para a análise, buscou-se detectar, nos conjuntos das respostas, categorias que permitissem observar padrões de concepções.

Apresentação e Discussão de Idéias e Concepções

Os discursos dos professores-pesquisadores foram analisados com base em todas as questões semi-estruturadas apresentadas, levando em consideração os conceitos empregados e as concepções implícitas em suas respostas. Todos os entrevistados demonstraram conhecimento sobre os temas discutidos e, na análise de muitas das respostas às questões apresentadas, pode-se evidenciar categorias de discursos, baseadas em um positivismo lógico.

Quatro dos entrevistados revelaram não ter manifestado expectativas durante o lançamento e execução do PGH, uma vez que estas “sempre foram às mesmas. Foram justificadas pelos resultados”, tendo, portanto, “uma boa visão do projeto por estar no meio acadêmico”, ou, ainda, por “não acreditar em uma ciência neutra”, e, desta forma, os resultados obtidos não os surpreenderam.

No início e durante o desenvolvimento do PGH, houve manifestações céticas em relação às suas pretensões de “descobrir o que é ser humano”. Esse ceticismo pode ser observado na fala do pesquisador que diz não acreditar em uma ciência neutra, porém, a falta de expectativas dos dois primeiros, reflete não um ceticismo, mas uma justificativa para os objetivos do PGH. Esta premissa encontra apoio na continuidade dos discursos ao considerarem que o PGH “não veio para elucidar grandes coisas, ele veio, até, para abrir novas áreas” e, assim, “não haverá muitas conseqüências em curto prazo, mas sim há muito longo prazo, porque é muito difícil manipular o genoma de qualquer espécie”.

Este discurso indexa uma expectativa de que, num futuro não muito próximo, o aperfeiçoamento de métodos e técnicas para manipular a sequência do genoma será suficiente para possibilitar grandes aplicações. Em contrapartida, as pesquisas no campo da epigenética, direcionam para uma possível complexidade que vai além da relação direta entre genes e características, abrindo espaço para a busca das interações entre genes e ambiente. Possivelmente, esta área oportunizará o entendimento das singularidades comportamentais e

fisiológicas e até mesmo as diferentes suscetibilidades a doenças e desordens emocionais. O que realmente não será um trabalho fácil (GARCIA, 2007; BARATA e GUIMARÃES, 2007).

Outro ponto relevante revela-se quanto à presença de expectativas divergentes entre pesquisadores de áreas distintas. Para o bioquímico, as expectativas eram apenas de “sequenciar o código genético”, ao passo que o zoologista afirmava “não acreditar em uma ciência neutra ou soluções miraculosas”. Entre um bioquímico e um zoologista surgem duas lentes distintas para observar a ciência e as relações biológicas. Kuhn, ao responder algumas críticas ao epistemólogo da ciência Popper, retrata bem a questão das lentes, ou seja, do olhar que cada comunidade científica, e, por conseguinte seus cientistas têm: “Como poderei ensiná-lo a usar meus óculos quando ele já aprendeu a olhar através dos seus para tudo o que possa apontar?” (KUHN, 1979, p.8)

Dentre os pesquisadores entrevistados, apenas um revelou que no início “dava impressão que o PGH iria resolver muitos problemas genéticos, principalmente em relação às síndromes genéticas e mutações gênicas.” Porém, durante seu desenvolvimento foi “perdendo as expectativas”. O relato deste discurso retrata nitidamente a comoção pública gerada na ocasião do lançamento do PGH em relação às expectativas de que por meio desse projeto várias doenças seriam mapeadas e conseqüentemente tratadas.

Entre os artigos que circulavam no período em que o projeto estava em andamento havia afirmações de que um dos objetivos do PGH seria a identificação dos genes responsáveis por características normais e patológicas, justificando as expectativas da população.

[...] Será possível analisar milhares de genes ao mesmo tempo em que as pessoas poderão saber se têm predisposição aumentada para certas doenças, como diabetes, câncer, hipertensão ou doença de Alzheimer, e tratar-se antes do aparecimento dos sintomas. As vacinas de DNA poderão eliminar doenças como a tuberculose ou a Aids. Os remédios serão receitados de acordo com o perfil genético de cada um, evitando-se assim os efeitos colaterais (ZATZ, 2000, p. 47).

