



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDA PERES RAMOS

**PROJETO GENOMA HUMANO:
ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E PRAGMÁTICOS NO
DISCURSO ACADÊMICO**

FERNANDA PERES RAMOS

**PROJETO GENOMA HUMANO:
ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E PRAGMÁTICOS NO
DISCURSO ACADÊMICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rodrigues da Silva

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R175p Ramos, Fernanda Peres.

Projeto Genoma Humano: aspectos epistemológicos e pragmáticos no discurso acadêmico / Fernanda Peres Ramos. – Londrina, 2014.
136 f. : il.

Orientador: Marcos Rodrigues da Silva.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Ciências – Estudo e ensino – Teses. 2. Genoma humano – Aspectos epistemológicos – Teses. 3. Genoma humano – Aspectos pragmáticos – Teses. 4. Ciência – historiografia – Teses. 5. Ciência – Aspectos sociais – Teses. I. Silva, Marcos Rodrigues da. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 50:37.02

FERNANDA PERES RAMOS

PROJETO GENOMA HUMANO:
ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E PRAGMÁTICOS NO DISCURSO
ACADÊMICO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr. Marcos Rodrigues da Silva
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Maria Júlia Corazza
UEM – Maringá – PR

Prof. Dr. Mauro Lucio Leitão Condé
UFMG – Belo Horizonte – MG

Prof. Dr. Marinez Meneghello Passos
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Sérgio de Mello Arruda
UEL – Londrina - PR

Londrina, 24 de março de 2014.

Dedico esta pesquisa a todos aqueles que com suas interações sociais contribuíram para a construção desse conhecimento. Em especial aos meus pais: Lúcio e Cida; e ao meu irmão André, pois ao longo dessa pesquisa estiveram em prontidão para ouvir minhas angústias, dúvidas e reflexões.

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer formalização de agradecimento, lanço-me para agradecer Àquele que creio ter pelo poder de sua graça me possibilitado atravessar mares desconhecidos, rumo às novas formas de conhecimento.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcos Rodrigues da Silva, pela sua orientação durante essa pesquisa, pois com sua capacidade incrível de reflexão contribuiu para transformar minhas angústias e questionamentos em conhecimento.

Aos professores Sergio de Mello Arruda e Marinez Meneghello Passos, por suas contribuições singulares na elaboração desta pesquisa; e também pelo carinho e afeição com que me receberam no grupo de pesquisa.

Aos professores Mauro Lúcio Leitão Condé e Maria Júlia Corazza que com a solicitude em participar desta banca examinadora despenderam valioso tempo não apenas lendo esta tese, mas trazendo reflexões valiosas durante o exame de qualificação.

Aos meus familiares: mãe, pai e irmão que sempre estiveram presentes propiciando alento nesse período.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, equipe de professores e secretaria.

Aos participantes desta coleta de dados, os quais tornaram esta pesquisa possível.

RAMOS, F. P. **Projeto Genoma Humano: aspectos epistemológicos e pragmáticos no discurso acadêmico**. 2014. 136f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – UEL – Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO

Ao longo da produção dos conhecimentos científicos, conceitos, leis, teorias e hipóteses participam como estruturas importantes para o desenvolvimento de um campo disciplinar. Essas estruturas são edificadas historicamente, surgindo e se desenvolvendo no interior de práticas comunitárias compartilhadas socialmente. Assim, pode-se dizer que a história de um campo disciplinar possui tanto uma história interna [conforme estruturas mencionadas] quanto uma história externa [atuação da comunidade científica]. Entretanto, uma vez consolidado o campo disciplinar, é comum que sejam omitidos os aspectos externos da produção científica e desse modo os aspectos sociais que interagiram nessa produção não alcançam a recontextualização acadêmica e popular. Com isso, a história do campo passa a ser tão somente uma história interna, uma história de seus elementos epistemológicos. Esta tese, em sua parte teórica, busca mostrar a presença de elementos sociais na produção de um conhecimento em construção: o Projeto Genoma Humano (PGH). Para isso, utilizou-se a concepção sócioconstrutivista de Bruno Latour como referência interpretativa para identificação dos aspectos sociais do PGH. Na sua parte prática, buscou-se identificar, a partir da tomada de dados em uma turma de graduação em química durante uma disciplina de História e Filosofia da Ciência, o nível de alcance por um discurso que incentiva a reflexão acerca da existência desses aspectos extraepistemológicos na ciência. Essa tese trouxe entre suas considerações a percepção entre os acadêmicos da existência de uma insistente escolha pelo discurso epistemológico que cercou o PGH. No que tange à apreensão de aspectos social, identificou-se a percepção desses elementos com frequência associada a papéis negativos ou de pouca atuação, desconsiderando-se com isso as interações sociais que ocorrem nas pesquisas científicas. Contudo, foi possível identificar um tímido movimento rumo às noções de aspectos sociais interagindo simetricamente nas pesquisas em alguns discursos. Isso confirma a importância de que haja ações mais frequentes em sala de aula voltadas para uma noção simétrica sobre a historiografia da ciência, rompendo-se a formação conceitual unilateral entre acadêmicos em formação.

Palavras-chave: Ciências – estudo e ensino. Genoma humano - aspectos epistemológicos. Genoma humano – aspectos pragmáticos. Ciência – historiografia. Ciência – aspectos sociais.

RAMOS, F. P. Human Genome Project: epistemological and pragmatic aspects in academic discourse. 2014. 136p. Thesis (Doctoral in Science Education and Mathematics Education) – UEL – Londrina State University.

ABSTRACT

Throughout the production of scientific knowledge, concepts, laws, theories and hypotheses participate as important structures for the development of a disciplinary field. These structures are built historically, emerging and developing themselves within socially shared community practices. Thus, one can say that the story of a disciplinary field has both an internal history [as mentioned structures] as an external history [of the scientific community action]. However, once consolidated the discipline is common that the external aspects of scientific production and thus is omitted the social aspects that interacted in this production do not reach academic and popular recontextualization. Thus the history of the field becomes so only an internal story, a story of its epistemological elements. This thesis, in its theoretical part, seeks to reveal the presence of social elements in the production of knowledge in construction: the Human Genome Project (HGP). For this, we used the socio-constructivist conception of Bruno Latour as interpretative to identify the social aspects of the HGP reference. We sought to identify in its practical part, taken from the data in a class of undergraduate chemistry during a discipline of History and Philosophy of Science, the level range for a discourse that encourages reflection about the existence of these extra features epistemological science. This thesis has brought among its considerations the perception among academics that there is an insistent choice of epistemological discourse that surrounded the HGP. Regarding the arrest of social aspects, identified the perception of these elements often associated with negative roles or little action, disregarding thereby the social interactions that occur in scientific research. However, it was possible to identify a timid move towards the notions of social aspects interacting symmetrically in polls in some speeches. This confirms the importance that there be more frequent actions in the classroom facing a symmetric notion about the historiography of science, breaking the unilateral conceptual training among academics in training.

Keywords: Science - Study and teaching. Human genome - epistemológicos aspects. Human genome - pragmatic aspects. Science - historiografia. Science - Social aspects.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| INTRODUÇÃO | 9 |
| 1 O CENÁRIO GENÔMICO | 15 |
| 1.1 SURGIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PGH: ANOTAÇÕES HISTÓRICAS | 16 |
| 1.2 A EPISTEMOLOGIA QUE PAIRA SOBRE O GENOMA: O DETERMINISMO GENÉTICO COMO FIO CONDUTOR | 28 |
| 1.3 AS EXPECTATIVAS QUE DIRECIONARAM O PGH NO CENÁRIO CIENTÍFICO E SEU ALCANCE POPULAR | 32 |
| 1.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES | 43 |
| 2 O PGH EM UMA PERSPECTIVA SÓCIO-CONSTRUTIVISTA LATOURIANA: A PRODUÇÃO E SEU ENTORNO | 47 |
| 2.1 UMA LEITURA LATOURIANA SOBRE O CENÁRIO GENÔMICO: OS FATORES EXTERNOS PARTICIPANDO DA PESQUISA INTERNA | 48 |
| 3 EPISTEMOLOGIA E PRAGMÁTICA DO PGH: POSICIONAMENTOS EVIDENCIADOS NO DISCURSO ACADÊMICO | 61 |
| 3.1 A ESCOLHA DE UMA METODOLOGIA PARA A ANÁLISE | 62 |
| 3.1.1 Traçando um Dispositivo para a Análise: o Trajeto Rumo à Análise | 65 |
| 3.1.2 Delimitando a Coleta de Dados: a Escolha do Campo da Pesquisa | 67 |
| 3.1.3 Processo de Obtenção dos Dados da Coleta: o Processo de Escolha do Material para Análise | 68 |
| 3.1.4 Análise Discursiva em uma Perspectiva Latouriana: Qual o Nível de apropriação Epistemológica e Pragmática no Discurso Acadêmico? | 69 |
| 3.1.4.1 O contexto do PGH sob o foco de análise entre acadêmicos: do discurso epistemológico aos aspectos sociais da pesquisa – um olhar latouriano | 70 |
| 3.1.4.2 Uma reflexão sobre os níveis de apropriações epistemológicas e sociais presentes no discurso acadêmico | 85 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 100 |

| | |
|--|-----|
| REFERÊNCIAS | 107 |
| ANEXOS | 112 |
| ANEXO A - Texto utilizado na coleta de dados com acadêmicos..... | 113 |
| APÊNDICES | 115 |
| APÊNDICE 1A - Questões genômicas utilizadas na coleta de dados com acadêmicos..... | 116 |
| APÊNDICE 1B - Respostas dos acadêmicos | 117 |
| APÊNDICE 2A - Questões semi-estruturadas utilizadas durante entrevistas com os acadêmicos | 126 |
| APÊNDICE 2B - Transcrições das entrevistas realizadas com os acadêmicos..... | 128 |

INTRODUÇÃO

Esta tese inicia seu percurso a partir das discussões estabelecidas ao final do mestrado. Durante a dissertação havia o propósito de desvelar uma possível ruptura do conceito biológico de gene. Os microcenários¹ que permearam as discussões daquele momento estavam num intervalo de alcance da Grécia Antiga² até o Projeto Genoma Humano (PGH) e o foco de observação era identificar elementos da construção conceitual do gene no processo da hereditariedade. Entretanto, ao longo da dissertação, percebeu-se que essa ruptura conceitual no gene estava atrelada a outros aspectos presentes em microcenários científicos. Isso começou a ser detectado durante as análises das entrevistas semiestruturadas que foram realizadas com professores-pesquisadores³ na dissertação.

Observou-se que os discursos de professores-pesquisadores sobre o gene sentenciavam concepções de ciência – essas abarcadas por uma gama de valores⁴ epistemológicos. Ali, ficou evidente que havia em microcenários científicos a presença marcante de um modelo epistemológico de grande apelo social – o reducionismo⁵, ditado por um determinismo genético. Diante disso, o término da

¹ Durante esta pesquisa, o termo microcenário será utilizado para se reportar a qualquer episódio específico da ciência, ou seja, de modo clivado/seccionado. Isso, porque se busca não apenas analisar a produção científica de modo amplo, mas usando-se uma lente de aumento sobre momentos pontuais. Para tanto, o próprio PGH revelar-se-á como uma dessas ilustrações de microcenários. Em relação aos aspectos defendidos nessa tese [vide enunciados (ECi) e (ECii) na sequência introdutória], acredita-se haver um movimento recursivo nas variadas produções da ciência durante seus microcenários.

² A história recontextualizada durante a dissertação de mestrado se deu por meio de recortes com base na literatura. Para tanto, não se ateve a um trabalho histórico, mas sim historiográfico pelo uso de fontes secundárias.

³ Na dissertação de mestrado, ocorreu uma reconstrução historiográfica sobre o gene e a hereditariedade. Por sua vez, houve coleta de dados entre professores-pesquisadores por meio de entrevistas semiestruturadas direcionadas às pesquisas genéticas biomoleculares. Entre as intenções estava a busca conceitual do gene entre os entrevistados bem como os valores imbuídos nesses discursos sobre ciência.

⁴ O termo valores aqui assume as noções estabelecidas por Hugh Lacey em seu livro *Valores e atividade científica*. São Paulo, Discurso Editorial, 1998. A proposta desse autor consiste na substituição da análise de abordagens relacionadas à produção científica por meio de regras por outra em que os valores desempenham o papel central. Em suas palavras, a nova abordagem “analisa a racionalidade em termos de um conjunto de valores (“valores cognitivos”), e não em termos de um conjunto de regras. E propõe que os juízos científicos corretos são feitos por meio de um diálogo entre os membros da comunidade científica acerca do nível de manifestação de tais valores por uma teoria, ou por teorias rivais, em vez de por meio da aplicação de um algoritmo ideal por cientistas individuais” (LACEY, 1998, p. 61). Entretanto, assumi-se nessa tese não apenas a noção de valores cognitivos e sua refutação sobre a noção de que a ciência seja livre de valores; mas também a presença de valores não-cognitivos, ou seja, sociais ou morais somando-se aos valores cognitivos (tais como a adequação empírica, a consistência interna, o poder explicativo, a simplicidade, e outros) dos valores não-cognitivos.

⁵ O reducionismo científico manifesta-se por meio de uma crença científicista que tende a reduzir como última validação eficaz a ciência de modo acrítico e neutro. Tal crença baseia-se em dois pilares centrais: a superioridade tanto teórica quanto prática da ciência para qualquer situação. Na biologia, o reducionismo está atrelado à concepção ontológica de que a existência das partes é anterior à existência do todo, o que permite que o todo seja explicado por meio das partes que o ‘formam’. A crítica do reducionismo está relacionada à exposição da inadequação dos métodos de seleção causal para a compreensão de uma proporção considerável dos processos biológicos e sociais (LEVINS e LEWONTIN, 1985). Para Lewontin, Rose & Kamin

dissertação trouxe a noção de que apenas a realização de pesquisas num caráter de constatação dessa frequente apropriação de valores epistemológicos no âmbito científico e leigo não bastava. Interpôs-se a ideia de detectar em quais momentos da construção histórica começa a tomar corpo um processo historiográfico de consolidação. Acredita-se que tal processo tende a ressaltar alguns aspectos [discurso epistemológico determinista] e tornar outros [noção da presença de atores sociais envolvidos] opacos até desaparecer-se totalmente. Somado a isso estava o primeiro encontro com a obra de Bruno Latour – sociólogo contemporâneo que tem trilhado pesquisas em microcenários científicos numa perspectiva sócio-construtivista. Esse contato havia se dado na elaboração das considerações finais da dissertação para apresentação final.

Munida dessas instigações e sendo uma bióloga que concluía uma pesquisa, a qual se fechava exatamente com os resultados da pesquisa do PGH, parecia que ali estava o microcenário – do ponto de vista da genética – mais interessante para se pensar em identificar os aspectos que começavam a tomar corpo interrogatório para uma pesquisa futura de doutorado. Uma leitura ainda incipiente da perspectiva latouriana somada às noções já existentes sobre o PGH permitiu trazer dois enunciados centrais (EC) para a tese que começa a se estabelecer: (ECi) *no meio de tanto êxito científico da genética molecular, no meio de uma epistemologia que se apresenta como respeitável – o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos; e, entretanto, (ECii) existe uma tendência a não se levar em consideração – sobretudo depois que um campo disciplinar se consolidou – tais aspectos que não podem ser compreendidos apenas pela epistemologia e, portanto, exigem uma abordagem pragmática para sua compreensão.*

Buscou-se em Bruno Latour a noção conceitual mais importante para essa tese: o conceito de simetria. Este conceito será caracterizado em detalhes na seção 2.1 do capítulo 2, e pontuará as análises apresentadas no capítulo 3. Entretanto, ele será indicado várias vezes antes das inserções [2.1 e 3] mencionadas e, mais do que isso, constituirá parte do enunciado que descreve o

(1985) o determinismo biológico trata-se de um caso especial de reducionismo, em que seres humanos tornam-se consequências de propriedades bioquímicas. “Os deterministas sustentam, portanto, que a natureza humana está fixada pelos nossos genes” (LEWONTIN, ROSE & KAMIN, 1985, p. 6). Autores como Keller (2002; 2005) e Lewontin (2002) afirmam existir um reducionismo científico presentes nos discursos veiculados durante o PGH. Nesse contexto, o material genético é elevado como potência máxima para a compreensão do ser humano, desencadeando o que esses autores caracterizam como determinismo genético.

problema dessa pesquisa [que em seguida será apresentado]; por isso, permite-se aqui uma breve e sumária apresentação desse conceito.

A *simetria* baseia-se na noção de que os sociólogos devem investigar qualquer crença da natureza e a sociedade do mesmo modo, considerando que tanto as crenças “corretas” ou “científicas” quanto às “incorretas” ou “não científicas” são oriundas das mesmas fontes, podendo estar sujeitas às mesmas causas e submetidas às mesmas formas de explicação sociológica. O sociólogo Bruno Latour não apenas aproveita esse conceito da sociologia construtivista de autores como David Bloor como também a amplia em seus trabalhos, de modo a estender o princípio metodológico da *simetria*. Latour (1997; 2000; 2001) propõe um princípio de simetria generalizada, em que tanto a natureza quanto a sociedade poderiam ser explicadas por meio de um quadro comum de interpretação (HERNÁNDEZ, 2003). A simetria na perspectiva de trabalho latouriana está atrelada ao fato de observar uma pesquisa em trâmite considerando com o mesmo peso de medida todos os fatores participantes, tanto de caráter interno quanto externo da produção científica.

Considerando-se o *ECi* e *ECii*, apresentados anteriormente bem como a noção de simetria exposta, essa tese tem o intuito de buscar subsídios que deem suporte para validar a defesa do *ECi* e *ECii* e compreender o porquê de sua ocorrência. Perante isso, estabelece-se como problema de pesquisa o quanto segue: *diante do acesso e da possibilidade de escolha entre uma abordagem de âmbito apenas epistemológico [aspectos internalistas] ou uma abordagem que reconheça a presença de atores sociais nas pesquisas [aspectos externalistas] de modo simétrico, quais aspectos dessas abordagens terão maior alcance entre acadêmicos?* Para tanto, busca-se compreender se a noção de simetria presente na estrutura abstrata narrativa de Latour se estabelece em um contexto acadêmico.

Esse problema de pesquisa se justifica, uma vez que essa tese se estabelece no interior de um programa voltado ao ensino de ciências. E ainda, sustenta-se, ao tratar-se do que poderia ser chamado de “próximo passo reflexivo” a surgir após os enunciados (*ECi*) e (*ECii*) defendidos anteriormente. Para tanto, essa tese busca no primeiro e segundo capítulos indícios que validem esses enunciados (*ECi*) e (*ECii*), ao passo que o terceiro capítulo tem o intento de ir à sala de aula coletar dados que deem suporte para responder ao problema de pesquisa desdobrado na recontextualização acadêmica.

Evidentemente, existem vertentes que defendem não haver necessidade de que esses aspectos sociais fiquem explícitos na historiografia – e elas podem ser sintetizadas em uma abordagem da história da ciência chamada de “abordagem internalista”. Por certo, a abordagem internalista, que em muito contribuiu para a consolidação da historiografia acadêmica da ciência, não pode ser abandonada. É impossível compreender, por exemplo, o desenvolvimento de um conceito científico sem que se compreenda a estrutura desse conceito e sua relação interna com os outros conceitos relacionados no âmbito de uma teoria científica. Assim, uma abordagem internalista permanece sempre como uma ferramenta conceitual historiográfica imprescindível para o entendimento de vários aspectos da ciência, sobretudo os aspectos epistemológicos da construção científica. Por isso, esse trabalho, nas seções (1.1) e (1.2), apresenta algo próximo de uma história internalista do PGH, sobretudo com vistas a enunciar claramente a epistemologia que forneceu sustentação para o PGH.

Entretanto, defende-se aqui a ideia de que seja significativa a presença de aspectos extraepistemológicos ou pragmáticos no que diz respeito ao PGH. Ressalte-se que essa ideia se sustenta devido à *existência*, no PGH, de um discurso que vai além do epistemológico, uma vez que enuncia expectativas que estão ao alcance da compreensão do público leigo, notadamente a expectativa da cura de doenças. Assim, na seção (1.3), apresenta-se uma descrição desse discurso dos proponentes e defensores do PGH.

O segmento teórico dessa pesquisa, apesar de adotar um discurso crítico, apenas procura descrever e analisar o discurso que permeia o PGH, sem emitir um juízo de valor acerca da produção científica. Ademais, aceita-se a cientificidade e o rigor metodológico e experimental que estão presentes na genética molecular e no PGH. Evidentemente, isso não significa que esses conhecimentos estejam livres de problemas quanto a fundamentos teóricos e mesmo aplicações; mas isso não é um problema apenas para a genética e para o PGH. Com isso, ao encerrar-se o primeiro capítulo, na seção (1.4), procura-se esclarecer ainda mais o significado da opção dessa tese por uma abordagem externalista para a continuidade da discussão levada adiante no capítulo 2.

No segundo capítulo, buscam-se indícios que validem o primeiro enunciado (EC1) que orienta essa tese. Relembrando-o na sequência – *no meio de tanto êxito científico da genética molecular, no meio de uma epistemologia que se*

apresenta como respeitável – o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos. Para isso, utiliza-se a perspectiva sócio-construtivista de Bruno Latour, na qual elementos internos e externos são simetricamente importantes e participantes em uma pesquisa (LATOURE, 2000). Além disso, a abordagem de Latour foi fundamental para oferecer um aporte que valide o segundo enunciado defendido nessa pesquisa, (ECii), aqui novamente descrito: existe uma tendência a não se levar em consideração – sobretudo depois que um campo disciplinar se consolidou – tais aspectos que não podem ser compreendidos apenas pela epistemologia e, portanto, exigem uma abordagem pragmática para sua compreensão.

No terceiro capítulo⁶, apresenta-se uma coleta de dados em uma turma de graduação em química durante uma disciplina de História e Filosofia da Ciência, com o objetivo de identificar a resistência anteriormente mencionada no (ECii). Ressalta-se que, ao se escolher o contexto de coleta de dados, elaborar o procedimento dessa coleta e identificar um suporte metodológico para a análise dos dados, optou-se por observar aulas de um professor que trabalhasse com uma perspectiva próxima ao que a pesquisa estava traçando. Para tanto, escolheu-se gravar e observar as aulas de um professor filósofo de formação que estaria ofertando uma disciplina de História e Filosofia da Ciência. Além de a disciplina ser ofertada no curso de química, área afim à pesquisa, o professor tem seus estudos voltados à perspectiva sócio-construtivista, o que parecia aumentar a possibilidade de identificar os aspectos propostos. A análise dos dados foi feita à luz da metodologia da Análise de Discurso (AD).

Para tanto, esse terceiro capítulo trouxe inicialmente uma breve apresentação sobre a AD como suporte metodológico, o campo de pesquisa e o processo de escolha do material selecionado durante as aulas para a análise. Em um segundo momento (subseção 3.1.4), acomodaram-se as análises em duas perspectivas: a subseção 3.1.4.1 voltada à identificação do nível de apropriação epistemológica e pragmática no discurso acadêmico; e a subseção 3.1.4.2

⁶ Cabe destacar que, esta estrutura da tese, e principalmente o que tange a apresentação dos dados coletados e analisados [capítulo 3] passaram por diversos momentos de reconstruções significativas até chegar nesse formato. Alguns detalhes desse caminho trilhado seguem ao final dessa pesquisa em suas considerações finais. Escrever sobre esse trâmite nas considerações surgiu como uma possibilidade de compartilhar com o leitor alguns detalhes e lapidações desse percurso rico, porém de grandes desconstruções e reconstruções que é propor uma tese que tenha uma base tríplice, pautada no ensino, epistemologia pragmática e historiografia da ciência, no caso um episódio da genética molecular (PGH).

direcionada a uma reflexão sobre os níveis de apropriações e suas possíveis relações com a formação de concepções sobre a ciência.

Essa tese traz entre suas considerações a conclusão de que quanto ao nível de apreensão epistemológico e pragmático entre os acadêmicos, percebeu-se uma insistente escolha pelo discurso epistemológico que cercou o PGH; no que tange a apreensão social, identificou-se a percepção desses elementos com frequência associados a papéis negativos ou de pouca atuação, desconsiderando-se com isso as interações sociais que ocorrem nas pesquisas científicas. Contudo, foi possível identificar um tímido movimento rumo às noções de aspectos sociais interagindo simetricamente nas pesquisas em alguns discursos. Isso confirma a importância de que haja ações mais frequentes em sala de aula voltadas a uma noção simétrica sobre a historiografia da ciência, rompendo-se a formação conceitual unilateral entre acadêmicos em formação.

Diante de tais constatações, defende-se uma abordagem externalista de caráter simétrico em sala de aula, não como um modelo unilateral, mas como uma possibilidade de abordagem tanto internalista quanto externalista sobre as produções da ciência. Isso porque tal abordagem busca apenas trazer os atores que estavam à margem de um modelo científico reducionista. Não se trata de negar o mérito das pesquisas epistemológicas, mas de se propor uma abordagem externalista simétrica à área de ciências como possibilidade metodológica para a apresentação das produções científicas no contexto educacional. Acredita-se ainda que essa perspectiva interpretativa latouriana seja uma das possibilidades de contribuição ao cumprimento da agenda contemporânea, voltada à efetiva participação social nas tomadas de decisões populares sobre conhecimentos científicos em trâmite.

1 O CENÁRIO GENÔMICO

A produção do conhecimento científico está repleta de conceitos que funcionam como estruturas centrais para seu desenvolvimento. Isso acontece nas mais variadas áreas da ciência como a gravidade newtoniana para a física, o conceito de molécula na química e o de gene na biologia. Entretanto, é um consenso nas abordagens historiográficas e sociológicas que todos esses conceitos são edificadas historicamente. E, ao se narrar a história da construção, desenvolvimento e aceitação desses conceitos, percebe-se que eles estão envoltos em dinâmicas sociais; contudo, com o passar do tempo e, sobretudo após sua consolidação, percebe-se igualmente que eles são recontextualizados⁷ no cenário acadêmico e mesmo para o público leigo.

Além disso, o que é mais importante percebe-se que ao longo dessa recontextualização é veiculada uma imagem científica que se fortalece pela propagação dos fundamentos teóricos e experimentais da ciência cuja história está sendo contada, propagação esta que funciona como validadora das produções na ciência⁸. Desse modo, aquilo anteriormente apontado – o papel do contexto social na produção científica – tende a desaparecer da história do campo científico que está sendo historiado.

Ora, esse modelo de validação científica não é diferente no campo da genética, sendo também observado a partir da inserção da biologia molecular nesse âmbito de pesquisa. Na genética, com as biotecnologias a partir da década 1970, houve a propulsão de um modelo mensurável em relação ao material genético e o alcance dessas produções entre as pessoas (JACOB, 1985, p. 144; 1998). A partir desse referencial científico, surge o PGH; e surge como uma produção de conhecimento, posteriormente alcançando as divulgações científica e midiática. Como normalmente acontecem os defensores desse inegavelmente bem sucedido

⁷ O termo recontextualizador tem nesse trabalho a perspectiva de transposição didática, porém na concepção ideológica de Basil Bernstein, de modo a considerar como última validação do conhecimento o aspecto social e não institucional, uma vez que, apesar da instituição validar grande instância do conhecimento como legitimadora, esse processo se dá pelo docente, com seus valores e perspectivas de ser social. Bernstein identifica o discurso como regulativo, de ordem social, pois apesar de acontecer na instituição caracteriza-se de fato pelo docente, portanto é um discurso legitimado pelo meio social e reconhecido como recontextualização escolar.

Indica-se a leitura de: BERNSTEIN, B. **A estruturação do discurso pedagógico**: classe, códigos e controle. Petrópolis: Vozes, 1996.

⁸ Nas palavras de Lewontin (2000, p. 13) “os métodos e instituições de ciência nem sempre são vistos acima das relações humanas habituais, mas o produto da ciência, é claro, é declarado como um tipo de verdade universal”.

campo científico atribui seu êxito à funcionalidade interna de sua prática de pesquisa; de modo sucinto: aos seus fundamentos teóricos e aos seus experimentos bem controlados. Em suma: àquilo que em filosofia da ciência costuma se denominar de suas *virtudes epistemológicas*.

Este primeiro capítulo procura, por meio de uma abordagem histórica, apresentar os elementos epistemológicos que sem dúvida alguma estão presentes na história do PGH. Para tanto, o capítulo divide-se em quatro seções: na primeira, busca-se apresentar o contexto histórico geral de surgimento do PGH. Nesse caso, serão retratados instrumentos conceituais de caráter internalista⁹, os quais funcionaram como ferramentas importantes para o desdobramento do PGH. Todavia, considerando-se essa pesquisa de caráter externalista, tais aspectos têm nessa seção o papel de situar o leitor sobre a perspectiva de trabalho nesse campo de pesquisa; na segunda seção, pretende-se retratar a imagem epistemológica que tais cientistas veiculavam a respeito desses conhecimentos; na terceira seção, mostrar-se-á que o discurso do PGH não contém apenas uma epistemologia mas também uma série de expectativas que o tornam popularmente atraente; por fim, na quarta seção, apresenta-se um extrato do que foi discutido no capítulo e aponta-se a discussão do capítulo seguinte.

1.1 SURGIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PGH: ANOTAÇÕES HISTÓRICAS

Ao longo do século XX, vários episódios contribuíram para que os cientistas envolvidos com a genética molecular buscassem compreender todo o funcionamento humano. As pesquisas direcionadas desde a década de 1950, a partir da proposição do modelo de dupla hélice proposto por James Watson e Francis Crick, direcionavam a necessidade da compreensão química e estrutural

⁹ Cabe ressaltar que essa tese não se aterá para um maior aprofundamento no que se refere ao cenário internalista devido a dois aspectos pontuais: a necessidade de focar e delimitar bem o contorno da pesquisa, propiciando uma discussão mais pontual ao caráter proposto – a ideia de que aspectos nominados pela literatura da área de externalistas participem simetricamente das pesquisas; e ainda de modo, a preservar a intenção consensualmente defendida entre os presentes na banca de qualificação em trazer uma pesquisa com um traçado objetivo, o que, por conseguinte não é possível se estabelecer com uma escrita de caráter abrangente. Todavia, ressalta-se que a perspectiva de trabalho adotada nessa tese em nenhum momento tem a ideia de refutação ou repudia por discussões que envolvam contextos apenas internalistas, uma vez que se trata de objeto de estudo já realizado por esta pesquisadora (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012). E, portanto, muito menos a intenção de desmerecer esse prisma de pesquisa. A intenção é apenas de adentrar em um novo campo de observação dessa fascinante produção de conhecimento: a ciência, trazendo para as discussões aquilo que parece ficar debaixo do tapete após as consolidações historiográficas.

como possibilidade de esquadrihar o ser humano (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012, p. 132).

Após os trabalhos de Watson e Crick, a descoberta de que, com raras exceções, o código genético seria universal, permitiu aos cientistas manipular a molécula de DNA, isolando, modificando e transferindo genes de um organismo para outro: era o início de uma nova fase, porém com a insistente característica de linearidade cumulativa da ciência que havia descoberto o gene como o responsável pelas características dos indivíduos – a manipulação gênica. Desse modo, os anos que seguiram a partir da década de 1970, na perspectiva de cientistas como Watson marcavam o início de um novo tempo para a genética molecular (WATSON e BERRY, 2005, p. 108).

Uma vez compreendida a natureza geral dos genes nos eucariontes, vários grupos de cientistas realizaram o que Watson e Berry (2005, p. 125) denominaram de “uma verdadeira corrida do ouro”, para tentar serem os primeiros a isolarem [clonarem] e caracterizarem os principais genes. Em pouco tempo, os biólogos moleculares começaram a isolar genes de células cancerosas humanas, confirmando que o câncer decorre de alterações no âmbito do DNA e não de simples acidentes não-genéticos como se imaginava. Não restam dúvidas de que se tratava de um momento importante voltado à perspectiva do fomento para mais pesquisas que começavam a despontar. Estas por sua vez, estabeleciam-se a partir de conhecimentos que se consolidavam como fatos, como o caso do modelo de dupla-hélice. Esse modelo embasado em uma perspectiva realista tem seu auge com os trabalhos a partir do advento da engenharia genética por meio da tecnologia do DNA recombinante.

Do ponto de vista conceitual e epistemológico, nesse contexto revela-se uma valorização física, real, e não mais apenas instrumental em relação ao material genético. Para El-Hani (2007), essa mudança deu-se por um processo histórico ocorrido por vários aspectos, entre eles o aumento do conhecimento genético mendeliano, os avanços na compreensão da base físico-química do material genético bem como a compreensão da relação entre genes e proteínas. Tais acontecimentos permitiram que uma “atitude instrumentalista fosse substituída por uma compreensão material do gene” (EL-HANI, 2007, p. 298).

Nessa perspectiva de estudo, destacou-se na sequência, as pesquisas realizadas pelos franceses François Jacob e Jacques Monod. Esses

pesquisadores ao final da década de 1950 forneceram evidências de um mecanismo de regulação gênica em bactérias – pesquisa essa oriunda do aprofundamento de algumas das grandes funções celulares analisadas na bactéria *Escherichia coli*.

Em 1960, Jacob com auxílio de Matt Meselson e Sydney Brenner, havia descoberto uma nova forma de RNA, o RNA mensageiro, que se revelaria o molde da síntese proteica. Em seus experimentos mostraram que o RNA mensageiro passava pelas duas subunidades ribossômicas, onde se ligava aos RNAs transportadores, cada qual com um aminoácido, de modo a possibilitar a ligação peptídica entre os vários aminoácidos que constituíam uma proteína (JACOB, 1985).

Tais pesquisas propulsionaram a parceria entre Jacob e Monod nas pesquisas sobre transcrição e regulação gênica, caracterizando o chamado modelo operon. Esses pesquisadores estabeleceram o modelo *operon* conceituando-o como conjunto interligado de elementos regulatórios e genes estruturais cuja expressão seria coordenada pelo produto de um gene regulador situado em outra parte do genoma. Introduziram uma distinção entre “genes estruturais” e “genes reguladores”. Desse modo, estabeleceu-se claramente a existência de duas categorias de genes: os genes de estrutura ou genes clássicos, os únicos conhecidos antes dessas pesquisas, e que seriam depositários de informações específicas que lhes permitem codificar proteínas, as quais um microorganismo pode fabricar, e os genes reguladores, cuja expressão comanda o funcionamento dos estruturais (GROS, 1991).

Essas produções contribuíram para a percepção de um novo grupo de genes – os genes reguladores, que funcionariam como determinantes hereditários, ao passo que, em seu estado ativo, controlariam o ritmo da transcrição de certos genes estruturais específicos, sem contribuírem com quaisquer informações estruturais para as proteínas. Possivelmente, essas produções de conhecimento foram importantes para a propulsão de avanços na década de 1970 e para novas expectativas para as pesquisas que desencadeariam o PGH.

Diante disso, a partir da década de 1970, os cientistas, munidos de tantas ferramentas, ousaram sonhos mais altos. Esse período foi para a genética biomolecular o início de um novo tempo. Nas palavras de Watson e Berry (2005), todos os ingredientes para produzir o DNA recombinante já existiam. O que parecia faltar para o desenvolvimento do DNA recombinante era apenas a junção dos três

componentes: cortar, colar e copiar. Entretanto, ao final de 1972, durante uma conferência sobre plasmídeos os pesquisadores Herbert Boyer e Stanley Cohen de Stanford – os quais que trabalham com pesquisas nessas áreas discutiram a respeito do assunto contribuindo para a produção de conhecimentos voltados ao DNA recombinante.

O pesquisador Cohen, no ano de 1971, havia idealizado um método para induzir células bacterianas da *E. coli* a importarem plasmídeos de fora da célula. A partir dessa ideia uniram pedaços de DNA, um fragmento de restrição, com o DNA de um pequeno plasmídeo cortado com a mesma enzima de restrição, em presença de ligase, e com esse material transformaram células de *E. coli*. O plasmídeo possuidor de genes de resistência a antibióticos foi absorvido por uma cepa suscetível a antibióticos. Essa cepa permaneceu resistente ao antibiótico ao longo das gerações subsequentes, pois as cópias do DNA plasmídeo foram transmitidas intactas em cada divisão celular (HAUSMANN, 1997).

Boyer e Cohen tinham a intenção de criar um plasmídeo híbrido usando um DNA de um tipo diferente de organismo – um ser humano, por exemplo. Um dos primeiros experimentos bem sucedidos envolveu a inserção de um gene da rã com garras africana em um plasmídeo da *E. coli* e o transplante desse para bactérias. Ao passo que as células das colônias de bactérias se dividiam, duplicavam o segmento inserido do DNA do anfíbio. Perante a compreensão de que trechos de DNA possuíam as mesmas propriedades químicas independente do organismo, tornou-se evidente que a intenção de clonar fragmentos de DNA plasmídico funcionaria com o DNA de qualquer espécie (GROS, 1991).

Uma das grandes contribuições da tecnologia genética para as pesquisas biológicas foi a de possibilitar a clonagem de sequências de DNA. A intenção que permeava os cientistas era de utilizar todas essas técnicas cada vez mais em organismos superiores. Essa tecnologia possibilitou que as proteínas somatostatina (hormônio e crescimento) e insulina humana fossem produzidas ao final da década de 1970, a partir das denominadas bactérias transgênicas (SUZUKI, 2000).

Posteriormente, a técnica de transformação foi transferida para seres superiores, dando origem, em 1981, aos primeiros animais transgênicos e, em 1986, a primeira planta geneticamente modificada, o tabaco, foi liberado pela Agência Norte-Americana de Proteção ao Ambiente. Tais técnicas utilizadas pela

engenharia genética, capazes de eliminar, inserir e transferir genes abriram as portas para a realização de vários experimentos como, por exemplo:

[...] bactérias e até animais capazes de produzir certas proteínas de interesse para a saúde humana (como insulina e hormônios de crescimento), camundongos e outros animais de laboratório sem determinados genes ou com genes alterados (destinados a pesquisas de vários tipos) e, uma ampla variedade de plantas com características especiais como resistência ao ataque de pragas e doenças, tolerância a diversos estresses ambientais (seca, frio, salinidade, etc), maiores teores de aminoácidos essenciais na coloração, no sabor ou em aspectos físicos e químicos dos alimentos (VIEIRA, 2004, p. 30-31).

Nos anos seguintes, a tecnologia do DNA recombinante com sua capacidade de manipular e rearranjar trechos de DNA se tornou o foco de um sistema tecnológico em circulação. Nas palavras de Jacob (1998, p. 92), com a engenharia genética, um novo período de otimismo se abriu. “A possibilidade de estudar em detalhes as moléculas e, em particular, os genes de todos os organismos transformou totalmente nossa representação do mundo vivo, substituindo a que a biologia molecular havia construído até os anos 70.”

Esses acontecimentos contribuíram para a expansão na economia de um setor voltado a biotecnologia. Para tanto, ao final da década de 1970, o DNA deixou de ser interesse apenas “exclusivo de biólogos que tentavam compreender a estrutura molecular da vida. A molécula deixou as clausuras acadêmicas habitadas por cientistas de avental branco e passou a habitar um mundo muito diferente, povoado por gente de gravata de seda e terno de grife” (WATSON e BERRY, 2005, p. 126).

Com o desenvolvimento das tecnologias da engenharia genética, houve também uma mudança da mentalidade acadêmica para a comercial. Até esse momento, apesar da consciência de que o DNA recombinante tinha grande potencial comercial, não havia sido discutido seu patenteamento. Contudo, seria uma questão de tempo para que até os organismos modificados geneticamente pela referida tecnologia fossem motivos de patenteamento.

Nas décadas finais do século XX, a expansão dos desdobramentos do conhecimento genético por meio da possibilidade de manipular e rearranjar trechos de DNA propiciou um cenário que revelava interesse na abordagem científica e no interesse pela produção de medicamentos. Nessa atmosfera social e científica, em meados da década de 1980, cientistas iniciam discussões sobre o

desenvolvimento desse projeto com o objetivo de mapear o genoma humano e identificar todos os nucleotídeos. Constituíam-se em cena científica o denominado PGH e se iniciava um esforço de alcance mundial para decifrar o genoma humano (LEITE, 2007, p. 10).

Na metade da década de 80, um grupo de cientistas começou a formular um plano para reunir a sequência completa de todos os 3 bilhões de letras do DNA humano. Walter Gilbert, da Universidade de Harvard, que partilhou o prêmio Nobel pelo sequenciamento do DNA, saudou o desafio como nada menos do que a busca do Santo Graal da biologia. Depois de anos de discussão sobre o custo e a sensatez de produzir sistematicamente a sequência, o Projeto Genoma Humano enfim se pôs em andamento em 1990, com uma data de término programada para 2005 (DAVIES, 2001, p. 21).

Por volta de 1986, as discussões em torno do PGH começam a ganhar ímpeto (WATSON; BERRY, 2005, p. 185), de modo que em março desse ano Renato Dulbecco defendeu o lançamento do projeto de sequenciamento genético com a finalidade de compreender as mudanças genéticas que causavam o câncer (DAVIES, 2001, p. 25). Davies (2001, p. 26) argumenta que essa menção de Dulbecco, por meio de um artigo da revista *Science* foi o pronunciamento mais poderoso na criação de uma enorme onda de apoio em relação ao projeto.

Dois meses depois do pedido de Dulbecco para um projeto genoma, vários cientistas se reuniram no Laboratório de Cold Spring Harbor em Long Island, Nova York, para um encontro intitulado “A biologia molecular do Homo Sapiens”, organizado pelo diretor do laboratório, James Watson. Nesse momento, havia boatos de que o Departamento de Energia estava pensando em realizar um programa para sequenciar o genoma humano.

De acordo com Davies (2001, p. 33), durante o ano de 1987, o Comitê Nacional de Pesquisa, presidido por Bruce Alberts, deliberou sobre a sensatez do Projeto Genoma Humano. O relatório final defendeu a perspectiva de um programa internacional liderado pelos Estados Unidos para sequenciar o DNA humano, traçando as diretrizes de como o projeto deveria ser organizado. Com o custo do sequenciamento do DNA ainda alto, o painel recomendou adiar o sequenciamento do DNA até que uma tecnologia aperfeiçoada diminuísse o seu custo – provavelmente em cinco anos. Em vez disso, os primeiros esforços deveriam focalizar o mapeamento do genoma humano e caracterizar os genomas de outros organismos, como o camundongo, a mosca das frutas, entre outros organismos. O

único item sobre o qual se recusou a emitir opinião foi se o Projeto Genoma deveria ser administrado pelo Departamento de Energia ou pelo *National Institutes of Health* (NIH).

Nesse cenário, o Departamento de Energia estava levando adiante a sua própria iniciativa do genoma, disponibilizando uma verba de U\$ 12 milhões para um programa próprio. Após a iniciativa do *National Institutes of Health* (NIH) estadunidense, centenas de laboratórios de todo o mundo se uniram à tarefa de sequenciar, um a um, os genes que codificam as proteínas do corpo humano e também aquelas sequências de DNA que não seriam genes (WATSON e BERRY, 2005, p. 185-187).

Todavia, em maio de 1988, o diretor do NIH, James Wyngaarden ofereceu a James Watson a posição de diretor associado na pesquisa do genoma humano (DAVIES, 2001, p. 51). Um ano depois a unidade de Watson recebeu o seu novo status de Centro Nacional para a Pesquisa do Genoma Humano e um orçamento de 60 milhões de dólares para o ano fiscal de 1990, que era aproximadamente o dobro do orçamento o componente no Departamento de Energia.

Em 1990, o projeto foi fundado oficialmente, com um financiamento de 3 milhões de dólares do Departamento de Energia dos Estados Unidos e dos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos, e tinha um prazo previsto de 15 anos. Após a iniciativa do *National Institutes of Health* (NIH) estadunidense, centenas de laboratórios de todo o mundo se uniram à tarefa de sequenciar, um a um, os genes que codificam as proteínas do corpo humano e também aquelas sequências de DNA que não seriam genes. Laboratórios de países em desenvolvimento também participaram do empreendimento com o objetivo de formar mão-de-obra qualificada na área genômica (INTERNATIONAL, 2001, p. 860).

Contudo, o percurso desses 15 anos foi sinuoso e difícil, o próprio custo do programa continuava a ser uma questão sensível. Embora a “estatura” sem paralelo de Watson e a promessa de descobertas médicas pioneiras, que seriam inevitavelmente os produtos secundários do Projeto Genoma, ajudassem a angariar apoios para o programa, muitos cientistas ainda nutriam sérias reservas. Outros cientistas estavam genuinamente preocupados com o potencial, mau emprego das informações genéticas como, por exemplo, Salvador Luria, o antigo orientador de doutorado de Watson (DAVIES, 2001, p. 52).

Apesar das dificuldades encontradas para o desenvolvimento do PGH, houve avanços consideráveis devido a maciços investimentos em tecnologias da área. No início do projeto, os meios técnicos permitiam apenas identificar mil bases por dia, ao passo que, na época da conclusão do sequenciamento, após 15 anos, o PGH possuía capacidade de processar tal quantidade em um segundo, apesar de o princípio de discriminação das bases nitrogenadas serem os mesmos (WATSON e BERRY, 2005, p.184-185).

O PGH foi projetado para ser um trabalho mundial, com o equivalente a dois terços da tarefa sendo desenvolvidos pela universidade e grupos governamentais nos Estados Unidos e o restante pelo Reino Unido, França, Alemanha e Japão. Entretanto, as características que tornaram Watson um dos favoritos no meio político contribuíram para a ameaça de um estresse internacional quando ele repreendeu um renomado cientista japonês pelo investimento mesquinho de seu país no programa nacional do genoma.

Em 1992, envolveu-se em discussões públicas a respeito de várias questões com a nova diretora do NIH Bernardine Healy (DAVIES, 2001, p.53-55). Contudo, ao descrever esse episódio Watson e Berry (2005) apontam a questão das patentes como um dos aspectos preponderantes para a saída de Watson da direção do PGH.

James Watson manifestou-se contrário aos primeiros pedidos de patenteamentos genômicos que foram surgindo durante o PGH. Entre as considerações por ele manifestadas sobre um processo de precipitação quanto ao requerimento de patentes de Craig Venter¹⁰ fazia todo o sentido.

Em 1991, Venter descreveu um método revolucionário de identificar milhares de genes expressos em diferentes tecidos do corpo. De modo que, com o auxílio de uma das primeiras máquinas de sequenciamento do DNA disponíveis no comércio, Venter encontrou um modo de reproduzir “resmas de dados da sequência do DNA em centenas de genes simultaneamente, quando outros laboratórios estudavam apenas um gene de cada vez” (DAVIES, 2001, p. 16).

¹⁰ Venter era pesquisador do NIH, o qual já havia se candidatado para desenvolver uma máquina-piloto automatizada em tecnologias de sequenciamento. Todavia, Lee Hood, o qual foi o primeiro a desenvolver a tecnologia foi escolhido em seu lugar. Para Watson e Berry (2005, p. 191-196) tal rejeição logo no início do projeto teria sido um dos vários motivos para sua o desenvolvimento de trabalhos privados e requerimentos de patentes por Venter posteriormente.

Cabe salientar que, um aspecto importante para esse trabalho de Venter foi a possibilidade de sequenciamento em larga escala, a qual Watson e Berry (2005) afirmam que ele havia conhecido em uma visita ao laboratório Medical Research Council no qual Sydney Brenner trabalhava na Grã-Bretanha. Watson menciona que em visita ao laboratório de Brenner, Craig Venter ficou impressionado com a estratégia de usar CDNA¹¹ (DNA complementar), utilizando essa estratégia em seu laboratório de modo a produzir uma profusão de novos genes (WATSON e BERRY, 2005, p. 199).

A proposta de patentes de Venter foi um dos estopins para a saída de Watson. Contudo, enquanto a diretora do NIH Healy pensava em recrutar Francis Collins, um dos membros mais respeitados dos novos cientistas relacionados a pesquisas com o DNA, para ser o sucessor de Watson, “o cientista do NIH que tinha inadvertidamente contribuído para a demissão de Watson estava considerando uma extravagante oferta para sair do instituto” (DAVIES, 2001, p. 55).

Em 1992, Craig Venter, pesquisador e inventor que obteve acesso aos conhecimentos produzidos pela escala pública, recebe apoio e capital da empresa de suprimentos e equipamentos Perkin Elmer, com quem posteriormente formou a *joint-venture Celera Genomics* (LEITE, 2007). Enquanto Venter prosseguia suas ideias com auxílio da pesquisa privada, James Watson deixou a direção do PGH na esfera pública sendo substituído por Francis Collins. O ano que segue, Francis Collins confirma sua nomeação como segundo diretor do Centro Nacional para a Pesquisa do Genoma Humano.

De acordo com Davies (2001, p. 109) Collins havia realizado vários trabalhos importantes sobre mutações gênicas e estava naquela época em sua busca por identificar famílias com câncer de mama. Collins, como outros grupos, procurava isolar o gene BRAC 1. Watson e Berry (2005, p. 339) afirmaram que “isolar o BRAC 1 seria, sem sombra de dúvidas, um grande acontecimento”. Essas expectativas de Collins e outros grupos pautaram-se em trabalhos anteriores de Mary-Claire King que em 1990 anunciou a descoberta no cromossomo 17 de trechos associados ao câncer de mama em um subgrupo de 23 famílias, perfazendo um total de 146 casos de câncer de mama no período de três gerações (NAROD; FOULKES, 1994, p. 663-674).

¹¹ Usando a transcriptase reversa pode-se criar cópias de DNA conhecidas como DNA complementar ou CDNA de diversos genes de modo a agilizar o sequenciamento gênico (WATSON e BERRY, 2005, p. 198).

Tais trabalhos aconteciam como ramificações de pesquisas concomitantes ao desencadeamento do PGH contribuindo para as pesquisas desdobradas com o projeto genoma. Entre os desdobramentos e heranças das pesquisas genômicas desencadeadas durante o PGH estão os testes genéticos e toda sorte de adereços de patentes desdobrados após os sequenciamentos de genes relacionados a doenças como o câncer de mama direcionado pelas mutações dos genes BRCA 1 e 2 – genes responsáveis por mais de 70% de predisposição para um tipo de câncer de mama severo.

No que tange ao cargo assumido por Francis Collins, ao assumir a frente pública desse consórcio sabia que duas coisas eram importantes para ter alguma esperança de sequenciar o genoma humano até a suposta data intitulada como alvo de 2005: a construção de um mapa físico completo para cada cromossomo e o aperfeiçoamento na velocidade e eficiência do sequenciamento do DNA (DAVIES, 2001, p. 135).

O ano de 1998 foi decisivo para uma guinada nos trabalhos desenvolvidos no âmbito genômico. Nesse período, o fabricante de máquinas automatizadas de sequenciamento da empresa Applied Biosystems convidou Venter para testar o mais novo modelo da empresa, a PRISM 3700. Na sequência, sugeriu-lhe que fundasse uma nova firma, financiada pela empresa mãe da ABI a PerkinElmer para sequenciar o genoma humano.

A notícia foi divulgada pouco antes dos líderes do PGH público [termo usado como opositores ao privado por Watson] reunirem-se no laboratório Cold Spring Harbor. Watson e Berry (2005) afirmam que naquele momento o consórcio público já havia gasto algo em torno de U\$ 1,9 bilhão e agora, da maneira como o *New York Times* deturpara a questão, talvez não tivesse nada a mostrar exceto a sequência do genoma do camundongo, enquanto Venter levava para casa o santo Graal, o genoma humano.

Em 11 de maio de 1998, Venter e seus colaboradores bem como Collins e o diretor do órgão de Pesquisa Biológica e Ambiental do Departamento de Energia, apareceram juntos em uma entrevista coletiva para a imprensa em Washington, apresentando como objetivo da coletiva uma discussão sobre o novo empreendimento e o impacto que teria sobre o PGH público. Como resultado retórico dessa discussão, os líderes do NIH revelaram um apoio polido ao novo

empreendimento reconhecendo, entretanto, que a nova empresa apressaria o andamento do projeto (DAVIES, 2001).

No final de 1999, como um último esforço para explorar a possibilidade de colaboração entre o âmbito público e privado na derivação final do sequenciamento genômico, Collins liderou uma delegação de cientistas do programa público em um encontro com Venter e conselheiros graduados.

Apesar da conturbada atmosfera, o rascunho grosseiro estava a caminho de ser divulgado. Nas palavras de Davies (2001), houve um pronunciamento em 14 de março de 2000 pelo presidente Bill Clinton e o primeiro ministro Tony Blair com uma extensão de duzentas palavras, em que o final da declaração continha o quanto segue:

Para concretizar a plena promessa dessa pesquisa, os dados brutos fundamentais do genoma humano, inclusive a sequência do DNA humano e suas variações, devem ser colocados gratuitamente à disposição de cientistas de toda a parte do mundo. O livre acesso a essas informações vai promover descobertas que vão reduzir a carga de doenças, melhorar a saúde em todo o mundo e elevar a qualidade de vida para toda a humanidade (DAVIES, 2001, p. 312).

As afirmações políticas não mencionaram publicamente nenhum nome, porém, estava visível que havia um discurso implícito dirigido a *Celera* e outras empresas que solicitavam patentes. Contudo, de acordo com Davies (2001, p. 312-313), Clinton e Blair paradoxalmente também reiteraram que era legítimo o direito das indústrias ao patenteamento das descobertas oriundas da pesquisa genômica.

Em 26 de junho de 2000, na casa Branca Bill Clinton, anunciou a conclusão da primeira versão do PGH, no mesmo momento em que Tony Blair anunciava em Downing Street. Devido ao empenho das esferas envolvidas nessa produção científica, associada aos avanços no campo da bioinformática e das tecnologias de informação, um primeiro esboço do genoma foi anunciado dois anos antes do previsto.

Em fevereiro de 2001, as edições dos periódicos da *Nature* e da *Science* trouxeram o PGH como leituras de destaque em seus exemplares. E, em 14 de abril de 2003, um comunicado de imprensa conjunto anunciou que o projeto havia sido concluído com sucesso, com o sequenciamento de 99% do genoma humano, com uma precisão de 99,99%. Os trabalhos do projeto foram dados como

concluídos em 2003, “[...] coincidindo com o quinquagésimo aniversário da publicação da descoberta da dupla-hélice” (WATSON; BERRY, 2005, p. 213).

O PGH revelou-se como um dos projetos contemporâneos de maior destaque e desdobramento para pesquisas biomédicas. Para autores como Leite (2007, p. 36), os resultados foram sendo despontados de modo gradual e não estanque com a conclusão oficial do projeto.

Os resultados em relação ao mapeamento foram acontecendo, alcançando os dias atuais com o cenário pós-genômico. Entretanto, quanto aos resultados obtidos com o projeto surgem dados considerados inesperados ao previsto, como um número de genes diferentes das projeções iniciais baseadas em sequenciamentos realizados com seres procariontes como a *Escherichia coli* (KELLER, 2002). Ora, quando o PGH chegava ao fim, de acordo com a edição especial Scientific American Brasil – edição especial nº 16, “os biólogos moleculares faziam apostas para adivinhar o número de genes que seria encontrado no genoma humano quando o sequenciamento dos nucleotídeos de DNA fosse concluído”. Gil Ast, professor do departamento de genética humana e medicina molecular da Universidade de Tel Aviv e autor dessa matéria, mencionou que:

as estimativas da época chegavam a até 153 mil. Afinal de contas, diziam muitos, os seres humanos produzem cerca de 90 mil tipos diferentes de proteína, portanto deveríamos ter pelo menos esse mesmo número de genes para codificá-las. E levando, em conta nossa complexidade, teríamos de possuir variedade genética maior do que a do verme de mil células *Caenorhabditis elegans* ou do que a do milho, com 40 mil genes. Quando o primeiro rascunho da sequência humana foi publicado, em meados daquele ano, afinal, houve quem ficasse chocado com o cálculo da equipe, que previa a existência de 30 mil a 35 mil genes que codificavam proteínas. [...]. Nos anos seguintes, o mapa do genoma humano foi concluído e a estimativa do número de genes foi revisada ainda mais para baixo – menos de 25 mil (Scientific American Brasil – edição especial nº 16, p. 28).