Estas afirmações retratam as expectativas da população de uma ciência salvacionista, gerada por um modelo de racionalidade, o qual acredita em uma ciência capaz de produzir verdades absolutas, conceito este tipicamente positivista (SOUSA SANTOS, 1988). Portanto, a população em geral apesar de não ter posse de conceitos e conhecimentos genéticos mais elaborados, possuía expectativas de que o segredo da cura das mais variadas enfermidades estaria no gene e, portanto, seriam encontradas com o mapeamento (SGANZERLA *et. al.*, 2004). Diante destes aspectos uma das questões realizadas aos entrevistados permeou quanto às expectativas da população, em geral, aos resultados do PGH. Entre os entrevistados surgiram relatos de que os sujeitos “estavam iludidos quanto ao resultado”, “tinham medo de como essas informações seriam manipuladas” ou ainda, de que “acreditavam que iria curar várias doenças”. Vale destacar um dos discursos em que o pesquisador salienta a perspectiva da sociedade em soluções imediatas:

[...] estamos esperando um salvador da pátria, ou uma solução que venha, ou alguém que resolva nosso problema, ou alguém que possa fazer. Penso que a expectativa era essa: agora sim as coisas vão se resolver! [...] Entre as pessoas havia expectativas de: curar doenças, melhoramento de produção de plantas, entre outros [...] (ENTREVISTADO ZOOLOGISTA).

Entre os discursos houve também pesquisadores afirmando que “não havia expectativas” por parte da população. De acordo com Leite (2007) o PGH foi um dos empreendimentos que comandou mais atenção na esfera pública, prerrogativa até então de

outras engenharias como as que produziam bombas e usinas atômicas, ou foguetes para lançar a Lua. Vale ressaltar que o PGH foi alvo de grandes acordos políticos, atingindo rapidamente os meios de comunicação, que veicularam várias informações, o que, possivelmente, insuflou a população. Por sua vez, Judson (2001) acredita que a linguagem usada sobre a genética e o PGH limitou tanto a compreensão dos cientistas, quanto do próprio público, uma vez que, os cientistas falavam para o meio de comunicação, que falava ao público.

No que se refere aos resultados divulgados pelo PGH e as expectativas iniciais do projeto, a maioria dos pesquisadores voltou a afirmar que “o projeto alcançou seu objetivo, era de seqüenciar e seqüenciou”, “todo cientista tinha idéia de que ele não conseguiria responder grandes coisas”. Em contrapartida, um dos aspectos que propulsionaram o PGH foi a expectativa de tratamentos de doenças como o câncer e outras doenças genéticas:

O Projeto Genoma [...] teve início em 1986, a partir de um artigo de minha autoria, publicado na Science [...]. Tratava-se de uma reflexão: os longos anos empregados no estudo do câncer haviam me convencido de que, para vencê-lo, seria necessário um conhecimento profundo dos genes que, quando alterados, induzem as células a se tornarem malignas (DULBECCO, 1997, p. 90)

Entre os anseios do PGH estava o mapeamento gênico como intenção de entender todo o metabolismo gênico para estabelecer relações entre genes e regulações, ou seja, tratava-se de descobrir, com a soletração do genoma, “o que é ser humano” (ROBERTS, 2000, p. 1185). Diante deste fato, torna-se relevante o posicionamento de outros entrevistados que disseram acreditar que o PGH:

não atendeu as expectativas iniciais, [...] seqüenciamos os nucleotídeos, mas não sabemos para que serve.[...] Antes de terminar o PGH imaginou-se que tínhamos cerca de 150.000 genes e hoje já se viu que temos uns 30.000. A quantidade é muito menor do que se imaginava! Com a maturidade que foi se adquirindo, mudou muito as idéias quanto ao genoma (ENTREVISTADO GENETICISTA).

Este discurso demonstra o quanto existe de perspectivas em relação à ciência, oriundos de uma visão positivista, na qual a ciência apresenta algumas características dogmáticas tendo o papel de trazer soluções, e estas por sua vez dignas de verdade (TRIVIÑOS, 2006). O entrevistado apontou mudanças que aconteceram em relação aos dados obtidos durante o desenvolvimento do projeto, como a quantidade de genes e suas funções. Isso revela o quanto à ciência não é linear e cumulativa como o positivismo afirma (ZAMBIASI, 2006). O PGH trouxe um exemplo, dos momentos em que as expectativas são maiores do que os resultados imediatos.

Não há dúvidas de que foi um grande passo o mapeamento gênico, no entanto, essa provavelmente não era a única expectativa de muitos pesquisadores. Os conhecimentos acumulados nos anos em que o PGH se desenvolveu geraram mais perguntas do que respostas. Costa (2000) e Dias-Neto (2003) afirmam que várias décadas serão necessárias para identificar entre os inúmeros pares de bases seqüenciadas, aquelas comprometidas com a produção de proteínas responsáveis pela estrutura e controle do metabolismo humano. Novamente questionamos se o comprometimento se refere apenas as bases nitrogenadas do DNA.