Entre os resultados do PGH, surgem informações como a de que o genoma humano não seria constituído por um número tão grande de genes, assim como era imaginado no início da pesquisa, representando não mais que 30.000 genes, número esse ao menos quatro vezes inferior ao esperado e comparado a outros seres. Além de outro ponto importante: apenas cerca de 2% do genoma humano seriam codificados em proteínas (WATSON e BERRY, 2005).

Tais indícios geraram discussões e até novas perspectivas de trabalho do ponto de vista epistemológico da pesquisa. Autores como Lewontin

(2002) e Keller (2002) apresentam discussões sobre esses aspectos epistemológicos. Algumas discussões sobre a epistemologia desse megaprojeto, e logo, sobre os resultados e expectativas trilhados – os quais não foram discutidos nessa seção – fazem parte das próximas seções deste capítulo (1.2) e (1.3).

Encerrando-se essa seção vale salientar que – do ponto de vista de produção de conhecimento científico – não restam dúvidas de que o PGH mostrou-se como um dos maiores projetos da genética na atualidade. Aqui se aponta apenas um breve relato, porém sem a pretensão de menosprezar os resultados que o projeto alcançou e muito menos reduzir as perspectivas de discussões viáveis e pertinentes do ponto de vista epistemológico sobre os resultados do PGH. Soma-se ainda a tais destaques, salientar a existência de vários microepisódios que deram o tom da pesquisa.

Esse breve relato aqui descrito mostra-se apenas como uma apresentação panorâmica do projeto, de modo a delimitar ao leitor os contornos gerais do cenário genômico direcionado pelo PGH. Destaca-se que o PGH foi aos poucos instituído devido à influência de um cenário ditado por trabalhos anteriores, direcionados a partir da segunda metade do século XX, que também merecem atenção histórica.

Dando continuidade a perspectiva de trabalho dessa pesquisa, na sequência inicia-se um olhar aos aspectos epistemológicos do PGH.

1.2 A EPISTEMOLOGIA DO PGH: O DETERMINISMO GENÉTICO COMO FIO CONDUTOR

Não restam dúvidas de que, como ocorre em todas as ciências maduras e bem sucedidas, existe um discurso epistemológico que dita o projeto do PGH tanto na mentalidade dos cientistas quanto na sua reprodução via mídia e até expressa nas relações políticas e econômicas. Esta seção se dedica a desdobrar o viés epistemológico que funcionou como fio condutor para a veiculação das expectativas articuladas pelos cientistas e recontextualizadas via divulgação midiática.

Um bom ponto de partida para a compreensão da epistemologia do PGH pode ser obtido quando se tem claro o modelo epistemológico edificado a partir da biologia moderna:

A biologia moderna é caracterizada por inúmeros preconceitos ideológicos que moldam a forma de suas explanações e a maneira com que suas pesquisas são realizadas. Um desses grandes preconceitos está relacionado com a natureza das causas. Geralmente, olha-se para a *causa* de um efeito, ou mesmo se há um número de causas admitidas, supõe-se que há uma causa principal, enquanto as demais são apenas subsidiárias. E de qualquer modo, essas causas são separadas umas das outras, estudadas independentemente, e manipuladas e influenciadas de maneira independente. Além do mais, essas causas são geralmente vistas em termos de indivíduo, de gene ou de órgão defeituoso, ou em termo de um ser humano que é o foco das causas ideológicas internas e externas de uma natureza autônoma (LEWONTIN, 2000, p. 47).

A citação Richard Lewontin anteriormente mencionada ilustra o modo como um conhecimento se estabelece epistemologicamente na biologia a partir da modernidade. O autor sugere como um dos pilares da produção do conhecimento uma relação entre causa e efeitos. Essa noção de causa é nitidamente observada nas divulgações das expectativas do genoma.

O conhecimento do genoma permitirá localizar um número crescente de sequências de DNA nas quais certas mudanças estarão associadas a um risco aumentado de estados patológicos como o diabetes, depressão, câncer, problemas cardiovascular, etc. Em certos casos, o estado patológico dependerá da combinação de várias modificações genéticas. Em outros, serão somados fatores do ambiente (JACOB, 1998, p. 107).

No PGH, qual a causa principal responsável por desvendar toda a sorte de efeitos? O genoma humano. Para Evellyn Fox Keller (2002), a estrutura do PGH esteve pautada na crença de que, ao descobrir a base molecular da informação genética, seria possível encontrar o segredo da vida; “estávamos confiantes de que se pudéssemos apenas codificar a sequência de nucleotídeos do DNA, poderíamos compreender o programa que torna o organismo o que ele é” (KELLER, 2002, p. 19).

Esse modo de interpretar o mundo é intitulado por Lewontin (2002) de uma visão reducionista, que tende a reduzir tudo à noção de causas, podendo subdividi-las ainda em partes. Para o autor, essa visão de mundo reducionista faz com que a investigação ocorra em duas etapas. “De início, há um processo analítico de natureza descendente que divide o todo em partes constituintes, ao qual se segue uma etapa de síntese, em que são descobertas as conexões causais entre as partes. [...]. O Projeto Genoma Humano [...] tem exatamente essa forma.” (LEWONTIN, 2002, p. 84). De acordo com Lewontin (2002), esse método de pesquisa funciona à medida que a definição do todo seja clara e exista uma

anatomia óbvia do sistema. Com isso, ao longo do PGH se estabelece uma noção causal de conhecimento entre genoma e compreensão do ser humano, ignorando-se um abismo existente entre “informação genética e significado biológico” (KELLER, 2002, p. 19)¹².

Esse modelo pautado em um reducionismo científico (LEWONTIN, 2002, p. 77) se apresenta aos leigos por um modelo de ciência neutra e por uma imparcialidade científica¹³, que na perspectiva do genoma, desdobra-se em uma forte noção epistemológica: o determinismo genético. El-hani (1995) assim define o determinismo genético como:

[...] a explicação de propriedades fenotípicas por meio de uma redução a causas genéticas, ainda que apenas parcialmente. [...]. O determinismo genético pode ser também definido como a redução dos processos de desenvolvimento a um simples desdobramento de um programa genético, de forma que as propriedades dos organismos podem ser vistas como preestabelecidas pela informação genética. Interpretações deterministas da relação entre os genes e as propriedades orgânicas têm sido especialmente prevalentes nos meios de comunicação de massa e são ainda persistentes na literatura científica (EL-HANI, 1995, p. 16).

Para Lewontin, Rose & Kamin (1985) o determinismo biológico trata-se de um caso especial de reducionismo, em que:

[...] as vidas humanas são consequências inevitáveis das propriedades bioquímicas das células que compõem o indivíduo; e essas características, por seu turno, são determinadas de modo único pelos constituintes dos genes presentes em cada indivíduo. Os deterministas sustentam, portanto, que a natureza humana está fixada pelos nossos genes (LEWONTIN, ROSE & KAMIN, 1985, p. 6).

Lewontin (2000, p. 57) aponta como próximo problema central do projeto de sequenciamento, “a alegação de que ao conhecermos também a configuração molecular de nossos genes, saberemos de tudo que é útil sobre nós”; ou seja, trata-se da noção de que tudo funciona e tende a dar certo perante à crença de que o material genético seja portador da herança e pré-disposição, e também da

¹² Enquanto resultados parciais do projeto eram divulgados, cientistas diziam: “seres humanos são muito mais do que simplesmente o produto de um genoma, mas em certo sentido nós somos, tanto coletiva quanto individualmente, definidos no quadro do genoma” (DENNIS *et al*, 2001, p. 813). O que pode ser identificado nos discursos é uma tentativa conturbada de considerar que apenas o soletramento não era o suficiente, porém sem perder de vista o fio principal da epistemologia do projeto, ou seja, um determinismo genético. Contudo, autores como Leite (2007), acreditam que esses discursos emanam um possível reducionismo envergonhado e um modelo determinista aos poucos mitigado.

¹³ Indica-se a leitura de: LACEY, H. **Valores e atividade científica**. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.

ideia de um DNA dinâmico, que faz coisas com a célula, desconsiderando outros aspectos desse complexo programa (BURBANO, 2006, p.854).

Para Lewontin (2000, p. 18), nesse contexto tem-se o gene como fator determinante do indivíduo e o indivíduo por sua vez, fator determinante da sociedade. Essa visão propõe isoladamente que o gene alterado seja a causa direta de problemas como o câncer, por exemplo. Contudo, desconsidera-se ou desvaloriza-se o fato de que essa alteração gênica possa ter ocorrido mediante à exposição de agentes poluidores produzidos por processos industriais, entre outros aspectos. O que se percebe é a insistência de um modelo pautado na noção de causa e efeito “que caracteriza a biologia moderna, uma noção que funde agentes com causas” é o que tem direcionado epistemologicamente o rumo para o alcance das soluções dos problemas da humanidade.

Esse determinismo se revelou presente nas expectativas mencionadas e validadas nas divulgações midiáticas, as quais por sua vez, fomentaram uma crença salvacionista em relação ao mapeamento genético como alternativa única e direta para a compreensão do ser humano. Isso alcançou o público leigo pela consequência dessa noção direta, a qual seria a cura de doenças perante ao conhecimento do genoma humano. No que se refere ao PGH, essa visão salvacionista manifestou-se por meio da expectativa na cura de doenças e a possibilidade de escolher características genéticas para a posteridade. Contudo, tais expectativas são fomentadas pela crença de que o material genético seja responsável direto pela expressão gênica, desconsiderando-se a presença de fatores externos que possam interagir e direcionar novas expressões fenotípicas.

Keller (2002, p. 17) sinaliza que ao longo do projeto vários cientistas foram mudando seu modo de pensar, porém afirma que, no início, “muitos biólogos falavam como se o sequenciamento pudesse, por si só, prover tudo o que era necessário para compreender a função biológica”. Entretanto, apesar do deslocamentos de concepções sobre os conhecimentos genéticos, até a publicação dos resultados do PGH apareceram fortes indícios da crença de que o DNA fosse portador e previsor de todos os aspectos fenotípicos possíveis, revelando a persistência de um determinismo genético.

Viu-se aqui a epistemologia que dá suporte ao PGH: a noção determinista assentada no clássico princípio da causalidade. Ora, já havia sido apresentado o conhecimento científico que serviu de base para o PGH. E assim, de

um ponto de vista de uma história internalista, o trabalho estaria encerrado com a descrição dos dois elementos mais fortes em termos de criação de uma imagem de ciência: conhecimento científico e sua sustentação conceitual do ponto de vista epistemológico. Entretanto, como a seção seguinte irá revelar, por alguma razão [desdobrada no capítulo 2 dessa tese], os geneticistas não se detiveram discursivamente na apresentação de seu conhecimento científico e de sua epistemologia; em vez disso, avançaram na defesa do PGH a partir de declarações emitidas não mais apenas para o cientista [como seria se limitasse a falar de conhecimento científico] ou para o filósofo [como seria se acrescentasse à fala sobre o conhecimento científico, um discurso sobre a estruturação epistemológica de sua ciência], mas também para o público leigo. Insisti-se que é exatamente por isso que se torna virtualmente impossível, nesse contexto, utilizar-se aqui os recursos da metodologia internalista para uma análise do PGH. Isso somente seria possível se os geneticistas tivessem se limitado a declarações científicas ou epistemológicas. Mas, observar-se-á na próxima seção que eles não procederam desse modo.

Antes de encerrar a seção, porém, faz-se necessário um pequeno esclarecimento. Essa seção tratou de apontar a epistemologia que sustenta o PGH. Entretanto sua realização estabeleceu-se de modo crítico, o que talvez possa sugerir ao leitor que o objetivo seria o de desqualificar filosoficamente o PGH. Por isso, seguem duas observações: i) o objetivo, mesmo com o emprego de uma metodologia crítica, foi apenas o de apontar a *existência* de uma epistemologia para o PGH; ii) disputas epistemológicas a respeito dos fundamentos de uma ciência são bastante comuns e a existência dessas disputas, com revela a história, não é um sinal de fraqueza da ciência que está sendo avaliada epistemologicamente.

1.3 AS EXPECTATIVAS QUE DIRECIONARAM O PGH NO CENÁRIO CIENTÍFICO E SEU ALCANCE POPULAR

O PGH tem entre suas características marcantes o fato de alicerçar-se na inserção e aceitação da biotecnologia na medicina, na reprodução humana e na agricultura. Por isso, seu alcance é imenso, uma vez que apresenta ao imaginário das pessoas a possibilidade de se apropriar do resultado de uma tecnologia relacionada à vida por meio de uma propagação industrial. Ora, nas palavras de Leite (2007) “[...] nunca um empreendimento tecnocientífico dedicado à vida havia

comandado tanta atenção e energia na esfera pública, prerrogativa até então de outras engenharias – as quais produziram bombas e usinas atômicas ou foguetes para alcançar a Lua” (LEITE, 2007, p. 10)¹⁴.

No âmbito científico, entre as expectativas veiculadas em relação ao PGH, estava o sequenciamento do genoma completo de um organismo com a finalidade de compreender as mudanças genéticas que causam o câncer. Essas intenções foram apresentadas na sétima edição da revista *Science* em março de 1986 pelo presidente do Instituto Salk, o italiano Renato Dulbecco, como justificativa para o lançamento do projeto. Entre os comentários finais de Dulbecco estavam à afirmação de que tal projeto teria sua importância, pois:

[...] seria comparável à do esforço que levou à conquista do espaço, e o projeto deveria ser realizado com o mesmo espírito. Ainda mais atraente seria torná-lo um empreendimento internacional, porque a sequência do DNA humano é a realidade da nossa espécie, e tudo o que acontece no mundo depende dessa sequência (DULBECCO, 1986, p. 1055).

Davies (2001, p. 25) relata que nessa edição da *Science*, anteriormente mencionada, Dulbecco “defendeu o lançamento de um imenso projeto de biologia para sequenciar o genoma completo de um organismo com a finalidade de compreender as mudanças genéticas causadas pelo câncer”.

O PGH revelou-se um mega projeto, ao qual coube dispêndio enorme de recursos financeiros, o envolvimento de vários países e grupos de pesquisas, e ainda uma enorme divulgação midiática. Para tanto, houve muitas expectativas sobre o projeto, de modo que pessoas um tanto quanto distantes do episódio sentiram-se impactadas pela pesquisa. Esse cenário ressalta a noção de que havia muitas promessas para um projeto agregar tantos fatores contribuindo para sua realização (ZATZ, 2000, p.47). Ora, o que os cientistas entreviam com o desenvolvimento do PGH? Quais eram as promessas desse projeto¹⁵?

¹⁴ Essa leitura de Leite sobre esse cenário merece atenção, pois após os primeiros sinais e conjecturas sobre o PGH, parece que houve literalmente uma corrida para mapear o genoma. Ora, retomando as palavras de Leite (2007) sobre a corrida especial, vale lembrar que, na década de 1950, pautados nos conhecimentos da física, houve uma corrida entre Estados Unidos e Rússia para o lançamento do primeiro satélite espacial. Todavia, com relação ao PGH, a corrida envolveu o mundo todo, tanto do ponto de vista da esfera científica, quanto dos aspectos sociais e possíveis poderes econômicos de alcance que esse conhecimento teria capacidade de proliferar como patentes e produção de medicamentos e terapias laboratoriais.

¹⁵ Entre os cientistas, havia expectativas de realizar por meio do PGH o mapeamento gênico e assim entender todo o metabolismo gênico, estabelecendo 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). Ressalta-se também que os comentários de Dulbecco contribuíram para que o conceito do Projeto Genoma Humano fosse lançado na comunidade científica dominante. Contudo, ele não havia sido o primeiro a ter essa

O projeto oficializado na década de 1990 apresentou 15 anos de prazo para desenvolver nada menos do que todo o mapeamento e sequenciamento do genoma humano. Para tanto, apresentou como meta “ler e registrar toda a sequência de 3 bilhões de letras no DNA de um ser humano” (DYSON, 2001, p. 47). Entretanto, essa meta estava imersa num rol imenso de expectativas a serem desdobradas a partir desse sequenciamento, tais como: cura de doenças e as mais variadas formas de intervenção.

Ora, uma pesquisa desse porte despertou interesse não apenas dos EUA mas também dos centros de pesquisas de vários países desenvolvidos como a França, a Inglaterra e o Japão. Desse modo, em 1988, foi criada uma organização internacional denominada Human Genome Organization (HUGO) com a finalidade de coordenar os esforços da pesquisa genômica, estruturar os conhecimentos adquiridos nos vários centros em um banco de dados centralizado nos Estados Unidos para disseminar as aplicações e implicações éticas, sociais e legais decorrentes desses estudos (GOLDIM; MATTE, 2000, p. 01-02).

Ao longo da trajetória desse projeto houve várias publicações de alcance midiático. Na página do *The National Health Museum*, foram publicados informes populares desenvolvidos por *Biological Sciences Curriculum Study – BSCS* em colaboração com a *Associação Médica Americana*, no âmbito do *Departamento de Energia* dos Estados Unidos sobre possíveis expectativas que se poderia ter em relação ao desenvolvimento do PGH, um deles intitulado *What Can We Expect from the Human Genome Project*.

Entre as promessas presentes nesse trabalho estava o fato de que as informações do genoma poderiam indicar a probabilidade futura de algumas doenças.

idéia. Charles DeLisi, diretor do órgão de Pesquisa Ambiental e Saúde no Departamento de Energia, estava explorando a possibilidade de um projeto desse tipo. O Departamento de Energia tinha interesse em investigar os *hibakashu*, os sobreviventes japoneses das bombas atômicas lançadas no final da Segunda Guerra Mundial, em busca de possíveis taxas aumentadas de defeitos congênitos e frequência de mutação. Dessa forma, vale ressaltar que, alguns dias antes da publicação do comentário de Dulbecco, DeLisi havia recepcionado uma revisão acadêmica em Santa Fé para discutir a ideia de sequenciar o genoma humano e sua viabilidade; porém afirmava que isso só deveria ser feito depois de montado um mapa físico do genoma (DAVIES, 2001).

Por exemplo, se o gene responsável pela doença de Huntington está presente, é quase certo que os sintomas, eventualmente, irão ocorrer, embora os geneticistas não possam prever com precisão o tempo de início. A informação do genoma também ajuda os geneticistas preverem quais indivíduos têm maior suscetibilidade a doenças como doenças cardíacas, câncer ou diabetes que resultam de interações complexas entre os genes e o ambiente. Não há qualquer garantia de que os sintomas irão ocorrer, mas o risco é maior para os indivíduos com genótipos específicos do que para a população em geral (BSCS; Department of Energy, 1992).

Percebe-se aqui a introdução de elementos externos que são essenciais para uma avaliação do PGH; note-se que o discurso científico está atrelado ao discurso de alcance popular: a cura de doenças. Assim, o discurso científico – que é compreensível apenas para os membros de uma comunidade – agora está lado a lado com um discurso inteligível mesmo para aqueles que nada entendem de genética.

Evidentemente, não se trata apenas de linguagem [do discurso]. A linguagem, no caso, refletia as práticas institucionais para a pesquisa, pois havia, para os pesquisadores, várias linhas de incentivo veiculadas de modo a estimular a participação e validar esse conhecimento como, por exemplo, a possibilidade da participação de diferentes laboratórios na pesquisa sobre o genoma (CASSIER, 1998, p. 74-75). Outras possibilidades disponíveis aos pesquisadores eram a formação de redes informativas sobre bancos de dados. É o caso do estudo de genes de predisposição de doenças, promovido pelo consórcio público europeu do câncer de mama. O consórcio visava a constituir bancos de dados biológicos [amostras de DNA] e médicos [genealogias e histórias familiares detalhadas] a partir de diferentes fontes como laboratórios e serviços médicos (JULIAN-REYNER *et al.*, 1996, p. 144).

O que se segue é que, no que se refere às pessoas leigas, possivelmente devido ao forte apelo midiático, em parte desencadeado pelas justificativas dos cofres públicos ao subsidiar a pesquisa, o projeto alcançou o gosto popular, gerando a expectativa de cura de doenças (ZATZ, 2000, p. 47). Essas expectativas foram fortalecidas pelos artigos que circulavam no período em que o projeto estava em andamento, uma vez que havia afirmações de que um dos objetivos do PGH seria a identificação dos genes responsáveis por características normais e patológicas, justificando a expectativa da população de que seria encontrada a cura para muitas doenças. Entre as expectativas veiculadas no que tange à área de saúde havia a melhoria e simplificação dos métodos de diagnóstico

de doenças genéticas, a otimização das terapêuticas para essas doenças e prevenção de doenças multifatoriais (GOLDIM; MATTE, 2000, p. 04).

Será possível analisar milhares de genes ao mesmo tempo em que as pessoas poderão saber se têm predisposição aumentada para certas doenças como diabete, 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).

Ao longo da década de 1990, a identificação de genes associados a raras síndromes genéticas sofreu uma aceleração fantástica, ocorrendo concomitante à soletração do genoma e isso com base no mapeamento genético em andamento. O pesquisador Francis Collins, o qual posteriormente ocupou cargo de direção no PGH, ainda ao final do século XX participou diretamente da localização e transcrição do gene cujo defeito poderia levar à fibrose cística (DAVIES, 2001, p. 15-16).

Cabe destacar que as expectativas em relação ao sequenciamento como porta de entrada para compreensão do ser humano, a cura de doenças e as intervenções gênicas aparecem também presentes na carga de otimismo dos artigos publicados no trâmite do projeto. Um dos artigos que traz o esboço do genoma humano inicia seu *abstract*, validado por nada menos que 249 autores do consórcio público, com uma afirmação enfática da importância do projeto mencionando que:

O genoma humano contém uma arca extraordinária de informação sobre o desenvolvimento, fisiologia, medicina e evolução humanos. [...]. O último quarto de século tem sido marcado por um impulso incansável de decifrar primeiramente genes e então genomas inteiros, semeando o campo da genômica (LANDER *et al.*, 2001, p. 860).

Enquanto as pesquisas relacionadas ao PGH traduziam-se ainda em um esboço divulgado por revistas conceituadas como a *Nature* e a *Science*, muitas promessas consolidavam-se alcançando ora o fascínio de cientistas e acadêmicos do mundo todo, ora a população leiga por meio da esperança de poder em algum momento se apropriar desse conhecimento por meio de medicamentos ou ainda pela intervenção direta no material genético. Segundo Gattás *et al* (2002, p. 164), o lançamento do PGH fomentou entre as pessoas a concepção de um papel

determinante do DNA em relação às características dos indivíduos, incluindo até mesmo as de personalidade e comportamento por parte das pessoas.

Nas publicações da época, as expectativas em relação ao PGH aparecem pautadas também na crença do material genético como detentor de todas as informações codificadas [necessárias e suficientes] para determinar as características e, logo, preponderantes em relação às interferências microambientais para a expressão gênica (BURBANO, 2006, p. 854). Conforme segue:

A sequência do genoma humano contém o código genético que reside no núcleo de cada célula dos 10 trilhões de células em cada ser humano. Ele influencia profundamente nossos corpos, nosso comportamento e nossas mentes, vai ajudar no estudo das influências não-genéticas sobre o desenvolvimento humano; vai desencadear novas iluminações sobre nossas origens e nossa história como espécie; e aponta novos caminhos para combater doenças (NATURE, 2001, p. 745).

É importante enfatizar que todo o rol de expectativas no que se refere ao PGH está baseado na ideia de que o material genético seja um dos mecanismos mais importantes para a compreensão do ser humano e a cura de doenças com carga hereditária.

Ora, a possibilidade de conseguir alcançar tais expectativas populares se pautava em quê? Na possibilidade científica de desvendar o homem por meio da soletração do genoma. Desse modo, as promessas veiculadas durante o projeto apresentam-se sempre na forma de um discurso que tende a valorizar o genoma como responsável pelas características genéticas:

O genoma humano é a nossa planta-mestre por excelência, que fornece as instruções para o desenvolvimento normal e o funcionamento do corpo humano. [...]. À medida que o Projeto Genoma Humano prossegue para sua conclusão, ganharemos o poder de compreender as características genéticas essenciais que nos tornam humanos (WATSON, 2000, p. 172).

A valorização do genoma como porta de entrada para a compreensão dos mecanismos hereditários bem como para a cura de várias doenças aparecem também nas divulgações oficiais do presidente e vice-presidente dos Estados Unidos na página do National Human Genome Research Institute – NHGRI [genome.gov]. Em uma dessas publicações intitulada de *Human Genome Project Announces Successful Completion of Pilot Project*, o vice-presidente em

exercício, Al Gore, ao se pronunciar sobre a conclusão do projeto piloto do PGH ressaltou:

Estou muito satisfeito que o Projeto Genoma Humano tem acelerado os esforços para completar um dos projetos científicos mais importantes da história da humanidade: Desvendar os segredos do código genético. O projeto vai mudar para sempre a forma como entender o corpo humano e as doenças, levando a melhoria de prevenção, tratamentos e curas para o que são atualmente mistérios médicos. Especificamente, eu estou muito feliz que estamos nos movendo para sequenciamento em larga escala e está em vias de concluir um projeto de trabalho do genoma humano um ano e meio antes do previsto. Quero elogiar os cientistas que se dedicaram a avançar em este projeto que irá melhorar o atendimento de saúde para milhões de americanos (Al Gore, vice-presidente dos EUA, página do NHGRI: www.genome.gov. Acesso em março de 1999).

Novamente pode ser detectada a imensa carga de expectativas lançada sobre o PGH ao longo de seu trajeto, alcançando sem dúvidas a população leiga. Contribuindo para isso em o presidente dos EUA, Bill Clinton pronunciar em um discurso do Estado da União que:

Ainda este ano, os pesquisadores vão completar o primeiro rascunho do genoma humano inteiro, o modelo da vida. É importante para todos os nossos colegas americanos a reconhecer que o dinheiro dos impostos federais financiou grande parte da pesquisa, e que este e outros sábios investimentos em ciência estão levando a uma revolução na nossa capacidade de detectar, tratar e prevenir a doença (*Presidente Bill Clinton em 27 de janeiro de 2000, publicado na página do NHGRI: www.genome.gov. Acesso em março de 2000).*

A página do NHGRI em que aparece esse discurso de Clinton tem por manchete o título *The Human Genome Project: Benefiting All Humanity* [O Projeto Genoma Humano: Beneficiando toda a Humanidade]. Trata-se de uma página publicada em março de 2000, ou seja, pouco tempo antes da publicação conjunta sobre o mapeamento adiantado de 97% do genoma humano. Nessa nota do NHGRI, aparecem novamente expectativas que alcançam a população leiga em relação aos benefícios do projeto:

O projeto trará benefícios enormes para a humanidade, alguns que podemos antecipar e outros que irão nos surpreender. Biólogos e pesquisadores terão acesso a informações detalhadas de DNA que é a chave para a compreensão da estrutura, organização e função do DNA nos cromossomos. [...]. Tecnologia e os recursos gerados pelo PGH e pesquisa genômica estão prontos para terem um impacto importante sobre a pesquisa através das ciências da vida. Por exemplo, o PGH produziu mapas detalhados que

podem ser usados para ajudar a identificar genes associados com determinadas doenças, levando a um melhor tratamento e métodos de prevenção. Um bom exemplo é que as famílias em situação de risco de câncer de cólon hereditário podem agora serem blindadas e diminuir suas chances de morrer dessa doença com a vigilância e as medidas dietéticas (NHGRI: www.genome.gov, em março de 2000, grifo nosso).