Ao longo da entrevista, os pesquisadores foram questionados quanto à contribuição das descobertas advindas do PGH e pós genômica para cristalizar ou provocar rupturas aos conceitos propostos na década de 1950. A intenção desta questão era de constatar se nos discursos apareceriam mesmo entre os pesquisadores, que anteriormente se manifestaram contrários a uma visão positivista, indícios desta concepção. No entanto, surgiram afirmações contundentes como “os conceitos iniciais são a base”, “tudo isso, não veio para romper nada”, “nada foi modificado, a idéia inicial foi fortalecida”, e ainda, “tudo continua de pé, foi um contínuo progresso”.

No que se refere às rupturas de conceitos genéticos, como na questão acima, se percebeu uma forte concepção predominante da ciência constituída a partir da idade moderna. Neste período havia se desencadeado a Revolução Científica, caracterizada pela busca de uma ciência baseada em um saber especulativo fundamentado sobre um critério de verdade, procurando em uma nova teoria uma representação definitiva da realidade (JACOB, 1998). Neste ambiente se estabeleceu um racionalismo empírico, típico do positivismo, interessado em estabelecer como se produzem as relações entre os fatos, que por sua vez, construíam uma ciência progressiva e cumulativa (TRIVIÑOS, 2006).

Nos discursos da maior parte dos pesquisadores se evidenciou esta concepção científica progressiva e cumulativa. De forma contundente, ou sutil, enfatizaram não detectar rupturas de conceitos estabelecidos na década de 1950 em decorrência dos estudos pós-genômicos, mas uma continuidade. No entanto, um dos pesquisadores geneticistas, mencionou acreditar que os avanços biotecnológicos trouxeram uma visão dinâmica, o que para ele não estava evidente no modelo de Watson e Crick:

[...]. Na questão das rupturas, logo após a apresentação do trabalho de Watson e Crick, já fomos verificando que aquela estrutura estática proposta por eles, não era definitiva, existiam outras estruturas. [...]. Verificamos que efetivamente nosso genoma é muito dinâmico e mais do que a estrutura dele, mas como ele funciona, a regulação dele (ENTREVISTADO GENETICISTA).

Outro dado que o pesquisador salientou como relevante nos resultados divulgados pelo PGH refere-se à descoberta de apenas 3% do genoma humano ser constituído por regiões codificantes, e, ainda, a evidência de que, o mapeamento genético de organismos simples esteja próximo ao código genético humano. Os aspectos salientados por este pesquisador refletem rupturas em relação a algumas conjecturas consagradas anteriormente pela ciência (INTERNATIONAL, 2001; FIORAVANTI e PIVETTA, 2001; KELLER, 2002).

Nesta perspectiva, se evidencia duas vertentes que se entremeiam durante os discursos: a de que a ciência seria progressiva e, portanto, cumulativa, ou ainda, a de que em diversos momentos da história da ciência fatos novos levantados ao propulsionarem avanços geraram rupturas de teorias anteriores. Kuhn ao criticar a visão positivista de que a ciência seria cumulativa e linear, disse acreditar que a ciência progride por revoluções, na qual “uma teoria mais antiga é rejeitada e substituída por uma nova, incompatível com a anterior” (KUHN, 1979, p.6). Diante disso, os pesquisadores foram questionados quanto ao fato de acreditarem ou não em uma afirmação de Victor Hugo que diz “A ciência é assíntota da verdade. Se aproxima sem cessar e não toca nunca” (SHAKESPEARE, 1864, p.39 *apud* JACOB, 1998, p.111). Entre os pesquisadores surgiram afirmações como “a ciência está sempre avançando”, “dizem que nunca vamos atingir a verdade, [...] mas, puxa vida, estamos razoavelmente próximos” (bioquímico) e, ainda, que, “nunca vamos tocar, atingir, podemos aproximar” (zoologista).