Todas essas afirmações mencionadas somente são aceitas pelo público leigo devido à credibilidade epistemológica que a maioria das pessoas vincula à ciência como forma segura de produção de conhecimento. No PGH, como já salientado, essa credibilidade se ilustra por meio de uma redução científica, em que todas as expectativas estão direcionadas à compreensão do genoma.

Ao longo do desenvolvimento do PGH despontaram-se expectativas tanto direcionadas ao público leigo, por meio do alcance de benefícios para a saúde, quanto aos próprios cientistas e acadêmicos da área, por meio da disponibilidade de alta tecnologia desenvolvida durante o projeto e a apropriação de um amontoado de dados angariados durante o projeto. Na citação de Tupler e seus colaboradores (2001), aparecem essas expectativas voltadas a públicos distintos:

A disponibilidade das sequências do genoma humano e de outros organismos irão revolucionar todos os campos da pesquisa biomédica. Mas, como o genoma é o próprio objeto da expressão do gene, o impacto pode ser particularmente profundo para aqueles que estudarem esse processo. Aqui, nós visualizamos o que o genoma humano tem a oferecer para aqueles interessados na expressão genética (TUPLER; PERINI; GREEN, 2001, p. 832).

Nos trechos de tais citações, aparecem algumas nuances de expectativas, entre elas, o sequenciamento como possibilidade de revolucionar as pesquisas biomédicas. Ora, o impacto do projeto não se restringe apenas aos cofres envolvidos para subsidiá-lo, mas se trata de mudar talvez o rumo de uma área inteira de pesquisa e todas as ramificações envolvidas, e ainda, possibilitar por meio disso o alcance do público leigo. Mesmo por que tais expectativas tão diretas e capazes de alcançar pessoas de regiões, etnias, culturas e credos tão distintos fazem do PGH um projeto de fascínio popular. Não é preciso ter a mesma etnia, a mesma religião ou até mesmo determinados costumes culturais. Basta acreditar no genoma humano como livro da vida, responsável pelo arcabouço de características dos seres vivos.

É uma visão inspiradora. Abra-se a figura dobrada que vem com esta edição da *Science*. Lá você vai ver o genoma humano, após cromossomo por cromossomo, com suas características principais codificados e descritos. [...]. Os geneticistas demoraram 7 anos para encontrar o gene envolvido na fibrose cística - mas aqui você pode localizá-lo em poucos segundos no último terço do cromossomo 7. Olhe para baixo em direção à parte inferior do pôster, no cromossomo 17, para encontrar BRCA1, um dos genes implicados no câncer de mama hereditário. [...]. Milhares de cientistas de todo o mundo têm trabalhado por cerca de 15 anos para conseguir esse feito – a (quase) sequência completa de nucleotídeos do DNA humano, muitas vezes chamado o livro da vida (PENNISI, 2001, p. 1177).

Em 2001, o International Human Genome Sequencing Consortium publica um artigo intitulado “Initial sequencing and analysis of the human genome”, que se apresenta recheado de perspectivas também quanto à possibilidade que o projeto poderia revelar:

O genoma humano possui um tesouro extraordinário de informações sobre o desenvolvimento humano, fisiologia, medicina e evolução. Aqui, apresentamos os resultados de uma colaboração internacional para produzir e disponibilizar gratuitamente uma sequência projeto do genoma humano. Nós também apresentamos uma análise inicial dos dados, descrevendo algumas das ideias que podem ser recolhidos a partir da sequência. ?

A sequência do genoma humano é de interesse em vários aspectos. É o maior genoma a ser extensivamente sequenciados até agora, sendo 25 vezes maior do que qualquer genoma anteriormente sequenciado e oito vezes maior do que a soma de todos os genomas. É o primeiro genoma vertebrado a ser extensivamente sequenciado. E, excepcionalmente, é o genoma de nossa própria espécie (INTERNATIONAL, 2001, p. 860).

Esses destaques sobre o genoma parecem funcionar como uma motivação para tanto para os envolvidos com a pesquisa quanto aqueles que esperam usufruir de seus resultados. Contudo, também revela um deslocamento entre as expectativas públicas e os resultados até então alcançados. Os resultados do projeto trazem alguns resultados não esperados quanto à quantidade de genes e expressões gênicas bem como um distanciamento entre o sequenciamento e o desenvolvimento de benefícios terapêuticos capazes de beneficiar a humanidade. Porém, esses problemas não impedem que as publicações deixem de mencionar as expectativas geradas pelo projeto:

Temos sequenciado e montado aproximadamente 95% da sequência totalmente eucromático de *H. sapiens* e utilizado um método automatizado para nova predição de gene para produzir um catálogo preliminar dos genes humanos. Isso proporcionou uma grande surpresa: encontramos genes muito menos (26.000 para 38.000) do que as previsões anteriores moleculares (50.000 para mais de 140.000). Quaisquer que sejam as razões para essa disparidade atual, apenas um detalhamento genômico comparativo (principalmente usando o genoma *Mus musculus*), e dissecções moleculares de fenótipos complexos irá esclarecer essa questão crítica da básica "lista de peças" do nosso genoma. Certamente, a análise ainda está incompleta e acontecerá um refinamento considerável nos próximos anos de como a estrutura precisa de cada unidade de transcrição é avaliada (VENTER *et al.*, 2001, p. 1349).

Tais palavras de Venter não negam a informação das estimativas de que o número de genes entre humanos seria algo em torno de cem mil ou mais genes. Contudo, ao final da citação aparece um novo otimismo de que isso se esclareça, permanecendo para tanto, as expectativas iniciais do projeto pela afirmação de que a análise estava incompleta. Contudo, cabe salientar que ao longo dessa edição da revista *Science*, junto com os resultados parciais do PGH aparecem em vários artigos esse novo dado surpreendente quanto ao gene:

Estimativas de genes analisados até a data sugerem que o número médio de substitutos de splicing da transcrição de um único gene de mamífero pode estar no intervalo de 2-3 ou mais. Como os rendimentos de sequências presentes estimam cerca de 30.000 genes, isso nos dá cerca de 90.000 ou mais proteínas distintas codificadas pelo genoma humano, sem considerar o processamento proteolítico ou modificações pós-tradução (GALAS, 2001, p. 1258).

Apesar de ser mencionada a existência de uma possível complexidade nos diferentes níveis de compreensão do gene e de sua expressão, parece que os imprevistos nos resultados genômicos não chegaram a causar uma mudança na direção das perspectivas do projeto. E o que se percebe nos artigos subsequentes é talvez uma mudança metodológica como estratégia para se alcançar os mesmos objetivos iniciais¹⁶.

É interessante ressaltar que apesar de novas perspectivas aparecerem nos resultados do PGH, surgem ainda menções de forte apreensão popular como as promessas de curas e terapias gênicas. Ora, parece que o PGH

¹⁶ De acordo com autores como Keller (2002; 2005), Lewontin (2002), Leite (2007), El-Hani (2007) existe um reducionismo científico em relação ao episódio do PGH, em que o material genético é elevado como potência máxima para a compreensão do ser humano, desencadeando o que esses autores caracterizam como determinismo genético – conceito esse a ser discutido posteriormente nessa tese. Para tanto, na perspectiva desses autores, os valores epistemológicos quanto ao genoma não mudariam, mas apenas as estratégias metodológicas como possibilidade de se alcançar as expectativas iniciais do projeto.

tornou-se apenas uma etapa de uma empreitada maior para se alcançar as expectativas iniciais despontadas em seu lançamento na década de 1980. Nessa perspectiva, o PGH passa a ser caracterizado como alicerce para a edificação de três andares sucessivos: “a visão é formulada em três temas principais – genômica para a biologia, genômica para a saúde e genômica para a sociedade [...]” (COLLINS *et al.*, 2003a, p. 836). Em um artigo, Collins e seus colaboradores detalham as “novas” ou antigas perspectivas a partir de novas abordagens, em relação ao que seria a era pós-genômica, uma vez que trazem perspectivas a serem desdobradas com a conclusão do projeto.

Genômica para Biologia: elucidação da estrutura e função dos genomas. [...]. Elucidar a estrutura do genoma e a identificação da função dos elementos de uma miríade de codificação irá permitir ligações a serem feitas entre genômica e de biologia e, por sua vez, acelerar a exploração de todos os domínios das ciências biológicas (COLLINS *et al.*, 2003a, p. 837).

Genômica para Saúde: [...]. O sequenciamento do genoma humano, juntamente com outras conquistas recentes em genômica, oferecem uma oportunidade única para o avanço na compreensão do papel dos fatores genéticos na saúde humana e doenças para permitir a definição mais precisa dos fatores não-genéticos envolvidos e aplicar esse conhecimento rapidamente para a prevenção, diagnóstico e tratamento da doença. [...]. Com a conclusão das metas originais do PGH, é a hora certa para desenvolver e aplicar estratégias de grande escala genômica para capacitar melhorias na saúde humana, enquanto antecipar e evitar o dano potencial (COLLINS *et al.*, 2003a, p. 840).

Genômica para a Sociedade: promover o uso da genômica para maximizar os benefícios e minimizar os danos genômicos, através de pesquisa acadêmica e discussões políticas sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. [...]. Nos próximos anos, a sociedade não deve apenas continuar a lidar com inúmeras questões levantadas pela genômica mas também deve formular e implementar políticas para lidar com muitos deles (COLLINS *et al.*, 2003a, p. 840).

O que pode ser evidenciado na publicação final do PGH é a insistência inicial de atender as expectativas que alcançaram o público, como observado nas palavras de Collins *et al.* (2003a, p. 835): “O desafio é aproveitar o imenso potencial do PGH para melhorar a saúde humana e o bem-estar”.

Conclui-se a seção com uma pequena síntese: o PGH é um produto científico (como visto na seção 1.1), possui uma sustentação epistemológica (como visto na seção 1.2) e, como relatado nessa seção, apresentou também elementos discursivos que traduziram tanto sua cientificidade quanto sua sustentação epistemológica para o público leigo. Ora, isso está longe de ser algo trivial e merece do ponto de vista de uma história externalista, ser relatado e compreendido. No

próximo capítulo, utilizar-se-á uma concepção de ciência que pode auxiliar nessa compreensão, jogando luz, portanto em uma das maiores conquistas científicas da biologia e da ciência como um todo.

1.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Como todo produto científico bem sucedido, o PGH possui uma forte estrutura científica interna e possui uma epistemologia. Especificamente no caso do PGH sua epistemologia apresenta-se como uma sustentação conceitual baseada na noção geral do determinismo científico, e na noção particular de que o genoma é causa do comportamento genético e desse modo é uma explicação confiável desse mesmo comportamento genético. Acrescente-se a isso, o êxito preditivo da genética molecular e se obtém uma explicação (de outro nível) do sucesso da genética e do PGH.

Ao final desse capítulo, o (ECi) de que – *no meio de tanto êxito científico, no meio de uma epistemologia que se apresenta como respeitável – o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos – ainda não se desvela. Índícios que contribuam para a validação desse enunciado aparecerão no próximo capítulo; porém é preciso compreender o alcance de tal enunciado.*

De acordo com Thomas Kuhn, um dos traços de uma ciência bem sucedida se apresenta em seu discurso esotérico. Membros de uma especialidade científica falam para seus pares em comunicações e publicações que somente são compreendidas por outro par, e não pelo público em geral. E isso por sua vez tem enormes implicações no desenvolvimento de uma disciplina científica, uma vez que, falando apenas para os especialistas, o cientista não necessita fundamentar os princípios com os quais esteja operando, uma vez que eles são dominados e aceitos pela comunidade; com isso, ele pode atacar diretamente o problema com o qual está envolvido.

Afastando-se de Thomas Kuhn, porém prosseguindo com a argumentação: ocorre que o conhecimento científico é produzido, na maior parte dos casos, com dinheiro público. Assim, existe a necessidade de justificar para os contribuintes, a drenagem de recursos para uma pesquisa específica. Entretanto, é raro *atualmente* verem-se físicos apelando para o discurso popular para justificar

suas pesquisas; o último Prêmio Nobel, por exemplo, foi recebido por um de seus vencedores – Peter Higgs, por ter dado início à pesquisa do que é agora chamado de “Campo de Higgs” – como sinalizando a importância da pesquisa sem uma utilidade prática (*Blue-Sky Research*) atualmente perceptível: "I hope this recognition of fundamental science will help raise awareness of the value of blue-sky research".

Porém, isso nem sempre foi assim para a física. Para ficar em um exemplo famoso e contundente, o rei Carlos II se *convenceu* da importância do conhecimento científico quando apoiou financeiramente a criação da venerável *Royal Society*, o palco da ciência de Newton (HUXLEY, 2009, p. 31). Desse modo, quando Peter Higgs menciona a importância da pesquisa desinteressada, sua fala não auxilia muito na compreensão histórica de importantes aspectos da natureza da ciência.

Assim, completa-se a explicação do (ECi) – de que: “*no meio de tanto êxito científico, no meio de uma epistemologia que se apresenta como respeitável – o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos*”. Tem-se a pretensão de que essa afirmação esteja situada no interior de uma discussão fundamental sobre a natureza da produção científica. Pois, se é simples para o físico Peter Higgs defender a ideia de pesquisa desinteressada – visto que a física já está estabelecida há muito tempo na história cultural humana –, talvez o mesmo não ocorra para conhecimentos mais recentes e que, dado o que se viu na seção (1.3), expõem-se de modo a sugerir expectativas que gerariam resultados a partir de uma pesquisa nada desinteressada.

A resposta que parece mais razoável – resposta esta que funcionará também como uma ponta para as reflexões do segundo capítulo – pode ser encontrada em Bruno Latour: o PGH comporta enunciados acessíveis ao leigo pela singela razão de que a ciência é um empreendimento humano e enraizado na história. E, assim caracterizada, a ciência, no meio de sua produção experimental, teórica e tecnológica, também abre espaço para a propaganda, para a retórica, para um diálogo que busca convencimento. Como argumenta Bruno Latour, os estudos sociais da ciência [pretende-se que essa tese se inscreva nessa ampla categoria acadêmica], acrescentam realidade à ciência (LATOURE 2001, p. 15). Ou seja: mostram aquilo que a ciência é [tanto quanto isso é possível em estudos metacientíficos]: experimentação, teoria, tecnologia e retórica [convencimento,

diálogo com leigos etc]. Concorda-se com Latour e entende-se que estudos como esses aqui em trâmite apenas acrescentam realidade à ciência.

Aproveita-se para esclarecer que nada do que foi ou será dito constitui um julgamento do PGH, senão que uma análise dos documentos que compõem sua história. Seu fundamento científico, a genética molecular, é um patrimônio do conhecimento científico humano e sua produção está legitimada por suas práticas. E, mesmo que haja problemas a respeito da sustentação de suas teorias, não se pode esquecer que, mesmo após a recepção espetacular da mecânica de Newton pela comunidade científica, os séculos XVII e XVIII testemunharam debates sangrentos a respeito dos fundamentos epistemológicos da bem sucedida ciência newtoniana.

Nesse primeiro capítulo, apresentar uma abordagem geral do microcenário escolhido: PGH em seus aspectos históricos abrangentes e logo internalista teve como pertinência situar o leitor do contexto geral da pesquisa genômica. Possibilitou também identificar a existência de um forte discurso epistemológico. Vale mencionar que essa perspectiva epistemológica, além de ter sido bem aceita entre o público leigo durante a divulgação do PGH, alcançou no cenário contemporâneo a apreensão da comunidade acadêmica, conforme apontaram pesquisas anteriores entre professores-pesquisadores (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012).

Tais resultados viabilizaram a compreensão de que a mesma percepção unilateral e não simétrica, a qual tende a apontar apenas para aspectos epistemológicos de uma pesquisa se tendem a manifestar-se recursivamente entre acadêmicos, uma vez que na academia ocorre uma recontextualização escolar (BERNSTEIN, 1996).

Um incômodo em relação à ausência de uma abordagem simétrica abarcando os diversos elementos sociais nas histórias consolidadas nos discursos analisados em pesquisas anteriores (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012) contribuiu para o surgimento dessa tese em trâmite. Justifica-se também a ideia de se assumir uma abordagem teórica que valide a importância da manifestação histórica no que tange ao cunho social e pragmático das pesquisas. Contudo, mais do que isso, busca-se em tal abordagem teórica uma possibilidade interpretativa para compreensão não de como os acadêmicos se manifestariam corriqueiramente ao serem abordados sobre um microcenário científico; mas saber o nível de escolha e

apreensão perante à possibilidade de terem contato com abordagens históricas que valorizem um olhar simétrico sobre os aspectos sociais presentes na ciência, retratados pela literatura da área como externalistas, porém se revelando como participantes ativos simetricamente nesses episódios científicos.

Tais apontamentos ditam os dois próximos capítulos dessa tese. Encerra-se esse capítulo anunciando que o próximo tem como enfoque trazer indícios, a partir de autores sócios-construtivistas como Bruno Latour, ao enunciado anterior de que: *(ECi) no meio de tanto êxito científico, no meio de uma epistemologia que se apresenta como respeitável - o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos*. Com isso, introduz-se na discussão da tese aspectos pragmáticos que em geral estão ocultos nos discursos epistemológicos da comunidade científica e, logo, indícios que validem o segundo enunciado defendido de que: *(ECii) existe uma tendência a não se levar em consideração – sobretudo depois que um campo disciplinar se consolidou – tais aspectos que não podem ser compreendidos apenas pela epistemologia e, portanto, exigem uma abordagem pragmática para sua compreensão*.

2 O PGH EM UMA PERSPECTIVA SÓCIO-CONSTRUTIVISTA LATOURIANA: A PRODUÇÃO E SEU ENTORNO

Pode-se certamente afirmar em princípio que as ciências *devem*, como qualquer outra prática humana, serem inseridas na história e que, desse ponto de vista, não pode haver nem compromisso, nem meio-termo. Contudo, esse ideal legítimo não permite elidir o problema: por que essa inserção na história não é tranquila? (STENGERS, 2002, p. 51).

É comum ler em obras de vulgarização da história da ciência que Pasteur e Lavoisier liquidaram seus adversários com uma série de experimentos brilhantes; que Galileu lançou por terra quase dois mil anos da física de Aristóteles subindo na Torre de Pisa e executando ali um experimento crucial; que James Watson, tendo visto por cinco minutos a evidência produzida por Rosalind Franklin, bolou teoricamente a estrutura em dupla hélice da molécula do DNA. A lista poderia ser multiplicada. O que interessa é que todas essas histórias possuem um padrão: elas são histórias que têm como personagens o cientista, o experimento e a teoria. Elas são aquilo que se chama de “histórias internas”. Falta, a todas elas [nessas obras de vulgarização], elementos externos que invariavelmente estão presentes nas produções científicas, elementos estes que têm sido apontados pela historiografia da ciência desde o início do século XX.

As histórias internas são produzidas a partir de uma abordagem que considera exclusivamente os elementos epistemológicos que inegavelmente estão presentes nas produções científicas: afinal de contas, a ciência trata de conhecimento, e conhecimento da natureza. Em nenhum momento dessa tese discorda-se dessa definição que, ainda que incompleta, é aqui aceita indiscriminadamente. Entretanto, como já antecipado ao final do primeiro capítulo, a ciência não se reduz a esses aspectos epistemológicos, senão que também inclui elementos pragmáticos, de imposição de uma linguagem que busca (em alguns momentos) o convencimento, o apoio público.

Entretanto, aqui se depara com um problema, à honrosa exceção dos estudos acadêmicos que compõem o patrimônio da historiografia, as divulgações científicas de todos os gêneros ou tratam apenas dos aspectos epistemológicos da ciência ou, quando muito, mencionam a existência de aspectos pragmáticos e sociais. Com isso, o que ocorre é que, a despeito da existência de uma história externa ou social, o âmbito de circulação dessa história fica restrito a

alguns segmentos do mundo acadêmico. E é exatamente por isso que se coloca um segundo enunciado (ECii) para essa tese, o de que: *existe uma tendência a não se levar em consideração – sobretudo depois que um campo disciplinar se consolidou – tais aspectos que não podem ser compreendidos apenas pela epistemologia e, portanto, exigem uma abordagem pragmática para sua compreensão*. Este segundo capítulo procura trazer aspectos que respaldem esse enunciado e indícios que contribuam para justificar essa ocorrência a partir da abordagem sócio-construtivista de Bruno Latour.

2.1 UMA LEITURA LATOURIANA SOBRE O CENÁRIO GENÔMICO: OS FATORES EXTERNOS PARTICIPANDO DA PESQUISA INTERNA

O construtivismo social surge com um grupo de sociólogos que liderados por Barry Barnes e David Bloor lançam o programa forte da sociologia da ciência por meio de obras como *Knowledge and Social Imagery* (BLOOR, 1991). Os trabalhos de Bruno Latour – filósofo e sociólogo – aparecem como uma ramificação do construtivismo social. Esse pesquisador construtivista foi professor no *Centre de Sociologie de L'innovation at the Ecole Nationale Supérieure des Mines* em Paris no final do século passado, sendo atualmente professor do *Instituto de Estudos Políticos de Paris* e diretor de pesquisa do *Centre de Sociologie des Organisations* (CSO).

Latour formou-se em filosofia e seguiu como encarregado de pesquisas na África, desenvolvendo estudos pertinentes à sociologia do desenvolvimento. Desde esse período mostrou interesse pela antropologia das ciências, direcionando seu trabalho rumo à transposição das categorias antropológicas para a análise da ciência. Todavia, é nos Estados Unidos que perseguindo seu interesse em entender os fundamentos da verdade científica que desenvolve seu primeiro trabalho de campo sobre a atividade científica. De tais pesquisas, Latour emite uma publicação conjunta com Steve Woolgar, em 1979, intitulada de *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos* (DOSSE, 2003).

Na década de 1980, Latour, em parceria com Michel Callon, desenvolve um novo marco de análise sobre a ciência e a tecnologia a partir da reflexão e crítica da sociologia da ciência convencional e de suas investigações empíricas nos campos científico e técnico. Autores como Hernández (2003) afirmam

que Latour e Callon receberam influencia dos conhecimentos voltados à filosofia da ciência direcionada por Michel Serres, de quem emprestaram o conceito de tradução.

Vale destacar que Bloor (1991) reafirmou a sociologia a partir do programa forte por um conjunto de quatro requerimentos metodológicos: *causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade*. Entretanto, cabe aqui ressaltar que se mostra como um das características mais marcantes do construtivismo social, o princípio da *simetria*.

A *simetria* baseia-se na ideia de que os sociólogos devem investigar qualquer crença da natureza e a sociedade do mesmo modo, considerando que tanto as crenças “corretas” ou “científicas” quanto às “incorretas” ou “não científicas” são oriundas das mesmas fontes, logo estão sujeitas às mesmas causas e submetidas às mesmas formas de explicação sociológica. Latour e Callon aproveitam em seus trabalhos esse conceito, de modo a estender o princípio metodológico da *simetria*. Nas palavras de Latour e Woolgar (1997), ser simétrico requer fazer uma sociologia para compreender, por exemplo, por que os franceses acreditam na astronomia da mesma maneira que estudam a compreensão do porquê eles acreditam na astrologia. Afinal, se propor a estudar “porque os franceses acreditam na astrologia, mas não para compreender porque eles acreditam na astronomia, isso é assimétrico” (LATOUR; WOLGAR, 1997, p. 23).

Latour e Callon propõem um princípio de simetria generalizada, em que tanto a natureza quanto a sociedade poderiam ser explicadas por meio de um quadro comum de interpretação (HERNÁNDEZ, 2003). Desse modo, colocando entre parênteses no mesmo instante: crenças sobre a ciência e a sociedade, Bruno Latour parece propor uma extensão do programa forte anteriormente formulado por David Bloor. Entretanto, ousa ir um pouco além e traça a obra *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* (1987), em que faz um percurso de análise e compreensão das rotas nas produções científicas.

Vários aspectos são traçados por Latour em sua empreitada sociológica, entretanto alguns pontos são aqui escolhidos para realçar a presença dos elementos pragmáticos na produção do PGH. Como é de praxe das ciências bem sucedidas ocultar a história desses elementos, utilizar-se-á a abordagem de Latour para mostrar a existência desses elementos.

De que modo começar isso? A sugestão é via apropriação de dois conceitos latourianos: o primeiro seria o princípio de *simetria estendida e/ou generalizada*. Em um de seus trabalhos, Latour, em parceria de Woolgar, critica os estudos desenvolvidos sobre a ciência na medida em que mantém intacta a separação entre o conteúdo científico e o contexto social. Nas palavras dos autores, “é como se contexto e conteúdo fossem dois líquidos que podemos fingir misturar pela agitação, mas que se sedimentam tão logo deixados em repouso” (LATOURE; WOOLGAR, 1997, p. 20).

Sugerindo uma antropologia simétrica como forma de romper com a assimetria entre o que aqui se denomina de história internalista e externalista da ciência, Latour (1994) defende que mais do que erro e verdade, tanto natureza quanto sociedade devem ser tratadas sob um mesmo plano e não de modo separado. No olhar de Latour e Woolgar (1997), não haveria o mundo das coisas em si de um lado e o mundo dos homens entre si de outro, haja vista que ambas sejam efeitos de redes heterogêneas.

Ressalta-se, porém, que isso não significa que suas redes sejam compostas pelos mesmos elementos, mas que podem ser descritas da mesma maneira, tratadas sob os mesmos termos. Ora, em outras palavras, o princípio de *simetria estendida* significa partir da necessária explicação simultânea da natureza e da sociedade, ao contrário do hábito de se fazer recair exclusivamente sobre a sociedade todo o peso da explicação, o que resulta na permanência de um esquema assimétrico (DOSSE, 2003).

Refletindo ainda sobre tais divisões, Latour e Callon propõem com esse princípio ultrapassar a dupla separação moderna entre os humanos e os não-humanos, defendendo que se dê igual importância de tratamento para a produção tanto dos primeiros quanto dos segundos, estudando-os ao mesmo tempo (HERNÁNDEZ, 2003). Desse modo, assumindo-se que o que existe são interações, por assim dizer, esses autores seguem suas reflexões propondo uma simetria total entre os humanos e os não-humanos.

Na perspectiva de John Law (1992), ao comentar sobre a Teoria Ator-Rede¹⁷, quase todas interações estabelecidas entre pessoas são mediadas através dos mais variados objetos. Essas redes participam do social, o qual revela-

¹⁷ Indica-se a leitura de: LAW, John. Notes on the Theory of Actor-Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity. In: Systems Practice, vol.5, n. 4. Disponível em: <http://www.necso.ufrj.br>, 1992

se como uma rede heterogênea, constituída não apenas de humanos mas também de não-humanos. A ideia de *simetria estendida* tende a considerar de modo simétrico todos esses fatores dentro de um episódio de análise da construção de um conhecimento.

Isabelle Stengers (2002, p. 17), ao apresentar suas análises sobre o que chama de “nova antropologia” ou “história social”, indica o princípio da simetria como uma disciplina necessária a ser assumida por aqueles que pretendem trilhar o caminho de estudo sobre os cientistas. Em suas impressões sobre a noção de simetria latouriana, Stengers comenta que:

O princípio da simetria exige que não nos fizemos na hipótese dessa racionalidade, que conduz o historiador a tomar emprestado o vocabulário do vencedor para contar a história de uma controvérsia. É necessário, ao contrário, tornar explícita a situação de profunda indecisão, ou seja, também o conjunto dos fatores eventualmente não-científicos que participaram da criação da relação de força final que herdamos quando imaginamos que a crise¹⁸ fez, efetivamente, a diferença entre vencedores e vencidos (STENGERS, 2002, p. 17).

Essa menção de Stengers (2002) sugere como aspecto marcante na noção de *simetria estendida* a necessidade de trazer à baila não apenas o discurso consolidado após a pesquisa (vocabulário do vencedor), mas deixar visível os fatores não-científicos que participam ativamente dessa pesquisa.

Os apontamentos de Stengers (2002) parecem convergir com o segundo enunciado (EC*ii*) defendido nessa tese, o qual aponta haver como uma tendência não se levar em consideração muitos aspectos ocorridos durante o trâmite de um campo disciplinar, principalmente após sua consolidação. Considerar tais aspectos em uma análise requer não apenas a presença de uma abordagem epistemológica, mas também pragmática para compreensão. Desse modo, Latour (1994; 1997; 2000) com alguns de seus dispositivos metodológicos como a noção de *simetria estendida*, estabelece-se como uma sensata opção para a defesa dos enunciados que perpassam o corpo teórico dessa pesquisa, assim como uma possibilidade interpretativa para análise dos discursos capturados na coleta em busca de respostas ao problema dessa pesquisa.

Em uma perspectiva metodológica latouriana, a melhor maneira de se compreender a realidade dos estudos científicos trata-se de acompanhá-la em

¹⁸ Conceito emprestado da interpretação de Thomas Kuhn (1962) em sua obra *A estrutura das revoluções científicas* sobre a transposição de paradigmas nas produções científicas [indica-se a leitura].

trâmite. Nessa pesquisa, a ideia é de transpor isso para um contexto ainda em processo de consolidação, ou seja, fatos ainda não totalmente cristalizados possuem um corpo histórico ainda viável para observação de indícios externos. O PGH apresenta essa característica, por tratar-se de uma produção de conhecimento nova.

A perspectiva simétrica em Latour (1994; 2000) se distancia de um caráter maniqueísta ao propor em seus trabalhos uma abordagem pragmática que não seja centrada apenas no técnico ou no social. Propõe-se respeitar a dinâmica não hierárquica e não linear das relações, distanciando-se da separação entre o “lado de dentro” e o “lado de fora” do laboratório¹⁹.

Latour afirma que a atividade científica tem por natureza uma dimensão coletiva, pública, de modo que a construção de fatos e máquinas somente se viabiliza através da conjugação de interesses e mobilização de um grande número de aliados. Em suas palavras, “a construção do fato é um processo tão coletivo que uma pessoa sozinha só constrói sonhos, alegações e sentimentos, mas não fatos” (Latour, 2000, p.70). Concorde-se com tais apontamentos, os quais sugerem que qualquer fato científico apenas existe ao ser sustentado por uma rede de atores. Conforme salienta Moraes (2004), o cientista nunca remete à natureza em si, mas aos seus colegas e à rede que o constitui.

A noção de *simetria* será usada aqui para observar tanto os aspectos do discurso epistemológico [internalista] ditados durante o projeto bem como os elementos sociais [externalista] que participam da pesquisa.

No episódio PGH, existe indubitavelmente a presença de expectativas veiculadas desde o lançamento ao término da pesquisa. Tais expectativas apontadas ao longo do primeiro capítulo são propagadas via divulgação científica. Entretanto, até alcançar o público leigo, muitos elementos foram sendo considerados ou desconsiderados. O que se quer dizer com isso? Que esse processo não se dá de forma tranquila e neutra de artifícios retóricos; logo, perpassa aspectos como qualquer produção de conhecimento de outras áreas. Entre tais aspectos está a necessidade de ser aceito e apropriado por pessoas da comunidade

¹⁹ Considerando as menções apresentadas, justifica-se nesta pesquisa que a apropriação dos termos “internalistas” e “externalistas” funcionam apenas como possibilidade discursiva para a apresentação e compreensão do leitor sobre a perspectiva que o trabalho busca, trazendo à baila aspectos desconsiderados pelo percurso corriqueiro de consolidação historiográfica e por isso chamados de “externos” às pesquisas. A pesquisa buscará somente trazer para dentro desse processo simétrico os aspectos sociais.

científica e, no caso que nos interessa, também por leigos. Cumprindo-se o percurso instituído pela defesa dos enunciados (ECi)²⁰ e (ECii)²¹ nessa tese, interessa nesse capítulo entender por que a necessidade de aceitação pelos leigos fica omitida da maior parte das histórias.

Quando Latour aponta a presença retórica como negação à razão pura no discurso científico, trata-se da inserção do princípio da *simetria* também no que tange à construção e publicação científica. Ainda considerando-se alguns dispositivos latourianos, afirma-se que a comoção pública ao entorno do PGH deveu-se em primeira instância devido a algo construído historicamente desde a Revolução Científica: a força argumentativa de validação de conhecimento. Quando se diz que uma produção de conhecimento é científica, isso traz uma carga de crença grande, devido à noção de rigor metodológico que está atribuído à ciência, o que se remete já desde o século XVIII (HENRY, 1998).

Nessa mesma perspectiva, Lewontin (2000) menciona que apesar de os métodos e instituições científicas nem sempre serem vistos acima das relações humanas habituais, “o produto da ciência, é claro, é declarado como um tipo de verdade universal. Os segredos da natureza são desvendados. Assim que a verdade sobre a natureza é revelada, devem-se aceitar os fatos da vida. Quando a ciência fala, não deixa nem o cão latir” (LEWONTIN, 2000, p. 13).

A pergunta que poderia se firmar aqui seria: quando a ciência fala? Ora, ela fala durante a construção do conhecimento e depois que essa construção se consolidou. O interessante é que no período de construção o discurso é cauteloso, busca o convencimento etc. Após ela ter se consolidado, o discurso muda radicalmente. Na percepção latouriana, isso seria o processo de transformação de artefato em fato: quando um conhecimento se consolida, deixa de ser um arcabouço de discussões técnicas para ser um enunciado consagrado pela academia. Literalmente, tem-se a transformação de um artefato em fato. Nessa perspectiva, os próximos conhecimentos são produzidos considerando aquilo como algo sólido para edificar outro conhecimento. Não se questiona mais. Seguindo esse prisma de

²⁰ (ECi) no meio de tanto êxito científico da genética molecular, no meio de uma epistemologia que se apresenta como respeitável – o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos;

²¹ (ECii) existe uma tendência a não se levar em consideração – sobretudo depois que um campo disciplinar se consolidou – tais aspectos que não podem ser compreendidos apenas pela epistemologia e, portanto, exigem uma abordagem pragmática para sua compreensão.

raciocínio, é interessante a apropriação de outra expressão latouriana: a noção de caixa preta. Latour afirma que:

[...] por mais controvertida que seja a história, por mais complexo que seja seu funcionamento interno, por maior que seja a rede comercial ou acadêmica para sua implementação, a única coisa que conta é o que se põe nela e o que dela se tira (LATOURE, 2000, p. 14).

É nesse sentido que Latour utiliza a expressão “caixa-preta²²” para designar o que acontece quando o campo disciplinar se consolida. Entretanto, ao voltar-se para o ponto inicial dessa produção científica, o cenário é outro, de modo que se enxerga “incerteza, trabalho, decisões, concorrência, controvérsias”. Nas palavras de Latour “é isso o que vemos quando fazemos um flashback das caixas-pretas certinhas, frias, indubitáveis para o seu passado recente” (LATOURE, 2000, p. 17).

Um exemplo interessante disso pode ser encontrado no discurso sobre a dupla hélice do DNA. Atualmente, ela é considerada uma verdade inquestionável. Entretanto, quando de sua formulação por parte de Watson e Crick, não passava de uma hipótese (cf. Silva 2007; Silva 2010a). Observam-se as palavras de Watson e Crick sobre a dupla hélice em seus dois primeiros artigos sobre sua construção.

[...] a estrutura é compatível com os dados experimentais, mas deve ser considerada como não provada até que seja checada contra resultados mais exatos (WATSON E CRICK, 1953a, p. 737).

Recentemente propusemos uma estrutura [...] que, se correta, imediatamente sugere um mecanismo para [...] a autoduplicação (do DNA). [...] Embora a estrutura não esteja completamente provada até que seja feita uma comparação mais ampla com os dados de raio-x, sentimo-nos suficientemente confiantes em sua precisão para discutir suas implicações genéticas (WATSON E CRICK, 1953b, p. 965).

Note-se que a caixa preta ainda não está fechada. Ela está sendo fechada. Assim todo o otimismo atual colide fortemente com toda a cautela inicial. Isto parece bastante compreensível, mas por que o discurso inicial cauteloso desaparece da maior parte da historiografia?

²² A expressão caixa-preta é usada na cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar, é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai (LATOURE, 2000, p. 14).

A verdade é que a dupla hélice, antes de 25 de abril de 1953, é o que Latour chama de um artefato. Seguindo-se a historiografia acadêmica, ela é o resultado de um longo processo que pode ser conferido em qualquer obra histórica relevante sobre o assunto²³. Ela não é apenas uma estrutura molecular real que está no interior da célula esperando sua descoberta. Ela é um artefato. Após algum tempo, ela se torna então um fato, algo (felizmente) inquestionável. Ocorre que nessa transformação de artefatos em fatos científicos, várias lapidações são feitas, de modo que, ao final, pode-se afirmar a criação de uma caixa-preta.

A transformação de artefato em fato necessita inegavelmente de produção científica. Watson e Crick estavam tratando de bases nitrogenadas, de genética etc. Tratavam de ciência, sem dúvida. Porém, havia outros elementos em jogo, como o jogo institucional que era jogado pelo laboratório *Cavendish*, onde ambos atuavam. Um exemplo claro disso é que Watson e Crick, após terem fracassado em sua construção de um modelo de três hélices em 1951, foram proibidos de trabalhar com DNA. Foi alegado que não se podia duplicar a pesquisa sobre DNA, já que ela era feita também no laboratório do *King's College*, em Londres (com Rosalind Franklin e Maurice Wilkins²⁴). Entretanto, em 1953, recebem novamente permissão para trabalhar com o DNA, permissão esta que foi fundamental para chegarem à dupla hélice. Watson explica que essa permissão teria sido concedida em função do fato de que o diretor do *Cavendish*, *Sir Lawrence Bragg*, era desafeto de Linus Pauling, e Pauling estava próximo de decifrar a estrutura do DNA. Assim, esse aspecto institucional foi decisivo para a construção do modelo. Ou seja: o artefato transformou-se em fato não apenas pela produção científica, mas igualmente por uma inserção social.

É desse modo, com esse modelo teórico em vista, que se busca compreender como se dá no PGH, a passagem de artefato para fato. E, no caso do PGH, identifica-se que um elemento importante para essa passagem ocorre por meio de um discurso que enfatiza expectativas e promessas do programa.

²³ Para uma lista completa de referências atuais, ver Silva (2010a).

²⁴ Para maiores detalhes conferir Silva (2010b).

O genoma humano possui um tesouro extraordinário de informações sobre o desenvolvimento humano, fisiologia, medicina e evolução. Aqui, apresentamos os resultados de uma colaboração internacional para produzir e disponibilizar gratuitamente uma sequência projeto do genoma humano. (INTERNATIONAL, 2001, p. 860).

Os milhões de pessoas em todo o mundo que apoiaram nossa aventura para sequenciar o genoma humano o fizeram na expectativa de que ele beneficiaria a humanidade. [...]. Se o apoio à pesquisa prosseguir em níveis vigorosos, nós imaginamos que a ciência genômica logo começará a revelar os mistérios dos fatores hereditários (COLLINS *et al.*, 2003b, p. 290).

A citação de Collins é importante, pois ela admite a existência de milhões de pessoas que estão colaborando para o PGH. E diz mais: se o apoio prosseguir, a pesquisa revelará mistérios etc.

Desse modo, é necessário remeter-se novamente à história da ciência para compreender por que, em um momento, cientistas dizem o que Collins disse e por que, após o conhecimento ter se transformado em uma caixa preta, a maior parte da historiografia simplesmente omite o que os cientistas disseram ou fizeram.

Ao longo da historiografia destinada a Galileu no século XX, houve a desconstrução do “episódio” da Torre de Pisa. De acordo com um relato que se propagou até o início do século XX, Galileu teria subido à Torre de Pisa para mostrar, por meio de um experimento, que Aristóteles estava errado em sua afirmação de que, soltos no ar ao mesmo instante de mesma altura, o corpo mais pesado tocará o solo antes do mais leve. Em um dos relatos desse episódio, Galileu é retratado como um cientista que, isolado, enfrenta toda a comunidade científica de sua época. Assim, Galileu não precisa dos “milhões de pessoas” mencionadas por Collins: basta sua experiência para provar que Aristóteles está errado. E mais do que isso feita corretamente, a experiência sozinha fala por si. Não existe transformação alguma de artefato em fato. O fato está ali deslizando Torre de Pisa abaixo.

Voltando ao PGH, percebe-se que não é isso o que está ocorrendo. Collins, por exemplo, está pedindo explicitamente o apoio das pessoas para a continuidade da pesquisa. [Reitera-se a pergunta: por que o apelo de Collins corre o risco de sumir do registro histórico?] Como argumenta Latour:

Precisamos de outras pessoas que nos ajudem a transformar uma afirmação em fato. O primeiro modo, o mais fácil, de encontrar pessoas que acreditem imediatamente na afirmação, que invistam no projeto ou que comprem o protótipo é adaptar o objeto de tal maneira que ele atenda aos interesses explícitos dessas pessoas. Como indica a expressão latina “interesse”, “interesse” é aquilo que está entre os atores e seus objetivos, criando assim uma tensão que fará os atores selecionarem apenas aquilo que, em sua opinião, os ajude a alcançar esses objetivos entre as muitas possibilidades existentes (LATOURE, 2000, p. 178-79).

É importante o registro de que essa tese busca a compreensão sociológica do fenômeno PGH. Entretanto, há autores prestigiados que vão além e detectam, no PGH, um forte movimento ideológico, como Lewontin.

Por que os cientistas poderosos, famosos, bem sucedidos e extremamente inteligentes querem sequenciar o genoma humano? Em parte, porque eles estão tão devotados à ideologia das simples causas unitárias que eles acreditam na eficácia da pesquisa e não se dão ao luxo de fazerem perguntas mais complicadas. Mas, em parte, também, porque é uma resposta confusa. Um projeto de pesquisa multibilionário de 30 a 50 anos de duração com a participação e controle de milhares de técnicos e cientistas de menor nível é um extraordinário prospecto que é atraente para um biólogo ambicioso. Grandes carreiras são criadas. Prêmios Nobels serão concedidos. Títulos honorários serão oferecidos. Professorados importantes e imensas facilidades laboratoriais serão colocados à disposição daqueles que controlam esse projeto e que são bem sucedidos na produção de milhares de CDs contendo a sequência do genoma humano (LEWONTIN, 2000, p. 58).

Possivelmente, a possibilidade em participar de uma pesquisa com tecnologias de ponta e troca de experiências com cientistas do mundo inteiro tenha seu fascínio, ainda mais aos cientistas cientes de que: “a produção de fatos e artefatos não ocorrerá em qualquer lugar e gratuitamente, mas sim em lugares restritos e em certos momentos” (LATOURE, 2000, p. 294). Logo, esse parecia um desses cenários propícios em que as coisas acontecem. No entanto, essa discussão ideológica vai além dos objetivos dessa tese, em que pese sua relevância.

Voltando-se ao segundo enunciado (ECii)²⁵ defendido na introdução dessa tese e que orienta esse capítulo, inicia-se aqui, a partir de Latour, uma tentativa de fornecer indícios que confirmem a defesa de tal enunciado.

Para Latour, seus estudos sociais sobre a ciência devem mostrar o qual real é a ciência. Nesse sentido deveriam, de acordo com seu ponto de vista, ser saudados pelos cientistas. Mas, Latour em seguida percebe seu engano. Cientistas gostam de pensar em si próprios como produtores da verdade e da certeza; e o que

²⁵ Para retomar tal enunciado vide a nota de rodapé nº 20.

poderia ser mais perigoso do que mostrar a realidade da ciência, o modo como ela se constrói a partir tanto de seu conhecimento quanto de sua retórica de convencimento? (LATOURE 2001, p. 15). Ou seja, está à vista o cientista social da ciência que descreve o que se passa na produção científica, e o cientista que cultiva sua imagem de produtor da verdade. Bem, antes de prosseguir-se na busca de aspectos que contribuam para o enunciado (EC*ii*), é o momento também de explicar a opção, nessa tese, por uma abordagem sócio-construtivista.

Não haveria outra forma menos radical de abalar a imagem da ciência como produtora de verdades, mas sem, simultaneamente, ter que adentrar nesses aspectos pragmáticos nos quais se insiste?

Certamente, isso seria possível. Poder-se-ia dizer, por exemplo, que a ciência não passa de uma conjectura e que a certeza está além de uma capacidade cognitiva vigente. Muita boa epistemologia foi produzida a partir dessa base conceitual.

Mas, fica um problema: o que fazer com o pedido de ajuda feito por Collins? Notem que é Collins, e não um filósofo ou sociólogo da ciência, quem está pedindo ajuda. Notem que Collins não está sozinho em um laboratório produzindo conhecimento; ele está escrevendo um artigo solicitando auxílio das pessoas para o PGH. Para tanto, insisti-se na pergunta: o que fazer com a declaração de Collins?

É nesse sentido que essa pesquisa opta pela abordagem de Latour. E é por isso que se enfatiza seu conceito de simetria: como avaliar a produção científica de Collins sem simultaneamente considerar as declarações não-científicas [para os leigos] de Collins? E com isso evidencia-se outra orientação dessa pesquisa: a de não utilizar, em nenhum momento, nada que não seja extraído diretamente das fontes que constituem a divulgação do PGH.

Mas, retornando ao segundo enunciado dessa tese (EC*ii*). De fato, quando se lê o apelo de Collins, vê-se que fica ali violada ideia de que a ciência é impessoal, neutra e desinteressada. Para se atingir à verdade, são necessárias “milhões de pessoas”. Mas, se isso é necessário, desaba, portanto a noção de que a verdade irá se impor aconteça o que acontecer. Desaba a ideia de que os fatos falam por si só. Como bem mostrou Latour (2000), eles precisam ser produzidos, e essa produção não é apenas a execução de um trabalho científico mas também uma construção social. E esses dois aspectos precisam ser considerados de modo simétrico.

O princípio da simetria exige do pesquisador que ele permaneça atento a tudo que, também tradicionalmente, é considerado como desvio, defeito com relação a esse ideal: as relações de força e os jogos de poder francamente sociais, as diferenças de recursos e de prestígio entre laboratórios concorrentes, as possibilidades de aliança com interesses “impuros”, ideológicos, industriais, estatais, etc. (STENGERS, 2002, p. 17-18).

Com isso, encontram-se os argumentos necessários para a defesa do (EC*ii*) apresentados nessa tese, como o fato de que: *a imagem de uma ciência que busca a verdade e que não consideram – como outros empreendimentos cognitivos consideram – aspectos que sejam exclusivamente científicos, seria certamente descaracterizada se sua história contivesse aspectos extraepistemológicos.*

Assim, a opção que parece ser feita pela maior parte da historiografia é a de resguardar um lugar seguro para a imagem da ciência. Evidentemente você pode dizer que ela é apenas uma tentativa humana, mas isso não significa colocá-la no mesmo patamar que outros empreendimentos cognitivos e práticos considerados menores. Você pode dizer que um cientista errou, mas isso não é o mesmo que dizer que ele *negociou*.

O que, entretanto, chama a atenção é que historiografia social da ciência, ao trazer esses elementos externos para a discussão, geralmente se caracterizam apenas por reforçar as qualidades dos cientistas que estão sendo analisados. Um caso famoso de disputa na ciência, por exemplo, é o da controvérsia sobre a geração espontânea, na qual se envolveram Louis Pasteur e Felix Pouchet na década de 60 do século XIX. Sabe-se, atualmente, que uma série de fatores externos foi responsável pela vitória de Pasteur.

Entretanto, para grande parte da historiografia [inclusive Latour], a vitória de Pasteur não é ilegítima em função de desacordos experimentais. Para ficar apenas com Latour, ele mesmo lembra que não se poderia reduzir a questão da geração espontânea aos experimentos realizados por Pouchet, pois Pasteur alargou o campo experimental e construiu uma rede na qual estavam envolvidas a indústria e a medicina, algo que Pouchet não conseguiu realizar (LATOUR, 2001, p. 179). Assim, a vitória de Pasteur é legítima; o que ocorre é que ela viola a imagem clássica de ciência voltada apenas à experimentação. Ou seja: como Latour reivindica, ele está efetivamente trazendo realidade à ciência, e com isso definindo uma nova imagem de ciência. Mas, é a mesma ciência, com os mesmos

personagens; o que muda, apenas, é a razão pela qual os personagens, como Pasteur, legitimam-se cientificamente.

Conclui-se até esse momento da pesquisa que a ciência ao ser observada em seus bastidores – por vários ângulos e não apenas em uma perspectiva internalista – mostra-se como uma realização cognitiva bem sucedida não apenas em função de seus aspectos epistemológicos, mas por razões pragmáticas.

Esse capítulo buscou no sócio-construtivismo latouriano uma abordagem que trouxesse em seus dispositivos metodológicos contribuições e indícios que validassem os enunciados (EC*i*) e (EC*ii*) defendidos nessa tese. Além disso, teve-se a intenção de utilizar das perspectivas latourianas como suporte interpretativo para o próximo capítulo, este voltado a responder o problema de pesquisa apresentado na introdução desta tese.

3 EPISTEMOLOGIA E PRAGMÁTICA DO PGH: POSICIONAMENTOS EVIDENCIADOS NO DISCURSO ACADÊMICO

Acredita-se que o cenário genômico funcione como uma ilustração e possibilidade de argumentação para os enunciados (EC*i*) e (EC*ii*) pontuados ao longo dessa pesquisa. Entretanto, entende-se que o caminho desvelado durante a construção do PGH ocorra também nos mais variados microcenários de produção científica, de modo que a mesma perspectiva de análise poderia se dar sobre outras produções da ciência. Desse modo, sugere-se com essa tese a abertura de um programa para novas pesquisas por meio dessa perspectiva de interpretação aqui em construção.

Quanto aos enunciados citados no primeiro parágrafo dessa seção, ressalta-se que se mostraram estrategicamente importantes para abrir o caminho ditado pelo problema dessa tese comentado na introdução, conforme segue: *diante do acesso e da possibilidade de escolha entre uma abordagem de âmbito apenas epistemológico [aspectos internalistas] ou uma abordagem que reconheça a presença de atores sociais nas pesquisas [aspectos externalistas] de modo simétrico, quais aspectos dessas abordagens terão maior alcance entre acadêmicos?*

Para tanto, busca-se por meio de um olhar a campo – no contexto escolhido para análise – observar como se estabelece a estrutura abstrata narrativa de Latour direcionada pela perspectiva de um processo simétrico estendido nas produções científicas.

Nos capítulos 1 e 2 dessa tese apresentou-se a necessária estrutura epistemológica que conduziu o projeto – com seu forte apelo determinista bem como a presença de aspectos pragmáticos muitas vezes não percebida após a consolidação de um conhecimento. Contudo, a partir desse capítulo o objeto de estudos permanece o mesmo: PGH, porém sob outro prisma de percepção – o cenário acadêmico, mais especificadamente aulas de história e filosofia da ciência em um curso de graduação. Ao longo dessa seção, buscam-se observar as manifestações presentes entre os acadêmicos perante às intenções de abordagens de um professor de filosofia da ciência.

3.1 A ESCOLHA DE UMA METODOLOGIA PARA ANÁLISE

Essa tese em sua perspectiva de alcançar o discurso no âmbito acadêmico de uma sala de aula encontrou na Análise de Discurso (AD) uma oportunidade metodológica em identificar as concepções presentes nos discursos, os quais muitas vezes transcendem a fala, retratados até mesmo pelo silêncio e a heterogeneidade discursiva (AUTHER-REVUZ, 1982).

A AD tanto como perspectiva teórico-metodológica como ferramenta de pesquisa tem sua origem vinculada a um movimento sócio-cultural que se desdobrou no âmbito da Filosofia e das Ciências Humanas e Sociais, denominado “Giro Linguístico” ou “Virada Linguística”. Tal movimento caracterizou-se pela circulação de mudanças teóricas e metodológicas ocorridas entre as décadas de 1970 e 1980 que promoveram uma maior atenção ao papel da linguagem, “tanto nos próprios projetos dessas disciplinas quanto na formação dos fenômenos que elas costumam estudar” (IÑIGUEZ, 2004, p.19).

Nesse panorama, surgiu ao final dos anos 1960, na França, em um período histórico no qual atividades acadêmicas eram diretamente afetadas por questões políticas, a chamada escola da Análise do Discurso Francesa (ADF). Sua perspectiva era de estabelecer, dentro de um debate filosófico, as bases materialistas para as práticas da linguagem, tendo a linguística como campo fundamental de estudos para a compreensão das relações entre a filosofia, a lógica e a linguagem, no âmbito das Ciências Sociais (MALDIDIER, 1994).

Entre os referencias dessa escola está o filósofo Michel Pêcheux, propondo um novo objeto chamado “discurso”, em sua tese “*Analyse Automatique du Discours*” em 1969. A noção de sujeição ideológica concebida nos estudos de Pêcheux estabeleceu questões conceituais importantes para uma ruptura epistemológica que marcou de modo significativo às ciências humanas – fundamentalmente a linguística, no que se refere à questão do sujeito. Na proposta de Michel Pêcheux, a AD contempla uma ruptura epistemológica com a perspectiva dominante, chamando a atenção para uma articulação existente entre sujeito e ideologia (BRITO SILVA, 2004).

A linha francesa de AD busca a articulação do linguístico com o social e o histórico, em que a linguagem é estudada não apenas enquanto forma linguística, mas também enquanto forma material da ideologia (MELO, 2005). Dentro

dessa linha de pensamento, Pêcheux (2002, p. 8) ressalta que é “no contato do histórico com o linguístico que se constitui a materialidade específica do discurso”.

O analista ao utilizar a análise de discurso realiza uma leitura do texto enfocando a posição discursiva do sujeito, legitimada socialmente pela união do social, da história e da ideologia, produzindo sentidos. Na utilização da AD, “o que é visado no texto é justamente uma série de significações que o codificador detecta por meio dos indicadores que lhe estão ligados” (PÊCHEUX, 1993, p. 65).

Contemporâneo a Pêcheux, Michel Foucault, francês e incomodado por questões próximas, propôs uma outra via de compreensão, a qual também denominou de “*discurso*”, citada em sua obra “*Archeologie du Savoir*”. O discurso de Pêcheux não é o discurso de Foucault, são possibilidades distintas de compreensão de um problema posto diferentemente por cada autor. O que significa que não há uma “teoria” mais aceita atualmente, mas sim caminhos teóricos que respondem e correspondem em parte às necessidades de reflexão que se apresentam (ERIBON, 1990).

Apesar de o debate histórico apontar que apenas na década de 1950, a AD ganhou autonomia como disciplina, é importante perceber que sua trajetória se estendeu entrelaçando diversas perspectivas epistemológicas, percorrendo um período que se estendeu desde o final do século XIX até o período contemporâneo (DARTIGUES, 1992).

De acordo com Orlandi (2003) e Mutti (2003), a AD trata-se não necessariamente de uma metodologia, mas sim de uma disciplina de interpretação fundada pela intersecção de epistemologias distintas, pertencentes a áreas da linguística, do materialismo histórico e da psicanálise. Entre as contribuições dessas áreas, destaca-se o deslocamento da noção de fala para discurso oriundo da linguística, a teoria da ideologia proveniente do materialismo histórico, enquanto que da psicanálise emergiu a noção de inconsciente, essa trabalhada pela análise de discurso com o de-centramento do sujeito (CAREGNATO; MUTTI, 2006).

Uma das pretensões do processo de análise discursiva paira sobre os sentidos estabelecidos nas diversas formas de produção, podendo ser tanto verbais e não verbais, bastando que sua materialidade produza sentidos para interpretação. Nesse caso, podem ser entrecruzadas com séries textuais, por imagens ou linguagem corporal.