A maioria dos pesquisadores revelou uma idéia de que a ciência, ainda que nunca toque, avança acumulativamente, concepção esta de influência positivista (ZAMBIASI, 2006). Em contrapartida, não deve ser ignorado o fato de acreditarem que, em alguns aspectos, a ciência não atingiu o ápice do conhecimento, o que traduz uma quebra da concepção positivista de que a ciência empírica seria o único conhecimento confiável e capaz de explicar todos os fenômenos, proposto por Comte (MARTINS E BICUDO, 1989; TRIVIÑOS, 2006). Estes aspectos podem ser relatados na seguinte afirmação:

[...] Em alguns aspectos a ciência avançou com uma verdade bem consolidada, mas em outros aspectos, vai caminhar, caminhar e caminhar. E sempre uma verdade nos levará para outro caminho na busca de outra verdade [...]. Então essa questão da verdade não pode ser colocada como algo estanque: do bem, do mal, do sim, do não,

do verdadeiro e do falso. Mas, uma construção da compreensão do que somos como funcionamos, como interagimos com o ambiente e isso cada vez se ampliará mais. Não creio que chegará um momento: hoje nós sabemos tudo. Não!
(ENTREVISTADO GENETICISTA).

Complementando o discurso acima, vale lembrar que em vários momentos da história da ciência o paradigma dominante não conseguiu dar suporte para todas as pesquisas emergentes, abrindo espaço para o surgimento de novas teorias incompatíveis com a anterior (KUHN, 1979). Este fato demonstra que paradigmas existem e os cientistas trabalham dentro de seu enfoque. No entanto, conforme Feyerabend (1977), não existem condições duradouras que possam limitar a investigação científica, uma vez que a verdade não pode “ser colocada como algo estanque”, ou seja, limitada a único paradigma. No que se refere à Genética, não restam dúvidas de que o conhecimento nesta área avançou muito nas últimas décadas, porém, este fato não implica que em diversos momentos aconteceram ou possam acontecer rupturas, quebras de conceitos que não se confirmam ao longo do percurso científico.

As análises realizadas nesse artigo demonstram que as lentes, em grande vigência dos pesquisadores, e logo, da ciência, ainda é caracterizada pelo positivismo. Vale ressaltar que este tipo de observação tem como intuito não criticar o posicionamento dos entrevistados, ou demonstrar contradições em seus discursos, mas observar o quanto o positivismo atinge esse início de século, estando à ciência ainda edificada nos princípios da linearidade e simples causalidade.

Conclusão

Ao longo dos discursos dos professores pesquisadores evidenciou-se a presença de concepções matizadas por tendências positivistas e pela crença de que os fatos destacados pela ciência ocorrem de forma sequencial e linear. Em outros momentos, porém, pode ser observada a presença de uma atenuação nas tendências reducionistas e deterministas nos discursos, revelando uma transitoriedade entre concepções de uma ciência linear e de simples causalidade para a percepção da ocorrência de rupturas e multicausalidades nos fenômenos biológicos. Esse fato pode ser percebido principalmente nos conhecimentos relativos à materialização do gene e suas rupturas, revelando indícios do reconhecimento do dinamismo e complexidade do funcionamento gênico, demonstrando a descontinuidade de uma concepção cumulativa da ciência.

Não restam dúvidas de quanto toda a extensão da ciência, mediada pelos valores de seus paradigmas, avançaram nas últimas décadas. Entretanto, este fato não implica que em diversos momentos aconteceram ou possam acontecer rupturas, quebras de conceitos ao longo do percurso científico. Cabe destacar que “nem toda mudança de teoria em ciência é uma evidência de progresso” (MAYR, 2008, p. 119), ou seja, a ciência avança, no entanto, tal fato não justifica que isso aconteça de forma linear, sem rupturas e de forma ingênua.

Kuhn (1974) ressalta que, embora o desenvolvimento científico seja produtivo, a educação científica continua a ser uma iniciação relativamente dogmática a uma tradição pré-estabelecida de resolver problemas. As comunidades científicas trabalham dentro de seus paradigmas e buscam resoluções de problemas para os quais possuem maior habilidade de resolução, funcionando esse paradigma vigente como dogmas e lentes para observação do mundo.

As constatações de valores legitimados pela Ciência Moderna, como concepções deterministas, reducionistas e de ciência linear e cumulativa, durante os discursos, são extremamente compreensíveis, pois o século XX e XXI são herdeiros da Revolução Científica e suas lentes. A presença mais freqüente nos discursos de valores pautados pelo Paradigma da

Ciência Moderna revela o quanto esses valores ainda influenciam o século XXI, e o quanto a ciência ainda está edificada nos princípios da linearidade e simples causalidade.

REFERÊNCIAS

BARATA, Germana; GUIMARÃES Maria. Genes e a Compreensão de Ser Humano. ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo científico. Disponível em: <http://comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=8&id=56>. Acesso em: 03/07/2007.