Vale ressaltar que essa relação no discurso entre língua/sujeito/história ou língua/ideologia tem como um de seus idealizadores Michel Pêcheux, pertencente à denominada Escola de Análise de Discurso Francesa. Portanto, esses princípios são característicos de uma filiação à linha francesa. De acordo com Caregnato e Mutti (2006), existe uma reserva em dizer “Escola” de Análise de Discurso Francesa, porque se questiona o sentido que pode tomar a palavra “Escola”.

Esse fato tem como um dos aspectos, a AD acontecer em diferentes regiões, com suas diferentes tradições de estudos e pesquisas sobre discurso, considerando a língua, a história e o sujeito. No entanto, cada país tem sua própria língua e história, considerando esses aspectos poderia se mencionar: análise de discurso inglesa, italiana, brasileira, francesa etc.

Um ponto marcante da AD consiste em trabalhar com o sentido e não com o conteúdo do texto, sentido esse produzido e não traduzido. A AD constituída por ideologia, história e linguagem, encontra na ideologia o posicionamento do sujeito quando se filia a um discurso, ou seja, o sistema de ideias que constitui a representação. A história representa o contexto sócio-histórico e a linguagem, por sua vez, a materialidade do texto gerando “pistas” do sentido que o sujeito pretende dar (CAREGNATO e MUTTI, 2006).

Para a AD, existe um *corpus* de arquivo e empírico. Portanto, quando se analisa material já existente como documentos, pronunciamentos em jornal, livros e outros, referem-se ao *corpus de arquivo*. Caso o material seja construído especialmente para a pesquisa, como por exemplo, através de entrevista, refere-se ao *corpus empírico/experimental*.

Desse modo, há uma preocupação com a compreensão dos sentidos que o sujeito manifesta em seu discurso. Para tanto, o analista ao utilizar a AD realiza uma leitura do texto enfocando a posição discursiva do sujeito, legitimada socialmente pela união do social, da história e da ideologia, produzindo sentidos. Na utilização da AD, “o que é visada no texto é justamente uma série de significações que o codificador detecta por meio dos indicadores que lhe estão ligados” (PÊCHEUX, 1993, p. 65).

Diante das ideias anteriormente expostas, vale retratar que essa pesquisa busca uma forma de análise que se proponha a compreender não apenas o conteúdo textual, mas também o sentido opaco no discurso. Desse modo, vê-se

na AD, um suporte metodológico significativo na perspectiva de perscrutar o discurso em seu sentido explícito e implícito nos variados mecanismos de coleta presentes no arcabouço dessa pesquisa.

3.1.1 Traçando um Dispositivo para a Análise: o Trajeto Rumo à Análise

A AD se propõe à análise, entre vários aspectos, da produção verbal e se constitui como uma opção quando há o interesse em um trabalho com o significante [linguística] para se alcançar os mecanismos de produção de sentido utilizados pelos sujeitos ao longo da produção do discurso. Considerando-se que tais mecanismos estejam ligados tanto ao sujeito quanto à sociedade que os determina em escalas variadas, a AD não se limita a analisar o *corpus* em si, mas em inseri-lo no contexto vivido, considerando o aspecto histórico e social de quem enuncia (ORLANDI, 2001).

Autores da AD mencionam a importância de se estruturar um percurso metodológico que permita a utilização desse referencial, embora ressaltem a necessidade de que essa trajetória precisa se adaptar aos questionamentos que mobilizam o pesquisador e as características do *corpus* a ser analisado (PÊCHEUX, 2002; ORLANDI, 2002). Diante disso, define-se como arcabouço metodológico a AD a partir das contribuições francesas perpassado por Eni Orlandi. Para isso, necessita-se considerar as três etapas (e suas correlações) destacadas por essa autora como fundamental para esse percurso: 1ª etapa, passagem da superfície linguística [texto/discurso]; 2ª etapa, passagem do objeto discursivo [formações discursivas]; e a 3ª etapa passagem do processo discursivo [formação ideológica e imaginária].

No primeiro momento de análise, utiliza-se de uma dessuperficialização entre o material de linguagem bruto coletado e o objeto discursivo. Isso de modo a verificar quem diz, de que posição diz e ainda em quais circunstâncias. Tal episódio mostra-se importante para a compreensão das formações imaginárias bem como da maneira pela qual o discurso à deriva da interpretação se textualiza. Para tanto, começa-se com o material linguístico bruto que se quer analisar, o qual requer um primeiro tratamento, de forma a evitar vieses ou impressões não condizentes com o acontecimento discursivo que se quer analisar (PÊCHEUX, 2002; ORLANDI, 2002).

Essas ações se constituem no que em AD denomina de dessuperficialização do *corpus*, transitando da superfície linguística, em que o analista se encontra muito propenso à ilusão de transparência, rumo ao objeto discursivo, local em que os mecanismos de produção de sentido utilizados começam a ficar evidentes (ORLANDI, 1988; 2002).

Nesse momento, a operacionalização da análise acontece por sucessivas leituras e releituras do material, com isso rompendo de uma aparente discursividade [sentido óbvio, e não necessariamente pretendido], até a compreensão dos mecanismos de produção de sentido utilizados pelos participantes da pesquisa. Ora, nesse cenário um ir e vir ao *corpus* e uma desconfiança constante das conclusões a que se chegou, até que se consiga concluir a terceira etapa e a formação ideológica fique manifesta.

Em busca disso, na segunda etapa, o analista questiona-se acerca da origem comum das formações discursivas em seu *corpus*. Possivelmente surge o questionamento de que haveria ali mais de uma formação ideológica a contornar a formação discursiva. Entretanto, percebe-se que, embora reconhecesse a presença de várias ideologias, apenas uma mostra-se como pano de fundo sobre o qual se formaram e se desenvolveram as particularidades das distintas formações discursivas. Diante disso, o pesquisador edifica um percurso analítico que procura relacionar as formações discursivas com a ideológica, as quais por sua vez, constituem-se como responsáveis por aquelas. Ora, retornar-se à totalidade do *corpus*, o que permite o desenterrar da ideologia e o alcance da terceira etapa, a determinação da formação ideológica (ORLANDI, 2002).

Nesse momento, alcançam-se os processos discursivos responsáveis pelos efeitos de sentidos produzidos no material empírico, da qual se partiu no início da análise. A partir disso, ao desvelar a ideologia presente na discursividade concebida e analisada, retomasse ao material empírico para rever e confirmar a coerência das variadas formações discursivas entre si e com a ideologia em questão. Na terceira etapa, atinge-se um esqueleto dos resultados obtidos e que dispõem os diferentes elementos que constituem a AD.

A síntese surge da discussão da formação ideológica abarcando ainda a formação imaginária, aspecto fundamental e uma das mais complexas da AD. Tais formações se desvelam transversais à análise referida, comportando-se como eixos centrais pelos quais a discursividade se deu e das quais as formações

discursivas são os elementos mais visíveis e evidentes. Ora, trata-se de concluir a análise, não apenas explicitando a formação ideológica presente na discursividade, mas também descrevendo e discutindo-se a formação imaginária dos participantes da análise (ORLANDI, 2002).

3.1.2 Delimitando a Coleta de Dados: a Escolha do Campo da Pesquisa

O contexto da coleta de dados deu-se em uma instituição pública de ensino superior no estado do Paraná, tendo como cenário uma sala de aula com acadêmicos de graduação em química durante uma disciplina de História e Filosofia da Ciência. A escolha dessa turma não se deu de modo casual, mas sim intencional. Isso porque, diante da instigante tarefa de identificar o alcance do discurso epistemológico e pragmático entre acadêmicos, era preciso um cenário em que tal acesso discursivo fosse disponibilizado aos acadêmicos. Vale retomar que um dos enunciados defendidos nessa tese paira sobre a ideia de que após a consolidação de um conhecimento científico os aspectos pragmáticos da pesquisa tendem a desaparecer da recontextualização. Para tanto, apenas ir a uma sala de aula de um curso voltado às ciências não bastaria para responder ao problema de pesquisa dessa tese.

Diante disso, a coleta inicia seu percurso em busca de uma turma de graduação em uma das áreas científicas. Porém, mais do que isso era preciso uma disciplina que funcionasse como ambiente propício para discussões que trouxessem aspectos de análise dessa pesquisa. Para tanto, além das especificidades até aqui escolhidas nessa coleta de dados, escolheu-se essa turma e disciplina devido ao fato de que o professor regente trata-se de um filósofo com estudos voltados às perspectivas sócio-construtivistas, o que contribuiu para a possibilidade de identificar os aspectos propostos.

Outro motivo que contribuiu para essa escolha foi o deste professor buscar ao longo de suas aulas recontextualizar aos acadêmicos uma abordagem próxima à noção latouriana. Adianta-se de antemão, que esse professor trouxe durante suas aulas, as quais foram gravadas e observadas, uma mensagem próxima ao traçado sugerido pelos dois primeiros capítulos dessa tese, o de que: a ciência trata-se de uma realização cognitiva extremamente bem sucedida não apenas em função de aspectos epistemológicos mas também por razões

pragmáticas. Ou seja: que o sucesso inegável da produção de conhecimento científico se de também a fatores que não são internos. Ao longo das seções de análise que seguem, poderá ser observado o quanto essa abordagem sofre resistência.

3.1.3 Processo de Obtenção dos Dados da Coleta: o Processo de Escolha do Material para Análise

A coleta ocorreu no primeiro semestre de 2012 no contexto de uma sala de aula, envolvendo um professor de filosofia e [29] acadêmicos do primeiro ano de graduação em química durante uma disciplina de História e Filosofia da Ciência. Ressalta-se, entretanto, que devido à frequência sazonal durante as aulas, esse número de acadêmicos nem sempre foi constante.

Durante esse período, todas as ações desdobradas na disciplina foram objetos de coleta. Entre tais materiais estavam: a gravação das aulas com as interações entre professor-acadêmico; avaliações; questionários e entrevistas semiestruturadas realizadas com os acadêmicos sobre PGH e seus desdobramentos.

Todos os envolvidos foram conscientizados que estavam participando de uma coleta de dados, de modo que assinaram termo de livre consentimento, seguindo-se o trâmite ético. Ressalta-se para tanto, que será preservada a identidade²⁶ de todos os envolvidos.

Após todas as coletas e transcrições, foi realizada uma primeira seleção dos materiais que seriam analisados durante essa pesquisa. Tal iniciativa foi necessária de modo a direcionar-se próximo às evidências que respondam ao problema dessa tese; minimizar o risco de perder-se no meio do caminho mediante muitos dados secundários à pesquisa. E ainda, de não tornar a análise um processo moroso ao leitor.

Para tanto, foi considerado como objeto de análise: o questionário envolvendo questões sobre o PGH, devidamente preenchidos pelos acadêmicos; e

²⁶ Na tentativa de preservar a identidade dos participantes e ainda manter uma organização logística foram utilizadas para identificação dos participantes letras [representando a inicial do primeiro nome] e números [usados para casos em que houve mais de um acadêmico com a mesma inicial], por exemplo, M1, M2 [Maria; Moacir – nomes fictícios usados aqui apenas para ilustrar a organização proposta]. Além de um caráter organizacional, isso contribuiu para que essa pesquisadora conseguisse estabelecer relações entre o mesmo acadêmico e divergências/convergências discursivas.

também, a transcrição de entrevistas semiestruturadas realizadas com os (06) acadêmicos dispostos a participarem. Esse material coletado para a análise segue em sua íntegra nos apêndices 1 (A e B) e 2 (A e b), respectivamente dispostos ao final do trabalho.

3.1.4 Análise Discursiva em uma Perspectiva Latouriana: Qual o Nível de Apropriação Epistemológica e Pragmática no Discurso Acadêmico?

Ao longo do primeiro capítulo foi apresentado indícios da estrutura epistemológica que paira sobre o PGH alcançando as pessoas por meio do processo da manualização desses conhecimentos. Em contrapartida, o segundo capítulo ateu-se a apresentar o olhar sócio-construtivista de Bruno Latour, como um possível suporte interpretativo para se romper uma visão unilateral sobre a produção científica. Isso de maneira a evidenciar a presença de aspectos pragmáticos (caracterizados como externalistas) participando simetricamente na pesquisa científica.

Observou-se que os dispositivos latourianos são visíveis e aplicáveis nesses microcenários ainda em processo de consolidação, revelando-se de uso viável não apenas em contextos ainda dinâmicos – como pesquisas em trâmite – mas em contextos recentemente consolidados. Praticamente o descosturar de uma historiografia.

Acredita-se existir a presença de uma estrutura frágil epistemológica de ciência nas consolidações históricas manualizadas, deixando-se para debaixo do tapete historiográfico os aspectos sociais com seus atores participantes ativos nessas pesquisas. Entretanto, diante do acesso e da possibilidade de escolha entre uma abordagem de âmbito apenas epistemológico [aspectos internalistas] ou uma abordagem que reconheça a presença de atores sociais nas pesquisas [aspectos externalistas] de modo simétrico, quais aspectos dessas abordagens terão maior alcance entre acadêmicos²⁷?

Diante disso, esta seção pauta-se na ideia de trazer a baila aspectos da coleta de dados que possibilitem compreender qual o nível de apreensão entre acadêmicos durante uma disciplina de História e Filosofia da Ciência, em que

²⁷ Problema de pesquisa desta tese apresentado inicialmente na introdução.

ocorreu uma tentativa em apresentar não apenas uma abordagem epistemológica, mas social em microcenários da ciência. Ora, uma tentativa de desvelar a presença de variados aspectos sociais interagindo junto aos epistemológicos simetricamente na produção científica.

Foi utilizada a Análise do Discurso (ORLANDI, 2002) como dispositivo para analisar a direção que os acadêmicos trilharam ao longo da disciplina durante a abordagem de discussões sobre episódios da ciência genômica (PGH) e pós-genômica. Tratou-se de identificar as escolhas realizadas pelos acadêmicos, perante à possibilidade da escolha entre uma perspectiva historiográfica que aponte apenas para um discurso epistemológico frágil ou a constatação da presença de aspectos sociais no trâmite das pesquisas científicas.

Essa seção de análise distribuiu-se em duas subseções: 3.1.4.1, voltada à análise de questionários sobre PGH e seu entorno; e 3.1.4.2, direcionada à análise das entrevistas semiestruturadas sobre o contexto genômico e seus desencadeamentos sociais.

Ressalta-se ainda que, ao longo das análises desdobradas nessa seção, aparecerão ideias assumidas dos autores que perpassaram todo o corpo teórico até aqui.

3.1.4.1 O Contexto do PGH Sob o Foco de Análise entre Acadêmicos: do Discurso Epistemológico aos Aspectos Sociais da Pesquisa – um Olhar Latouriano

Ao longo da disciplina de História e Filosofia da Ciência, o professor em sala, apresentou dois movimentos interessantes e intencionais em suas aulas: 1) o de propiciar aos acadêmicos vários²⁸ microcenários da ciência voltados à física, química e biologia; 2) e o de trazer em suas abordagens tanto as perspectivas epistemológicas [internalistas] quanto pragmáticas [externalistas] desses microcenários. Na tentativa de apresentar tais abordagens, do ponto de vista metodológico, o professor utilizou-se de textos²⁹ variados, assim como a proposição

²⁸ Na tentativa de priorizar atender apenas aos enunciados defendidos e o problema de pesquisa levantado, essa pesquisa traz em seu arcabouço como análise apenas momentos em que as abordagens foram voltadas ao microcenário em estudo: PGH e seu entorno.

²⁹ Destaca-se que durante as aulas foram abordados pelo professor vários microcenários da *física* [Galileu e a dependência que a observação tem da teoria], *química* [a abordagem histórica apontada sobre Lavoisier], *biologia* [Mendel; o episódio da dupla-hélice e Rosalind Franklin; o caso do Pasteur e a teoria dos germes; PGH e produções pós-genômicas como técnica pré-implante], entre outros.

de questões descritivas e interações dialógicas em sala sobre tais questões respondidas.

Salienta-se também que pesquisas anteriores ao buscarem concepções de ciência de professores-pesquisadores revelaram haver uma frequente presença nos discursos de professores-pesquisadores de perspectivas unilaterais sobre a produção científica, abordando-se sempre aspectos epistemológicos e nunca questões ditas externas ou sociais nas pesquisas (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012).

Essas detecções são suficientes para a hipótese de que tal modelo de abordagem deva alcançar os acadêmicos durante a recontextualização. Apoiado dessas noções, esse professor teve como intencionalidade desconstruir essa forma de recontextualização em suas aulas. Para tanto, realizou nas aulas ações que buscassem confirmar haver uma insistente presença nos textos manualizados em trazer uma abordagem somente unilateral, a qual se limita apenas aos aspectos epistemológicos. Todavia, o professor propiciou aos acadêmicos identificar a presença de outros aspectos participando dessas construções científicas.

Para realizar esse movimento em sala, utilizou-se metodologicamente de pelo menos dois textos com abordagens distintas sobre um episódio da ciência, além de discussões. Desse modo, em todas as abordagens em sala houve sempre a presença tanto de um texto manualizado de divulgação bem como de um texto mais denso do ponto de vista historiográfico-filosófico.

Durante esse movimento, o professor também se utilizou de questionários. Tais questões eram aplicadas aos acadêmicos, ora após a primeira abordagem textual [textos de divulgação com caráter apenas epistemológico], ora após a segunda abordagem [de ordem pragmática/social]. Todavia, tais questões eram verbalizadas pelos acadêmicos em sala. Nesses momentos, o professor propiciava um contexto de discussões com os acadêmicos interpelando-os sobre suas respostas estabelecendo diálogos.

Essas ações se deram de modo a indiciar quais seriam as escolhas e logo, apreensões realizadas pelos acadêmicos após a possibilidade de conhecimento da presença de atores sociais, além de aspectos epistemológicos em uma pesquisa. Tratou-se de propor a utilização de dispositivos como a noção de *simetria estendida* para se interpretar os microcenários.

Durante as aulas, vários episódios foram apresentados de modo a propiciar esse movimento. Ora, o professor em sala trouxe vários textos sobre microcenários deixando evidente sua perspectiva de trabalho. Desse modo, quando os acadêmicos tiveram acesso aos textos voltados ao PGH e seu entorno já haviam feito tal percurso utilizando-se de outros episódios da ciência. O microcenário PGH foi trazido para a sala apenas ao final da disciplina com a intenção de detectar se os acadêmicos fariam o movimento realizado com o professor até aquele momento. E também, qual seria a possível frequência de insistência de um olhar apenas epistemológico e, portanto, unilateral entre esses acadêmicos.

Segue nessa subseção uma análise voltada a identificar os níveis de apreensão diante do acesso aos textos de divulgação como Wikipédia, entre outros no que tange ao PGH e seus desdobramentos. Ressalta-se que, nesse contexto os acadêmicos tiveram acesso aos textos de divulgação e na sequência às questões. Apenas após esse trâmite que foi apresentado uma abordagem crítica e de caráter pragmático sobre esse específico cenário. Uma análise sobre o discurso dos acadêmicos depois desse segundo nível de interferência segue na próxima subseção [3.1.4.2] obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas.

Nessa análise, após o contato como um texto retirado da Wikipédia [ANEXO 1], participou respondendo as questões propostas sobre PGH [APÊNDICE 1A] um total de 16 acadêmicos [APÊNDICE 1B].

Apesar de fazerem parte dos apêndices dessa pesquisa, segue abaixo as questões que ditaram essa subseção de análise bem como uma numeração codificadora³⁰ proposta de modo a contribuir para a acomodação do perfil discursivo durante as análises.

³⁰ Serão usados nessa análise para identificar as questões os termos: Q [referente à questão]; nº [relacionado a numeração inicialmente proposta]; e letras [quando uma questão se desdobra em duas perguntas]. Por exemplo, letra a da questão 2: Q2A. Na próxima subseção direcionada a analisar entrevistas semiestruturadas utilizar-se-á a mesma forma de organização, alterando-se apenas para a letra Q [questão] o termo E [entrevista]. Por exemplo E2A, e assim sucessivamente.

Q1A) Com relação ao PGH: você já tinha algum conhecimento sobre o PGH? O que sabia sobre esse projeto?

Q1B) Com relação ao PGH: considerando a leitura do texto e seus conhecimentos anteriores, você acredita que esse projeto foi importante? Por quê?

Q2) A iniciativa privada, formada pela empresa Celera Genomics e liderada por Craig Venter, juntou-se ao projeto em vista do potencial de lucro que as pesquisas poderiam trazer, especialmente para as indústrias farmacêuticas. Qual seu posicionamento sobre um possível patenteamento de genes envolvidos em distúrbios e doenças humanas? Por quê?

Q3) Para você, houve algum tipo de interferência social [econômica, política, valores ideológicos, poder de comunidades científicas] no desenvolvimento desse projeto? Quais aspectos justificam sua afirmação? E ainda, isso altera a credibilidade do projeto ?

Q4) O PGH apresentou entre as promessas veiculadas pelas publicações: a cura de doenças, identificação de predisposições para diabetes, câncer, e ainda a produção de remédios de acordo com o perfil genético de cada um, evitando-se assim os efeitos colaterais (ZATZ, 2000). Você acredita que o projeto conseguiu atender as expectativas iniciais? Por quê?

Q5) O resultado do PGH apresentou resultados inesperados como a informação de que o genoma humano não seria constituído por um número tão grande de genes como imaginado [mais de 100.000] representando não mais que 30.000 genes, além de outros aspectos importantes. A que você atribui essa discrepância entre expectativas veiculadas pela mídia científica e os resultados alcançados?

Com o intento de identificar aspectos que contribuísse para responder ao problema de pesquisa proposto, as formações discursivas evidenciaram categorias como: (1) *visão unilateral epistemológica frágil*; (2) *noção de participação social*.

A *visão unilateral epistemológica frágil* foi elaborada para acomodar os discursos baseados na ideia de valorização preponderante aos aspectos epistemológicos das pesquisas. É como se não houvesse atores sociais nas pesquisas. Já a *noção de participação social* surge para abarcar aqueles discursos que durante as análises foram marcantes por trazerem a noção de que existem vários aspectos participando da pesquisa além da margem epistemológica.

Diante disso, para construir as análises e discussões que seguem nessa subseção, buscou-se perpassar os momentos propostos pela perspectiva da Análise de Discurso [AD] apontadas na subseção 3.1.1.

Na construção das formações discursivas, buscou-se desvelar os sentidos presentes nos discursos e suas possíveis acomodações nas categorias propostas nos parágrafos anteriores. Entretanto, esse processo se dá após a transcrição de todos os discursos, de modo que antes mesmo de fazer uma análise pontual (questão a questão), é possível realizar uma identificação panorâmica.

Todavia, são após esses dois momentos que ocorrem a apresentação descritiva e analítica que segue.

Para tanto, optou-se aqui apresentar a análise não de modo sequencial, seguindo-se análise de questão a cada questão e suas respectivas acomodações em categorias. A proposta de apresentação dessa análise segue o caminho inverso, uma vez que após os passos anteriores já terem sido feitos, isso já é possível. Trata-se de realizar uma reflexão analítica a cada agrupamento de discursos em categorias. Para isso, as questões serão identificadas pela numeração e letra apresentadas no início dessa subseção.

Com a intenção de identificar se haveria uma presença unilateral de aspectos presentes na produção científica entre os acadêmicos, buscou-se nas cinco questões sobre o PGH apresentadas aos acadêmicos detectar com que frequência se mostraria a categoria *visão unilateral epistemológica frágil*.

Foi detectado que esse perfil de categoria se mostrou frequente entre os acadêmicos. Nesses discursos, aparecem nas respostas apenas aspectos internos das pesquisas e, em grande parte do momento, uma relação de causa e efeito em relação às produções da ciência.

Sim, já era de meu conhecimento que o PGH tem por objetivo o mapeamento do genoma a fim de buscar prevenções ou a cura de doenças (Acadêmico B1, questão 1a).

Sim, sabia superficialmente que PGH foi um projeto onde se buscava o sequenciamento do genoma humano (Acadêmico D1, questão 1a).

Sim, pois como citado no texto, o projeto já está facilitando o desenvolvimento de fármacos, muito mais patentes, a compreensão de diversas doenças genéticas, etc (Acadêmico D1, questão 4).

Por se tratar de um tema tão complexo, é natural que as expectativas sejam exageradas. Sem nenhum conhecimento prévio sobre o assunto e tendo em vista sua complexidade, é aceitável que a mídia tenha especulado valores tão altos de genes (Acadêmico L3 questão 5).

Acho que sim, uma vez que o PGH já reconheceu 1800 genes de doença e pelo menos 350 produtos biotecnológicos já estão passando por ensaios clínicos e mesmo que esses ensaios deem errados não quer dizer que foi um fracasso, basta recomeçar do zero, verificando onde errou e fazendo as alterações necessárias para dar certo (Acadêmico M3 questão 4).

Os cinco discursos apresentados têm em comum uma visão unilateral de ciência, por isso fazem nessa análise parte da categoria *visão unilateral epistemológica frágil*. Porém, além de sinalizarem apenas aspectos internos da

pesquisa contribuem para confirmar o primeiro enunciado defendido nessa tese (ECi)³¹, de que existem expectativas nos enunciados de divulgação sobre o PGH, e que isso tem fácil tráfego entre leigos³².

Entretanto, o que foi possível também identificar é que apenas essa categoria não se mostra suficiente para abarcar e analisar todos os discursos dos acadêmicos participantes apontados como unilaterais epistemologicamente. Dentro desse primeiro agrupamento categórico já é possível perceber a necessidade de duas subcategorias capazes de abarcar dois perfis distintos dentro dessa categoria inicial: a *noção epistemológica crítica* e a *noção epistemológica ingênua* respectivamente.

Ao longo da análise identificou-se em muitos discursos um olhar epistemológico unilateral totalmente ingênuo em relação às produções da ciência, isso de modo a não ver erros e nem mesmo nenhum nível de intencionalidade nessas produções. Pelo menos os três últimos discursos apresentados anteriormente apontam para isso.

O discurso do acadêmico M3 em relação à questão 4 traz um discurso epistemológico voltado a uma ideia de ciência estritamente cientificista e, logo, cartesiana. Existe ali naquele discurso uma percepção de causa-efeito quanto a essas produções. Remonta-se a isso, uma negação dos aspectos sociais como agentes ativos nas pesquisas. Para tanto, aparecem os ingredientes necessários para a caracterização de um discurso ingênuo enquadrado na subcategoria *noção epistemológica ingênua*.

O acadêmico L3 ao responder essa mesma questão traz mais intensa essa perspectiva ingênua epistemológica.

Sim, o PGH era um projeto amplo; a realização dos objetivos iniciais levaria à descoberta de vários ramos da biologia. Acredito que tenha sido um projeto bem sucedido; haja vista conseguirem sequenciar o genoma humano com muita precisão (Acadêmico L3 questão 4).

Percebe-se que as manifestações positivas em relação ao cumprimento do PGH possuem como justificativa o fato de que o projeto sequenciou o genoma, havendo agora vários ramos para se desdobrar. Entretanto, vale

³¹ Vide enunciado (ECi) na íntegra ao longo da sequência introdutória

³² Deve-se lembrar que os acadêmicos desta pesquisa graduam química, área afim ao conhecimento proposto nas questões utilizadas na análise.

relembrar que tanto no início quanto durante o projeto as expectativas eram contundentes quanto à possibilidade de curas, medicamentos, entre outros aspectos (ZATZ, 2000). Não houve naquele momento alguma especificação caracterizando haver uma lacuna de tempo significativo entre mapear o genoma e atender as expectativas de alcance popular.

Em contrapartida, no momento em o projeto concluiu-se o cunho de divulgação científica, passou a apresentar um discurso próximo ao que as formações discursivas acima também apontam. Isso permite a inferência de que possivelmente, os discursos desses acadêmicos como L3 e M3 em relação à questão nº 4 estejam permeados por esses aspectos epistemológicos presentes nas publicações pós-genômicas. Essa mudança discursiva quanto ao espaço entre mapeamento e desdobramento de benefícios para a humanidade pode ser exemplificada nas duas publicações que seguem abaixo.

O projeto vai mudar para sempre a forma como entender o corpo humano e as doenças, levando a melhoria de prevenção, tratamentos e curas para o que são atualmente mistérios médicos. [...]. Quero elogiar os cientistas que se dedicaram a avançar nesse projeto que irá melhorar o atendimento de saúde para milhões de americanos (Al Gore, vice-presidente dos EUA, página do NHGRI: www.genome.gov, em março de 1999).

A sequência do genoma humano contém o código genético que reside no núcleo de cada célula dos 10 trilhões de células em cada ser humano. [...]; vai desencadear novas iluminações sobre nossas origens e nossa história como espécie; e aponta novos caminhos para combater doenças (NATURE, 2001, p. 745).

A primeira publicação data de 1999 e está no portal do NHGRI, ao passo que menos de três anos depois, perante a um rascunho que se organizava sobre o genoma apresenta-se a segunda publicação aqui elencada, veiculada pela *Nature*. Enquanto no discurso de 1999 parece haver uma relação direta de causa-efeito entre mapeamento e cura, na segunda publicação aparece a sobriedade de que o que esteja ocorrendo seja o despertar de novos caminhos para a busca de maneiras para o combate de tais doenças.

Alguns autores como Keller (2002; 2005), mencionam que um dos motivos para essa sutil mudança nas publicações ocorra devido à percepção da existência de uma complexidade no funcionamento gênico. Os resultados quanto ao número de genes, por exemplo, foi bem distinto do previsto, revelando a

necessidade de novas pesquisas e sugerindo até mesmo uma nova perspectiva epistemológica quanto ao PGH (LEWONTIN, 2002; EL-HANI, 2007).

Dentro da perspectiva apresentada nessa subcategoria, alguns acadêmicos tentaram validar seus discursos trazendo o texto lido em sala, o qual se tratava de uma escrita de divulgação básica da internet.

Sim, porque no texto o projeto foi concluído com sucesso e também diz que, apesar das lacunas, a conclusão já está facilitando o desenvolvimento de fármacos mais potentes (Acadêmico A3, questão 1b).

Sim, pois como citado no texto, o projeto já está facilitando o desenvolvimento de fármacos, muito mais patentes, a compreensão de diversas doenças genéticas, etc (Acadêmico D1, questão 1b).

Ao responderem as questões sobre PGH, havia sido disponibilizado aos acadêmicos apenas um texto básico, sem haver discussões densas e pontuais como foi realizado nas aulas sobre outros episódios da ciência. Essa medida foi realizada de modo a observar se fariam o caminho proposto durante a disciplina de identificar atores sociais, entre outras ações. Todavia, na maior parte das questões os discursos trouxeram aspectos do texto disponibilizado conforme mencionado nos discursos destacados.

Outros acadêmicos se apropriaram de outras manualizações da ciência para validarem seus discursos.

Sim, no ensino o, os livros didáticos de biologia citaram o PGH e também os professores falaram a respeito. O PGH estuda o DNA e busca conhecer todas as partes que o compõe, para assim descobrir curas para doenças genéticas (Acadêmico C3, questão 1a).

Eu tinha um breve conhecimento sobre o PGH, conhecimento que foi obtido através de uma leitura na revista "Scientific American", nessa reportagem falava-se sobre a decodificação do DNA com o objetivo de curar doenças e fazer remédios específicos para cada tipo de gene, ou seja, remédios "personalizados" (Acadêmico I2, questão 1a).

Confirma-se novamente a proposição de que a história manualizada tem forte influência entre as pessoas, funcionando como possibilidade interpretativa. No caso, a escolha interpretativa usada foi: os livros didáticos e revistas de divulgação científica. E ao extraírem algo desses locais, os acadêmicos apropriaram-se de expectativas salvacionistas.

Tais veículos informativos são recontextualizadores da ciência. Para tanto, evidencia-se que essas manifestações discursivas são emprestadas das

divulgações midiáticas que vigoraram no genoma. Isso contribui para o deslocamento até mesmo de recursos para pesquisas como o PGH. Todavia, a escolha dessa abordagem emprestada dos manuais foi muito grande nos discursos. A influência de outras vertentes, como a do professor em sala com suas aulas voltadas à desmisticização desse modelo aparece em menor frequência, conforme poderá ser identificado posteriormente.

Entre os discursos acadêmicos apareceu uma incidência menor, mas considerável de aspectos presentes na subcategoria *noção epistemológica crítica*. Nesse caso, os sentidos identificados nos discursos sinalizaram ainda um olhar unilateral sobre a produção científica do PGH, porém aparece nuances de criticidade. Observa-se entre alguns acadêmicos ao longo de suas respostas a quebra de um modelo e concepção de ciência ingênua. Possivelmente, isso represente um estágio mais próximo da noção de que existam mais aspectos atuando nesse contexto, além do veemente discurso epistemológico manualizado.

Os cientistas esperavam algo muito mais complexo, por se tratar de algo que mexe com as características e as funções do corpo de uma pessoa e também o que dá origem a vida dessa pessoa (Acadêmico A3, questão 5).

Eu não acredito que o projeto conseguiu atender as expectativas iniciais porque precisava de tempo até conseguir reverter os genes humanos ligados a doenças em uma 'cura' (Acadêmico E1, questão4).

Acreditava-se que o genoma humano era muito mais complexo devido a todos outros estudos do organismo humano comparado com outras espécies (Acadêmico D1, questão 5).

Não, pois ainda há doenças que não têm cura (Acadêmico V2, questão4).

Vale lembrar que a intenção dessa análise em primeira instância era a de evidenciar nos discursos desses acadêmicos o quanto se apropriariam da noção de que nessas pesquisas existiam aspectos sociais participando de modo simétrico. Contudo, entre as cinco questões, as quais foram apresentadas para eles, detectou-se que pelo menos em duas ou três dessas questões o que mais ficou explícito foi um olhar epistemológico. Por isso, a categoria *visão epistemológica unilateral* com suas subcategorias foram geradas. Nessa acomodação, a frequência discursiva permeou as questões nº 1, 4 e 5.

Essas questões estavam atreladas às expectativas, aos resultados e ao conhecimento prévio sobre o PGH. A ideia era que pudesse haver nessas respostas alguns indícios de noção de que coisas como: poder, política, economia,

patentes pudessem ter participado desse contexto. Por isso, as perguntas fizeram um caminho indireto, distante, não sendo explícita. Sendo assim, acadêmicos apenas apontariam aspectos sociais somente se quisessem, ou seja, não havia um caminho no qual realmente necessitassem de tais aspectos para responderem as questões.

O que pode ser visto foi que, o apontamento de aspectos sociais – denominado no início dessa tese de externalistas [nomenclatura dada apenas para diferenciar-se de tudo aquilo que muitas vertentes chamam de questões internas das pesquisas] apenas se deu quando os acadêmicos realmente precisavam desses argumentos para responder as perguntas dessa coleta. Isso, por sua vez, demonstra o quanto à história manualizada está arraigada no mundo acadêmico. O que reafirma a importância de que a proposição de aulas como as do escopo dessa análise são relevantes para iniciar um movimento de rompimento desse modelo quase automático nas recontextualizações da educação básica e do ensino superior.

Seguindo o movimento analítico dessa subseção, por meio de questões envolvendo patenteamentos e noções de interferências sociais [conforme as questões nº 2 e 3], buscou-se identificar qual o percurso os acadêmicos realizariam para respondê-las, ou seja, com qual nível se apropriariam da noção de atores sociais, entre outros nas pesquisas como o PGH.

Nesse percurso analítico, em um primeiro momento da AD (ORLANDI, 2002), foi percebido que os argumentos acadêmicos trouxeram não somente um possível enquadramento na categoria de *noção de participação social*. Tais discursos revelaram dois modos de interpretar a presença desses atores desdobrando-se em duas subcategorias.

Os discursos acomodaram-se em duas subcategorias: *participação social não simétrica* e *olhar simétrico latouriano*. Na primeira subcategoria, estiveram os discursos que não atribuíram aos atores sociais o mesmo peso de medida dado ao cunho epistemológico. Para esse perfil discursivo, parece existir a ideia de que não seja significativa para a pesquisa a presença dos atores sociais. Isso, por conseguinte, traz a percepção de que não exista um olhar simétrico nesse formato de interpretação sobre a produção científica. A segunda subcategoria tornou-se necessária para acomodar os discursos em que houve indícios discursivos apontando existir além do viés epistemológico, aspectos sociais presentes nas pesquisas. Contudo, isso de modo simétrico, ou seja, trazendo os atores sociais não

apenas como meros coadjuvantes, mas ativos e importantes durante uma produção de conhecimento.

Focando-se nesses perfis discursivos, detectou-se que foram mais frequentes argumentos típicos da subcategoria: *participação social não simétrica*.

Não, sou muito a favor, pois a iniciativa privada visa ao lucro e para isso acontecer o mais rápido possível, utiliza meios que podem ou não ser muito precisos (Acadêmico B1, questão 2).

A ciência não deveria visar ao lucro e sim ao bem estar das pessoas (Acadêmico V2, questão 2).

Sim, um aspecto seria o possível patenteamento dos estudos de genes envolvidos em distúrbios e doenças. Altera sim, porque nos mostra que o projeto teve fins lucrativos e não para o avanço da ciência. (Acadêmico A3, questão 3).

Não, por deixarem de lado o objetivo principal de fazer novas descobertas e passarem a focar no lado econômico (Acadêmico B1, questão 4).

Não, para descobrir todas essas curas, é necessário muita pesquisa para se entender o funcionamento do DNA, e a ânsia de procurar qualquer coisa que rendesse dinheiro, o objetivo principal foi deixado de lado e poucas?, mas não menos importante foram as descobertas (Acadêmico C3, questão 4).

Esses discursos destacados têm em comum a percepção de aspectos sociais como “um mal necessário”. Ao se reportarem ao recurso econômico, por exemplo, isso é remetido como algo que interfere negativamente, esquecendo-se de que é imprescindível para as pesquisas. E ainda deve ser lembrado que por detrás do dinheiro e/ou qualquer outro tipo de interferência, por assim dizer, existe pessoas, relações sociais estabelecendo essas negociações. Ora, o cientista é um ser social e interage com todas essas formas de poder e, logo, possui seus interesses mais sociais muitas vezes do que simplesmente internalista à pesquisa.

Alguns, como o acadêmico A3, ao responder a questão nº 3 parece interpretar os aspectos sociais como problemas, afetando a credibilidade. Outros, por sua vez, como o acadêmico V2 no que tange à questão nº 2, apesar não necessariamente demonstrar abalar sua credibilidade quanto à ciência, deixa também aspectos sociais à margem, realizando uma crítica ao dinheiro, ilustrando-o como um atravessador e não participante simétrico das pesquisas.

Diante dessas questões nº 2, 3 e 4; ficaram mais evidenciáveis os aspectos sociais. A questão nº 2 foi a que permitiu evidenciar dois grupos ou formas de se manifestarem e argumentarem os discursos quanto à abordagem social. Desse modo, quanto à questão nº 2, apareceram acadêmicos apontando para o perfil da subcategoria *participação social não simétrica*, conforme observado nas últimas formações discursivas apresentadas. Entretanto, manifestando-se sobre essas mesmas questões aparecerão na sequência perfis próximos à subcategoria *olhar simétrico latouriano*.

Apesar de acharmos que as descobertas científicas deveriam ser vistas como uma forma de ajudar a humanidade, para evitar doenças não é o que acontece na prática. Esses projetos são desenvolvidos visando também ao lucro envolvido e o reconhecimento. O patenteamento dessas descobertas mostra que os cientistas têm também a preocupação com dinheiro e o reconhecimento (*Acadêmico C3, questão 2*).

Depende do ponto de vista, se ela fosse usada para a divulgação de quem descobriu, mas não é só isso que aconteceu. O abuso do poder e da economia até pelos cientistas torna tudo mais complicado. É fácil falar que cientista se vende, mas todos nossos somos seres humanos que estamos em busca do conhecimento para se especializar com fins de crescermos economicamente, não estou defendendo cegamente, mas é só um olhar diferente que ninguém se lembrou de comentar na aula (*Acadêmico L1, questão 2*).

O acadêmico C3, ao responder a questão nº 2, parece se distanciar da noção de neutralidade presente em grande parte dos discursos epistemológicos até aqui apresentados. Entretanto, parece que o discurso do acadêmico L1 sobre a mesma questão desvela-se mais veemente quanto à presença dessa não neutralidade nas produções da ciência. Nesse caso, parece que fica mais nítida uma visão simétrica próxima do olhar latouriano. Para tanto, tais formações discursivas acomodam-se na subcategoria *olhar simétrico latouriano*.

Esse olhar do acadêmico L1, mais do que trazer a noção de não neutralidade, traz também o rompimento com a ideia de envergonhamento desses acontecimentos em um tipo de produção como as que envolvem ciência. Desse modo, parece seguir mais próxima da noção trilhada nas aulas pelo professor regente, o acadêmico assume em seus argumentos o fato de que essas questões sociais não são apenas atravessadores, mas inerentes das pesquisas.

Tal nível de apreensão contribui para a mudança de noção recontextualizadora exercida por manuais científicos que ao trazerem a historiografia

expressam um traçado perfeito e omissos dos aspectos pragmáticos das produções de conhecimento. Ora, a ideia assumida tanto pelo professor regente quanto dessa tese não é de rechaçar a ciência por meio da exposição de detalhes como negociações nas pesquisas, mas revelar seu âmbito social.

Contudo, a questão nº 3 por se referir de modo mais direto aos aspectos sociais presentes nas pesquisas, parece ser a questão que contribuiu para tirar os acadêmicos da zona de conforto.

Houve vários tipos de interferências, mas principalmente a econômica. No PGH, tinha muito dinheiro envolvido e reconhecimento; qualquer que fosse a descoberta também renderia muito dinheiro. O objetivo principal foi esquecido e o que passou a valer a pena é quem ganharia mais com as descobertas (*Acadêmico C3, questão 3*).

Acredito que o investimento da empresa Celera Genomics foi uma interferência econômica, já que se juntou ao projeto visando ao lucro que as pesquisas poderiam render. A credibilidade do projeto para mim não é alterada perante a isso, já que um projeto como esse necessita de muitas empresas como parceira, principalmente econômica para ser concluído. (*Acadêmico D1, questão 3*).

No desenvolvimento, houve todos esses tipos de interferência, pois foram necessários muitos investimentos para a realização do projeto, tanto dinheiro público quanto privado. E quando se movimenta dinheiro público automaticamente envolve-se política e para conseguir atingir a verba, é necessário pressionar os políticos e para isso é feita uma série de ideologias em relação ao projeto publicadas na mídia afetando a sociedade, fazendo com que essa pressão política partisse também da sociedade. Todo esse processo altera a credibilidade do projeto, pois com todas essas menções, inverídicas, dos pesquisadores sobre o projeto criam uma ideologia que afeta a vida das pessoas, criando falsas esperanças. (*Acadêmico I2, questão 3*).

Acredito que uma interferência econômica, já que somos nós cidadãos que pagamos os impostos. A credibilidade do projeto acho que não se altera, já que nós da química sabemos como são as coisas, precisamos do dinheiro de instituições para projetos e elas precisam do nosso trabalho. (*Acadêmico T2, questão 3*).

Nessas formações discursivas, os acadêmicos abandonaram a visão ingênua epistemológica assumida em seus discursos sobre expectativas e outros fatores quanto ao PGH direcionando-se com mais veemência a noção de simetria presente nas pesquisas. Os fatores “externalistas” aqui parecem mais inerentes à produção científica. O acadêmico T2 até valida seu discurso mencionando que o pessoal da química, sua área de graduação sabe disso.

Outro ponto interessante é que entre os três discursos apresentados, o D1 e T2 assumem que isso não interfere a credibilidade da ciência,

ao passo que o acadêmico I2 aponta isso como um aspecto que abale isso. Porém, joga para o público leigo a frustração e não para ele. Portanto, implicitamente assume a mesma postura que os demais acadêmicos, o que se caracteriza como um nível de apreensão social bem mais contundente quanto às pesquisas científicas.

Encerrando-se essa subseção, cabe expor as últimas percepções gerais desse *corpus* analítico, conforme segue.

Ao longo desse percurso, na busca por discursos que evidenciassem a noção de atores sociais envolvidos nas pesquisas, foi possível perceber a existência de pelo menos quatro aspectos analíticos interessantes:

1º) a existência de uma relação direta entre o perfil da questão e as categorias encontradas nas análises; Por exemplo, questões como as de nº 1 e 5, detectaram somente a perspectiva epistemológica dos acadêmicos, ao passo que questões como as de nº 2 e 3 trouxeram mais discursos com argumentos sociais.

2º) interposição de categorias; Durante questões que trouxeram a baila com, frequência quase unânime, discursos apenas epistemológicos, a quebra desse movimento e a utilização de argumentos sociais se deu apenas como forma de justificar uma decepção momentânea quanto à produção científica. Por exemplo, no discurso do acadêmico B1 durante a questão nº 4, conforme abordado anteriormente. Discursos como o do referido acadêmico apontaram argumentos sociais para justificar as expectativas não alcançadas com a conclusão imediata do PGH. Isso demonstra existir dentro das manifestações dos acadêmicos sobre essa questão uma interposição de categorias. Ora, seu discurso se enquadra na subcategoria *noção epistemológica ingênua* e interpõe-se a subcategoria *participação social não simétrica*, uma vez que o mesmo se utiliza de aspectos sociais apenas como aporte argumentativo. Nesse caso, os argumentos sociais são apropriados somente para justificar as mazelas da abordagem epistemológica.

3º) relação dialógica entre subcategorias epistemológicas e sociais. O exemplo apontado no aspecto analítico anterior trouxe a possibilidade de se fazer algumas relações, como a de que um acadêmico ao se posicionar epistemologicamente com uma postura ingênua [subcategoria *noção epistemológica ingênua*] conseqüentemente se apropria de um olhar social não simétrico [subcategoria *participação social não simétrica*]. Nesse caso, praticamente todos os discursos que apresentaram uma postura ingênua quanto aos aspectos

epistemológicos mantiveram com maior frequência um olhar não simétrico sobre as pesquisas científicas;

4^o) sobreposição de categorias. No que tange à questão nº 3, revelou-se como um momento importante para se detectar uma sobreposição de categorias. Nesse momento, muitos discursos realizaram o caminho inverso do acadêmico B1 ao responderem a questão nº 4. Para tanto, ao argumentarem sobre os atores sociais na pesquisa, enquadraram-se na subcategoria epistemológica: *olhar simétrico latouriano*. Entretanto, de modo concomitante assumiram uma postura epistemológica mais dinâmica se apropriando de um discurso epistemológico pautada na subcategoria discursiva *noção epistemológica crítica*. Portanto, em um mesmo discurso, sobrepuseram-se duas subcategorias.

Assim, confirma-se uma insistente manifestação unilateral em grande parte das formações discursivas até aqui analisadas. Todavia, também se identifica que isso faz parte de um traçado recontextualizador firmado em sala de aula.

A análise ocorreu apenas sobre uma coleta de questões sobre PGH, porém os acadêmicos tiveram um semestre de disciplina com um professor, o qual se propôs a desconstruir esse modelo de visão unilateral internalista sobre a ciência. Percebe-se que apesar de ter ocorrido com mais frequência a apropriação de um discurso epistemológico frágil identificou-se que ações e questionamentos pontuais como no caso de situações diretas abordando-se a produção científica de modo mais sistêmico e logo simétrico [abordagens próximas às ilustrações presentes nas questões nº 2 e 3 sobre patentes e aspectos sociais], retira o acadêmico da zona de conforto e o lança em movimento na sala de aula. Para tanto, o contexto acadêmico desvela-se como um rico cenário para que se propiciem ações que contribuam para a formação de um cidadão mais consciente e articulado diante de produções científicas e, logo, sobre qualquer forma de abordagem que leia a respeito de um conhecimento consolidado.

3.1.4.2 Uma Reflexão Sobre os Níveis de Apropriações Epistemológicas e Sociais Presentes no Discurso Acadêmico

A análise direcionada durante a subseção anterior permitiu identificar um acoplamento discursivo, o qual ficou nominado de sobreposição categórica. Nos discursos sobre questões que exigiram a presença de argumentos sociais, observou-se a presença de um perfil específico de apropriação epistemológica durante seus argumentos discursivos. Por conseguinte, isso trouxe a presença das concepções epistemológicas discursivos desses acadêmicos. Parece que o nível de apreensão epistemológico, por estar presente com frequência nas recontextualizações escolares e acadêmicas, funcione como um filtro interpretativo para os acadêmicos em suas escolhas assumidas sobre as noções sociais nas pesquisas.

Ficou assim estabelecida uma relação entre a postura epistemológica assumida nos discursos e o nível de resistência a um modelo simétrico próprio das perspectivas latourianas. O estabelecimento dessa relação merece mais discussões as quais poderão ser realizadas no fechamento dessa pesquisa, ao longo das considerações finais. Porém, algo já pode ser adiantado aqui: as posturas epistemológicas assumidas pelos acadêmicos sobre o PGH são resultados de um modelo epistemológico mais amplo aqui chamado de concepções de ciência. Nessas concepções, por sua vez, existem aspectos cognitivos e não-cognitivos.

Em se tratando de acadêmicos, possivelmente exista com mais frequência em seus discursos a presença de elementos não-cognitivos, como aspectos sociais e morais do que propriamente a apropriação do estabelecimento de elementos cognitivos [adequações empíricas, consistência interna, poder explicativo, entre outros]. Considerando-se os resultados alcançados na análise anterior [subseção 3.1.4.1], infere-se que esses aspectos devam influenciar a maneira como esses acadêmicos se apropriam de uma perspectiva social não-simétrica ou simétrica, conforme as subcategorias *participação social não simétrica* e *olhar simétrico latouriano* definidas e utilizadas a partir da categoria *noção de participação social* da subseção analítica anterior.

A proposta agora é de não abandonar a categoria e subcategorias sociais apontadas no parágrafo anterior, mas estabelecer uma relação de

convergência e divergência destas com novas categorias geradas nessa subseção. Assumem-se para isso novas categorias e subcategorias epistemológicas no âmbito de concepção de ciência ampla como primeiro filtro³³ de análise e em seguida estabelece-se uma relação dessas categorias com as categorias sociais. Para tanto, será analisado um *corpus* de formação discursivo mais denso, este propiciado por entrevistas semiestruturadas com seis acadêmicos, os quais dentre os dezesseis, se manifestaram favoráveis a participar dessa etapa analítica.

A ideia central é de explorar uma possível relação entre as apreensões sociais identificadas nas subcategorias sociais geradas na subseção anterior às noções desveladas a partir dessa coleta e análise. Entre as peculiaridades desse *corpus* está o instrumento de coleta utilizado [entrevistas semiestruturadas] e o perfil das questões [aspectos abrangentes sobre ciência, concepções e posicionamentos perante a alguns episódios pontuais, entre outros].

As questões semiestruturadas utilizadas estão no segundo apêndice dessa pesquisa. Entretanto, segue na sequência como uma numeração codificadora proposta de modo a contribuir para agrupação de perfil discursivo durante as análises, conforme realizado no decorrer da análise na subseção anterior [3.1.4.1].

- 1) Quais aspectos motivou você a ingressar em um curso voltado para uma área da ciência como a química?
- 2) Depois que você entrou no curso, mudou alguma coisa sobre sua concepção/imagem de ciência ou não, por quê?
- 3) Para você, quais as produções de conhecimento mais importantes da ciência (independente da área) nos últimos tempos? Comente o que sabe e como ficou sabendo isso.
- 4) Para você, quais fatores mais atrapalham os avanços científicos? Por quê?
- 5) A publicação do modelo de dupla-hélice de DNA proposto por Watson e Crick fomentou a ideia de contornos físicos para o material genético e a pretensão de desvendar o ser humano por meio do mapeamento gênico. Para tanto, a década de 1970 foi contornada por pesquisas na área da biologia molecular, a qual foi responsável por técnicas que possibilitaram produção de medicamentos como a insulina humana. Em contrapartida, esses conhecimentos deixaram de ser interesse apenas dos biólogos havendo também uma mudança da mentalidade acadêmica para a comercial.
 - a) Você acredita que seria possível dissociar as produções científicas como as pesquisas genéticas da biologia molecular das intenções econômicas? Por quê?
 - b) De que modo você entende que as relações de poder que atravessam essas produções científicas podem ter mudado a direção das pesquisas voltadas para estudos específicos da

³³ Ressalta-se que a utilização de categorias epistemológicas amplas como primeiro filtro está sendo utilizada nessa subseção, devido às constatações observadas na subseção anterior de que esses acadêmicos tiveram como primeiro contato em suas vidas, discursos epistemológicos e apenas posteriormente o contato com um olhar para a presença de perspectivas sociais, de modo a alcançar uma possível noção de simetria.

biologia molecular como as terapias gênicas para tratamento de câncer, por exemplo, entre outras pesquisas?

- 6) Para você, quais aspectos externos mais participam da produção de conhecimento científico eximindo-a de possível neutralidade? Exemplifique isso por meio de alguma pesquisa ou corpo de conhecimento científico.
- 7) No passado, houve movimentos eugênicos como o nazismo. Naquele momento, houve um aproveitamento das pesquisas de Galton em genética como suporte para a manifestação hitleriana, causando um grande holocausto. Atualmente, a genética molecular tem avançado a passos longos, disponibilizando para a sociedade, a utilização de intervenções genéticas como escolha de características gênicas em seus descendentes e o conhecimento sobre quais pré-disposições hereditárias poderão desenvolver futuramente, alcançando ainda, intervenções estéticas entre outras possibilidades.
 - a) Esse cenário atual tem alguma relação com a eugenia do passado representada pelo nazismo ou não, por quê?
 - b) Você acredita que o cenário atual representa uma eugenia positiva, ou seja, com valores diferentes do passado? Quais aspectos diferenciam o cenário atual do passado eugênico? Por quê?
- 8) Após o Projeto Genoma Humano, surgiram novas pesquisas relacionadas a terapias gênicas, baseadas na identificação de genes pré-dispositores de doenças e possíveis silenciadores e ativadores gênicos como perspectiva da cura de várias doenças. Nessa perspectiva, existem trabalhos isolados como virusterapia, entre outros.
 - a) você acredita que essas terapias gênicas poderão em um futuro próximo permitir que os pacientes ao serem atendidos em um serviço hospitalar tenham seu material genético coletado e rapidamente mapeado seus genes, para que a partir disso, seja escolhida a terapia gênica ideal?
 - b) Autores afirmam ao apresentar mapeamentos gênicos de algumas doenças que, esses mapeamentos funcionam como um “manual de instruções”. Todavia, a que você atribuiria a dificuldade em fornecer tratamentos médicos para um grande número de doenças mapeadas, havendo ainda grandes reações indesejadas com o tratamento?

Diante do que foi apresentado, pensa-se ser possível ao final dessa subseção identificar possíveis relações entre a apropriação de concepções de ciência assumidas pelos acadêmicos e suas escolhas e apreensões às noções simétricas latourianas. Espera-se ainda conseguir defender argumentativamente sobre a importância de trabalhos como o proposto pelo professor participante dessa coleta, funcionamento como possibilidade para o rompimento de uma visão unilateral³⁴ interpretativa sobre as produções científicas. Defende-se para tanto, que aulas como as de História e Filosofia da Ciência possam ser exploradas como ferramentas e novas perspectivas metodológicas de trabalho para a consolidação de um novo olhar de trabalho na área do ensino de ciências³⁵.

³⁴ O rompimento da utilização apenas de perspectivas epistemológicas de cunho internalista para se olhar as produções da ciência.