BEHRENS, M.A. O paradigma emergente e a prática pedagógica. Curitiba: Champagnat, 2003.

CAPRA, F. O ponto de mutação. São Paulo: Cultrix, 1986

CHALMERS, A. F. O que é ciência afinal? Ed. Brasiliense: São Paulo, 1993.

COSTA, V.L. Genoma decifrado trabalho dobrado. *Ciência Hoje*. São Paulo, v. 28, n. 166, 2000.

DIAS-NETO, E. Quebra-cabeças da complexidade. In: *Ciência e tecnologia no Brasil*. São Paulo Pesquisa Fapesp Especial, Ciência e Tecnologia no Brasil, p. 15-19. Abril, 2003.

DULBECCO, R. Os genes e o nosso future. Tradução Marlena Maria Lichaa. São Paulo: Best Seller, 1997.

FEYERABEND, P. Contra o Método. Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1977.

FIORAVANTI, C; PIVETTA, M. Golpe no orgulho vão. São Paulo: *Pesquisa Fapesp*. P. 24-33. São Paulo, 2001.

FOUCAULT, M. História da Sexualidade I – A vontade de Saber. Rio de Janeiro: Graal, 1977.

GARCIA, Eloi S. Epigenética: além da seqüência do DNA. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Disponível em: <HTTP://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=30541>. Acesso em: 03/07/2007.

HENRY, J. A revolução científica e as origens da ciência moderna. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

INTERNATIONAL Human Genome Sequencing Consortium. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, London, v. 409. P. 860-921, 2001.

JACOB, F. O rato, a mosca e o homem. Tradução Maria de Macedo Soares Guimarães. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

KELLER, Evelyn F. O Século do Gene. Belo Horizonte: Editora Crisálida, 2002.

KUHN, T.S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Editora Perspectivas S.A, 1962.

_____. A função do dogma na investigação científica. In: DEUS, J.D., *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência* (pp. 45-75). Rio de Janeiro, Zahar, 1974.

_____. Lógica da Descoberta ou Psicologia da Pesquisa?. In: Imre Lakatos e Alan Musgrave (orgs). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* (pp. 5-32). Quarto volume das atas do Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres em 1965. Tradução Octavio Mendes Cajado. São Paulo: Cultrix Universidade de São Paulo, 1979.

LAMPERT, E. Pós-modernidade e conhecimento: educação, sociedade, ambiente e comportamento humano. Porto Alegre: Sulin, 2005.

LEITE, M. Promessas do Genoma. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

LEWONTIN, R.C. Gene, Ambiente e Organismos. In: Robert B. Silvers. (orgs.). *Histórias Esquecidas da Ciência* (pp. 93-109). Tradução Gilson César Cardoso de Sousa. São Paulo: Editora Paz e Terra S.A, 1997.

LYOTARD, Jean-François. A condição pós-moderna. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1998.

MARTINS, J.; BICUDO, M.A.V. A pesquisa qualitativa em psicologia: fundamentos e recursos básicos. São Paulo: Moraes/ EDUC, 1989.

MAYR, E. Isto é biologia: a ciência do mundo vivo. Tradução Cláudio Ângelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MOLES, A. As ciências do impreciso. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995. MAGEE, B. As Idéias de Popper. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1973.

MORAES, M.C. O paradigma educacional emergente. Campinas: Papirus, 1997.

OLIVA, A. Filosofia da Ciência. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

REALE, G. História da Filosofia. O Positivismo. São Paulo: Paulus, 1981.

ROBERTS, L. Controversial from the start. *Science*, v. 291, n. 5507, p.1182-1188.

SAGAN, C. O Mundo Assombrado pelos Demônios. A Ciência Vista como uma Vela no Escuro. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

SGANZERLA, L.C.M. et al. Preparados ou não para o futuro? Atitudes de alunos de graduação em relação ao Projeto Genoma Humano. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. Maringá, v. 26, n. 2, p. 239-250, 2004.

SOUSA SANTOS, B. Um Discurso sobre as Ciências; Edições Afrontamento; Porto; 1988 (1-22).

TRIVIÑOS, A.N.S. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação. São Paulo: Atlas, 2006.

ZAMBIASI, J.L. Do racional-positivismo ao construcionismo científico. In: Paulo Marcelo Marini. (org). *Ensino de Ciências: Pesquisas e Reflexões* (pp.68-83). Ribeirão Preto: Holos, 2006.

ZATZ, M. Projeto Genoma Humano e Ética. São Paulo em Perspectiva, São Paulo: v. 14, n. 3, p 47-52, 2000.