³⁵ Acredita-se que propostas de trabalho como desse professor de filosofia deva ocorrer com frequência de modo a funcionar como mecanismo para o rompimento de um modelo epistemológico cientificista e de uma olhar unilateral sobre a ciência, o qual tende a desconsiderar a simetria entre aspectos internalistas e externalistas nas pesquisas.

Assumem-se ao longo dessa interpretação como um primeiro filtro analítico novas categorias de âmbito epistemológico amplo, ou seja, com alcance de concepções imersas por aspectos cognitivos e não-cognitivos (LACEY, 1998), de modo a acomodar discursos voltados a três perfis categóricos, permeados por perspectivas reducionistas, transitórios ou voltados à noção de uma complexidade epistemológica. Nessa perspectiva, criaram-se as seguintes categorias e subcategorias:

- categoria para acomodação de discursos cientificistas: *ciência reducionista* tendo como subcategorias: *ciência neutra e de credibilidade*, *ciência linear e cumulativa*;

- categoria voltada à acomodação de discursos transitórios: *reduccionismo transitório*, com a subcategoria: *ciência não neutra e de credibilidade acrítica*; e

- categoria gerada para acomodação de discursos próximos a quebra de um modelo causal: *complexidade epistemológica*; na perspectiva da noção de ciência complexa e multicausal.

Tais categorias merecem uma breve contextualização, a qual segue.

O termo *ciência reducionista*, tem em seu escopo a ideia de uma validação de conhecimento em última instância para a ciência como validadora inquestionável, a qual pode desdobrar-se com a ideia de *neutralidade* – crença de que os atravessadores sociais são “culpados” pelos percalços da ciência, deixando-a neutra e com credibilidade indiscutível. Tais conceitos podem se apresentar pela *ideia de linearidade e acúmulo* quanto à produção. Pessoas quando trazem essa crença desconsideram rupturas durante a produção científica, acreditando na ideia de que todos os conhecimentos foram verdadeiros e somados ao longo da história da ciência.

Todavia, detectam-se momentos em que as pessoas perante às experiências vividas começam a quebrar tais conceitos epistemológicos, porém ficam em um “limbo” apresentando transitoriedade em seus discursos. Nesse caso, surgem enquadramentos categóricos como noção de ciência *não neutra e de credibilidade acrítica*. Na biologia, essa categoria se estabelece em discursos em que ocorre a percepção de que a ciência seja passível de problemas e interferências, porém isso não necessariamente vem acompanhado no discurso da noção de possíveis posicionamentos ativos e intencionais por parte daqueles que

fazem ciência, por exemplo. Já a noção de complexidade está atrelada a um conhecimento mais denso e conceitual em que se é capaz de identificar necessidade de rupturas conceituais epistemológicas para que determinados conhecimentos se sustentem, podendo alcançar uma noção ampla de conhecimentos científicos como questões complexas e determinadas por várias causas e efeitos, conforme o enquadramento categórico aqui assumido por *ciência complexa e multicausal*.

Conforme já mencionado, essas categorias têm como intenção propiciar um primeiro filtro de análise, ou seja, tem com isso a ideia de propor um primeiro acomodamento discursivo para as falas dos acadêmicos. Todavia, nomina-se aqui de primeiro filtro, por haver como proposta nessa análise especificadamente realizar-se um segundo movimento analítico quase concomitante. Explicando-se mais detalhadamente trata-se do seguinte: após a acomodação dos discursos geradas em cada grupo analítico³⁶ epistemológico amplo, será realizada uma possível sobreposição categórica buscando-se um possível enquadramento das desses discursos nas categorias de âmbito social: *noção de participação social* e suas subcategorias *participação social não simétrica* e *olhar simétrico latouriano* assumidas desde a subseção anterior.

Conjectura-se que não será possível realizar esse movimento de sobreposição categórica com unanimidade. Possivelmente, alguns discursos consigam alcançar apenas o primeiro filtro analítico [categorias epistemológicas amplas], uma vez que muitos discursos não chegam a alcançar a noção de participação social. Contudo, considerando observações da subseção anterior, pode-se inferir haver uma relação entre posicionamentos desvelados nas categorias sociais e concepções epistemológicas nos discursos.

Considerando-se as etapas de passagens apontadas pela Orlandi (2002), a análise inicialmente procurou identificar nas formações discursivas dos acadêmicos indícios que apontassem a presença de um insistente modo reducionista de conceber as produções da ciência, havendo nesse âmbito manifestações como:

³⁶ As análises durante esta subseção serão organizadas não pela sequência das questões da entrevista semi-estruturada, mas sim por grupos categóricos. Ora, a cada categoria traz-se todos os discursos que se acomodam nesse movimento com as respectivas discussões. Isso tem a intenção de otimizar o movimento analítico e ainda, de não tornar ao leitor uma análise morosa ou repetitiva argumentativamente, por aquilo que seriam repetições de argumentos perante detecções das mesmas categorias a cada rol de questões.

Eu acredito que isso acontecerá logo. A tendência do ser humano é evoluir e a ciência também, então cada vez ficará mais fácil detectar isso (Acadêmico L4, questão 7).

[...] Hoje vejo que tudo no mundo tem química! Para mim ciência é o que leva o país para frente! Sem ciência o país não evolui. Tenho um sonho também né: de ganhar o prêmio Nobel. Ah, quero ganhar esse ou outro prêmio na área da pesquisa porque mostra que o cara é bom, né! (Acadêmico L4, questão 1).

A estrutura do átomo. Porque tudo que existe é formado por átomos. Então você descobrir a estrutura daquilo que formam todas as estruturas é muito importante! Assim como o átomo funciona e as ligações eletroquímicas que estabelecem são importantes. Para mim o mundo é pura química (Acadêmico A3, questão 2).

Acho que as coisas tem andado muito rápido na ciência. Creio que no futuro próximo acabem descobrindo isso sim (Acadêmico M3, questão 7).

[...] podem até já descoberto, mas às vezes não é favorável. A cura da AIDS, às vezes já existe, mas estrategicamente não é o momento para lançar isso. Não acredito que o que falte seja tecnologia ou conhecimento, apenas condições sociais ou econômicas, de patentes, sei lá, que não são favoráveis. (Acadêmico L4, questão 8B).

É possível observar nesses discursos aspectos cientificistas pautados na crença da superioridade teórica e prática da ciência em relação a qualquer outra produção de conhecimento (CHASSOT, 1994). O cientificismo manifesta-se por, uma redução científica voltada à área em formação, de modo que a química se estabelece como um filtro ou lente, praticamente uma caixa-preta pela qual tudo se torna compreensível.

Entre as frases de otimismo desses acadêmicos presentes em questões distintas, identifica-se a noção de uma ciência reducionista, observada pelos exemplos ilustrados pela própria área de atuação em formação, como a noção dos químicos de que tudo seja feito de átomo. Como segundo momento disso, surge a ideia de acúmulo de conhecimento, identificada pelos acadêmicos pelo fato de que aquilo que não foi descoberto não seja por algum erro conceitual de conhecimento em trâmite que necessite ser rompido, mas apenas algo que ainda não foi desvelado pela ciência. Desse modo, tende-se a negar implicitamente a presença de rupturas ou falhas na ciência.

As concepções que surgem nesses discursos estão impregnadas por aspectos de ordem cognitiva (LACEY, 1998), pautada na noção de racionalidade cartesiana. Para tanto, a ideia de haver um teor epistemológico possivelmente catequizado por manuais e recontextualizações ao longo da educação formal e

informal. Desse modo, o primeiro filtro categórico aponta para um reducionismo presente na subcategoria *ciência linear e cumulativa*.

Durante a busca por discursos que revelassem a presença de concepções de ciência, envoltos pela subcategoria *ciência neutra e de credibilidade*, observou vozes assim constituídas:

Ah, desde cedo eu sempre gostei de química. Eu sempre fui muito curiosa para saber do que eram feitas as coisas. Daí no ensino médio quando comecei ter aula no laboratório e a professora explicava o porquê aconteciam certas reações. Então eu comecei a entender e isso começou a me interessar mais ainda. Aí com as aulas de laboratório do ensino médio fez com que eu dissesse: não, realmente é essa profissão que quero seguir. E isso tudo fez também eu querer ir para a área de pesquisa, porque o meu padrasto é pesquisador, ele é biólogo. Então está tudo na área (Acadêmico M3, questão 1).

Uma coisa que admiro bastante foi à produção de conhecimento sobre as células-tronco. Claro que tem muito para se descobrir ainda sobre esse assunto, mas o pouco que tem já considero bastante. [...]. E acho também que não requer uma legislação para seus fins, sua utilização! Acho os cientistas são sensatos o suficiente para saber como usar esse conhecimento (Acadêmico L4, questão 3).

A genética é algo marcante para mim. Um exemplo seria os mapeamentos genéticos e a possibilidade em descobrir doenças e até curas (Acadêmico V3, questão 3).

“Acho que algumas terapias não foram propostas pelo preço, e a falta de público para comprar isso. Mas descarto que os cientistas não conseguiriam produzir esse conhecimento” (Acadêmico V2, questão 8B).

Existe uma relação praticamente unânime na maioria das pessoas de credibilidade sem questionamentos. Parece que dar crédito a algo esteja diretamente relacionado a não identificar possíveis erros, mesmo em se tratando de construções humanas. Nesse contexto, o discurso parece migrar para a categoria de *ciência neutra e de credibilidade*, devido a indícios apontados como a certeza de acertos nas produções de conhecimento e a não corrupção e neutralidade do cientista.

A ciência tem uma forte carga de validação. Não é facilmente rompido seu fascínio e admiração, e isso não seria um problema. A questão intrigante são os requisitos envolvidos nessa crença: neutralidade, linearidade e acúmulo de conhecimento em sua produção. O discurso apresenta a complexidade como um processo percorrido dentro de um caminho linear e acumulável ao ilustrar o naftaleno, por exemplo. Ali, tudo parece um processo de descoberta, de modo que

aos poucos tudo tende a se encaixar. Essa concepção científica tem seus pés fincados na modernidade. A ciência moderna nasceu e se desenvolveu voltada a concepção de um saber baseado pelo critério de verdade (JACOB, 1998, p. 111).

Não restam dúvidas de que a produção realizada pela ciência seja de grande validação e importante para a humanidade. Todavia, o incômodo está em averiguar a relação de validação atrelada a ideia de negação ou omissão historiográfica dos problemas e falhas nesse percurso bem como a repetição manualizada de uma produção linear.

Fechando-se o acomodamento dos discursos na categoria *ciência reducionista* com suas respectivas subcategorias, vale buscar entre tais discursos indícios que os reacomodassem nas categorias sociais criadas na subseção anterior e não abandonadas aqui, mas observadas como um segundo filtro analítico e, logo, uma sobreposição categórica. Para tanto, quanto a uma possível sobreposição categórica entre epistemologia e posicionamento social, parece detectar-se aspectos sociais nos discursos representados pelo acadêmico L4 em praticamente todos os momentos em que se posicionou bem como nas poucas palavras do acadêmico V2.

Do ponto de vista analítico, fica evidente nesses discursos acadêmicos, o quanto a ciência não é neutra e, portanto, cheia de fatores externos presentes interagindo nesses contextos. Porém, a fala acadêmica apesar de permitir ao leitor denunciar isso, não é utilizada por eles com tal intenção. Seus discursos apesar de deixar claro, a não neutralidade científica parece ser assumido com a ideia de neutralidade. O que justifica isso seria a maneira como os atores sociais são distribuídos nesses discursos, sendo identificados como coadjuvantes ou meros trampolins para galgarem-se os *status* almejados na ciência.

Isso traz no discurso na perspectiva social dentro da categoria: *noção de participação social* e subcategoria *participação social não simétrica*. Fica nesse primeiro agrupamento categórico, estabelecida uma possível sobreposição de categorias/subcategorias epistemológicas e sociais no seguinte sentido: *ciência reducionista [ciência linear e cumulativa; ciência neutra e de credibilidade]* e *participação social não simétrica*. Propõe-se seguir esse movimento analítico estabelecendo-se essas relações sobrepositivas até o final dessa subseção, de modo a estabelecer algumas considerações sobre as relações entre essas sobreposições ao final da subseção.

A crença na neutralidade científica, tende a revelar uma possível ingenuidade sobre a ciência como produção humana. A neutralidade científica parece destituir da ciência tanto erros teórico-experimentais quanto possíveis riscos do mau uso de um conhecimento. Nesse caso, além de não ocorrer uma possível noção de participação social na produção científica, ainda se aleija qualquer perspectiva de uma interação dialógica nas tomadas de decisões sociais sobre tais produções (LEWENSTEIN, 2003).

Tal dado é preocupante na formação de futuros professores-pesquisadores, porque possivelmente reproduzirão esses modelos na sua jornada de trabalho. É pertinente ressaltar que na sociedade contemporânea a proposta seja justamente o inverso desse processo: a alfabetização científica por meio da noção de perspectivas sociais interagindo na produção científica e ainda desdobrando-se em discussões de âmbito social (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Ao longo da análise foi possível identificar discursos transitórios epistemologicamente acomodando-se na categoria *reducionismo transitório*.

Essa parte da burocracia. Tudo demora. E também você tem que tomar cuidado para não fazer coisa errada. Por exemplo, você fez uma experiência e por causa de um errinho deu um resultado diferente. Por exemplo, esses dias atrás descobriram umas partículas que andavam mais rápido do que a luz daí eles não quiseram publicar isso, e acabaram descobrindo que deu um erro no computador e que aquilo estava errado. Então essas coisas atrapalham a ciência e seu avanço (Acadêmico A3, questão 4).

[...]. Só mudou o foco, mas continua existindo padrões. Por exemplo, o padrão de beleza da mulher é condicionado pelo seu perfil físico. [...]. Agora voltando para as questões genéticas. Antigamente na época de Hitler era produção de uma raça ariana. Agora são outras questões. Eu li um que falava sobre a possibilidade de modificar o DNA do bebê já no primeiro mês de gravidez. [...]. Acho que não é muito positiva, porque, por exemplo, se você quiser a mutação de uma pessoa, vamos supor: tem um grupo de 70% das pessoas terem o mesmo gosto, logo todas vão querer ter um bebê parecido. Então não terá mais aquela heterogenia. Ficará todo mundo igual e acho isso algo ruim. A natureza já fez questão de possibilitar a diversidade como uma forma de manter a espécie perante impactos ou catástrofes, agora padronizar parece um retrocesso (Acadêmico M3, questão 7).

Nesses discursos, talvez o ponto mais divergente dos anteriormente apresentados seja a noção de não neutralidade da ciência, mas sua credibilidade ainda permanece intacta. A categoria *ciência não neutra e de credibilidade acrílica* inseri-se em situações que o discurso desvela existir ausência de neutralidade na ciência devido a ser uma produção social. Por sua vez, não considera isso como um

aspecto de caráter questionador e crítico nessas produções. O problema, porém está no fato de que essa credibilidade acrítica utiliza-se dos fatores sociais como responsável pelas mazelas da humanidade, conforme segue com mais evidência:

Eu acredito que o dinheiro também atrapalhe as pesquisas. Não tem como separar um trabalho científico do dinheiro que será gasto nele. Agora eu não faria uma pesquisa que pusesse em risco a vidas das pessoas por dinheiro. Isso porque eu estaria trocando a vidas das pessoas por um bem econômico para mim (Acadêmico V2, questão 6).

[...]. Primeiro pensei em fazer física, [...]. Daí eu fiz vestibular para química. Depois que entrei mudou muito. Descobri que é muito mais formal do que parece. Tem muito mais burocracia do que aparenta. Eu pensava que era só fazer a pesquisa e mostrar a amostra. Mas não, tem que lidar com órgãos do governo, patentes. [...]. A ciência é uma produção humana por isso tem erros, mas talvez seja a forma de conhecimento que mais se aproxime da verdade. (Acadêmico A3, questão 1).

Esses discursos têm avanços do ponto de vista epistemológico, porém isso não alcança o nível de apreensão social do modo almejado. A problemática em torno disso é a ausência da formação de uma sociedade cidadã e participativa em decisões que envolvam o conhecimento científico (LEWENSTEIN, 2003).

Desse modo, enquanto acomodam-se na subcategoria transitória reducionista aqui assumida como *ciência não neutra e de credibilidade acrítica* tem como segundo filtro analítico [categorias/subcategorias sociais], a permanência da sobreposição da subcategoria *participação social não simétrica*.

Para autores como Latour (2000), questões como as apontadas pelo acadêmico A3 como burocracia, órgãos de governo e patentes são aspectos pragmáticos e intrinsecamente participantes da pesquisa e não necessariamente “um mal necessário”. Nesse território se estabelece a noção de simetria entre os microprocessos, a qual se dá no cotidiano das equipes, e as negociações que envolvem um universo dilatado de elementos e questões, reunindo especialistas e também não-especialistas.

O que se pode observar nos discursos seria a detecção de atores sociais, porém não como participantes da pesquisa, mas sim como um interferente negativo ou ainda como algo inanimado.

De antemão, pode-se identificar que um deslocamento mediano no discurso epistemológico não necessariamente alcance com a mesma a intensidade

o discurso social. Do primeiro grupo categórico [*ciência reducionista*] para este, houve um deslocamento discursivo dos aspectos epistemológicos, de modo a haver um rompimento parcial da visão moderna reducionista, sendo necessária a criação de categorias e subcategoria transitória para melhor acomodação discursiva. Contudo, isso não alcançou com a mesma intensidade o discurso sobre o âmbito social. Os reportamentos feitos a estes aspectos permanecem não simétricos.

Tais constatações eram previsíveis, uma vez que a apresentação de um modelo educacional científico apenas internalista, não tende a promover a presença de atores sociais nas pesquisas. Por conseguinte, antes de haver trabalhos como as perspectivas simétricas latourianas, houve trabalhos que denunciaram a não neutralidade da ciência e a presença de aspectos sociais nas pesquisas³⁷. Para tanto, tais vozes crítico epistemológicas ecoam nesses discursos, de modo a trazerem aspectos sociais, ainda que sejam como atravessadores e intrusos das pesquisas científicas.

Seguindo-se esse corpo analítico, cabe destacar que uma das marcas do reducionismo moderno refere-se à racionalidade ditada pela relação de causa e efeito de modo direto. Contudo, vários microcenários como na física as perspectivas einsteinianas e na genética, campos de pesquisa como a epigenética³⁸ tem demonstrado a necessidade de uma abordagem mais sistêmica para se alcançar respostas para muitos trabalhos em trâmite (WOLFFE; MATZKE, 1999).

Em pesquisas anteriores, observou-se haver em projetos como o PGH, a necessidade do rompimento de um olhar epistemológico reducionista e a utilização de uma epistemologia crítica como forma de se interpretar as pesquisas desdobradas após o PGH (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012). Esse tipo de abordagem crítica presente no discurso contemporâneo em vários microcenários pode ser classificado categoricamente como categoria: *complexidade epistemológica*. Tal categoria será aqui assumida para a acomodação de discursos próximos a quebra de um modelo causal. A subcategoria desdobrada para isso será a noção de *ciência complexa e multicausal*.

³⁷ Indica-se a leitura de trabalhos e autores como: MERTON, R.K.: *The Sociology of Science*, Univ. of Chicago Press, 1973; BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (Org.). *Pierre Bourdieu: Sociologia*. São Paulo: Ática, 1983; FLECK, L. *The Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago: Univ. of Chicago, 1979.

³⁸ Estudos contemporâneos que atribuem não apenas aos genes, mas a diversos microfatores a expressão fenotípica

Os discursos mostraram-se ricos nesse âmbito categórico surgindo discursos que chegaram a apontar aspectos de rompimento de uma epistemologia reducionista alcançando um olhar bem sistêmico sobre os trabalhos genéticos atuais.

Devido a como cada pessoa reage ao tratamento. Uma pessoa pode ficar boa com um tratamento e outra pessoa não. Isso depende de como cada organismo responde ao mesmo medicamento. Talvez um problema seja o de a ciência ao produzir medicamentos fazer isso desconsiderando a diversidade microgenética dos indivíduos. Falta mudar o olhar sobre a vida e as técnicas envolvidas nesse processo (Acadêmico A3, questão 8B).

Um exemplo disso seria o funcionamento dos vírus. Sua capacidade de mutação, de alguns serem retrorversos, entre outros aspectos faz com que assim que se consiga desenvolver vacinas para um grupo, já exista outra escala de complexidade incidindo sobre isso. Agora quanto ao aspecto genético que você perguntou creio que o que falei do vírus serviria para a interferência microambiental, por exemplo, posso nascer com a mesma pré-disposição à doença que minha mãe, entretanto estar inserida em estímulos ambientais, por exemplo, que funcionem como supressores ou desencadeantes disso. Creio que descobrir a cura para uma doença nesse modelo causal não funcione com doenças genéticas que envolvem muitas redes de interação genética (Acadêmico M3, questão 8B).

Na formação discursiva dos acadêmicos A3 e M3, aparece o rompimento de um modelo epistemológico reducionista que se incide pela utilização de conceitos epigenéticos como a interferência microambiental e a diversidade microgenética. No caso do acadêmico M3, o discurso destacou pesquisas bem atuais da área. Possivelmente, entre os motivos que justifiquem essa apropriação discursiva esteja o fato de que, esse acadêmico tenha um padrasto biólogo e pesquisador, conforme comentando durante a questão nº 1 “[...]. E isso tudo fez também eu querer ir para a área de pesquisa, porque o meu padrasto é pesquisador, ele é biólogo. Então, está tudo na área” (Acadêmico M3).

Outros discursos desse mesmo acadêmico também apontaram rumo à noção de complexidade, porém não se utilizou tanto de perspectivas epistemológicas, deixando mais nítida suas apreensões sociais:

[...] vamos imaginar que tem um cientista que se preocupa muito com a opinião que terão sobre o trabalho dele, então acho que isso acaba influenciando, porque ele acaba tendo medo expor sua ideia para a comunidade científica. Ele imagina: será que vão acreditar ou criticar meu trabalho? Isso acho que envolve bastante. Isso acaba deixando-o retraído, além de também pensar: tenho que ser cuidadoso com isso, porque outra pessoa pode ir lá e pegar minha ideia e acabar montando primeiro e eu ficar aqui. Com isso a outra pessoa acaba ganhando um prestígio que não é dela. O cientista não vai se preocupar com o que um leigo da área dele irá falar, porque ele vai pensar que qualquer coisa que falar não irá entender.

Mas preocupa-se com a opinião de quem realmente sabe, de quem tá ali com ele, a sua comunidade. Porque uma pessoa que sabe da área poderá criticar o trabalho, agora uma pessoa que não sabe o que vai poder falar sem ter o domínio do tema? A população sabe muito pouco. [...]. Pensa, a sociedade leiga não vai ler o artigo dele [cientista]. Então ele irá escrever o artigo para quem conhece o tema (Acadêmico M3, questão 6).

Nesse discurso, inicia-se um movimento próximo da intencionalidade do professor regente da sala: o de trazer à noção de haver aspectos sociais participando de modo intrínseco à pesquisa. Para tanto, ainda havendo resquícios talvez de concepções modernas sobre a ciência, aparece noções sociais mais articuladas. O acadêmico traz para seu discurso noções latourianas como a “necessidade de aliados para haver pesquisas”, logo fica evidente a presença de negociações. Sabe-se que é preciso se ter aliados, ou seja, outros cientistas que mesmo atuando como discordantes busquem novos conhecimentos sobre aquele assunto já iniciado. Vale lembrar que “um documento se torna científico quando tem pretensão a deixar de ser algo isolado” e existem aliados (LATOURE, 2000, p. 55-56).

O que se observou nessas manifestações discursivas foi a presença de aspectos valiosos que participam da rota de produção de conhecimento científica como: noções de aliados e do papel das inscrições até o alcance das consolidações de caixas-pretas – conhecimentos consagrados funcionalmente aportados como alicerces para outras pesquisas. Afinal, de acordo com Latour, se é verdade que os aspectos epistemológicos são fundamentais para a validação de textos científicos, o mesmo precisa ser dito, em termos de importância para tal validação, a respeito dos aspectos pragmáticos. Para tanto, o que está em questão como contribuidor de validação não seria a afirmação de alguém, mas sim de várias pessoas intituladas. Tais textos científicos possuem por sua vez, *inscrições*. Essas inscrições são obtidas “pela montagem de instrumentos³⁹” (LATOURE, 2000, p. 115).

Os discursos do acadêmico M3 ao longo da questão nº 6 e 8B se sustentam no primeiro filtro categórico no grupo subcategórico epistemológico *ciência complexa e multicausal* bem como se estabelece dentro do segundo filtro de análise em uma perspectiva mais próxima aos dispositivos latourianos classificando-se na categoria social *olhar simétrico latouriano*.

Perceba que nas outras categorias epistemológicas não foi possível

³⁹ Chamarei de instrumento (ou de dispositivo de inscrição) qualquer estrutura (sejam quais forem seu tamanho, sua natureza e seu custo) que possibilite uma exposição visual de qualquer tipo num texto científico. Essa definição é suficientemente simples para permitir acompanhar os movimentos dos cientistas (LATOURE, 2000, p. 112).

estabelecer uma relação entre categoria epistemológica e categoria social simétrica. Esse parece ser o primeiro discurso que possibilita uma relação entre epistemologia e avanço rumo à noção de simetria. Certamente, a partir do momento em que um acadêmico se aproprie de noções sociais seja impossível não ter um posicionamento epistemológico, o que por sua vez não pode ser sustendo pelo caminho inverso. Não necessariamente ter um discurso epistemológico seja segurança de se ter a apropriação de um discurso social mais articulado.

Todavia, não restam dúvidas de que uma apropriação epistemológica mais crítica como a manifesta por meio de concepções que se acomodam na subcategoria *ciência complexa e multicausal* contribua para a abertura de discussões mais próximas da ideia de simetria em sala de aula. Porém, a proposta de trabalhos como o caminho trilhado pelo professor durante essa coleta tende a propiciar tanto discussões sociais quanto, por conseguinte, uma apreensão epistemológica crítica – almejada por aqueles que realizam trabalhos internalistas de cunho crítico na atualidade.

Na sequência, cabe destacar o discurso do acadêmico L4:

Acho que é o caso que comentei na questão passada, existem os interesses econômicos associados na produção da ciência. Agora quem está mais por trás disso creio ser o dono da empresa, ou seja, ele que teria mais interesse nessa manobra. Porém acho que o cientista tende a ser influenciado pela possibilidade de ganhar mais com isso ou ainda o quanto isso pode contribuir com sua imagem no meio da pesquisa. Se eu tivesse uma proposta de um dono de laboratório para participar de uma situação de produzir um medicamento que pudesse apenas aliviar ao invés de algo que curasse provavelmente faria sim, ah acho que sim! Olha, talvez participasse da pesquisa mesmo que fosse para fazer algo que pudesse prejudicar um pouco, porque pensa bem, quando se fala em ciência da vida e não da morte, quer dizer teve o povo que trabalhou para a guerra envolvendo ciência não é? Mesmo que indiretamente (Acadêmico L4, questão 5B).

Esse discurso também se acomoda na subcategoria não reducionista, enquadrando-se nas mesmas perspectivas dialógicas que o acadêmico M3, com relação sobrepositiva categórica: *ciência complexa e multicausal* e *olhar simétrico latouriano*. Contudo, o nível de apreensão social simétrico talvez tenha um resquício não simétrico no momento em que, por um jogo de palavras, o termo influência foi remetido no discurso: “[...] o cientista tende a ser influenciado. [...]” (Acadêmico L4, questão 5B). Esse termo talvez ainda seja uma forma de eximir o cientista de culpa trazendo uma insistente noção de neutralidade. Entretanto, mostra-se como algo isolado no discurso, permanecendo aqui apenas como uma

possível inferência de transitoriedade.

Existe um modelo reducionista veiculado por um discurso epistemológico persuasivo, o qual fez parte de uma das defesas dessa tese durante o corpo teórico. De tal modo, chegando-se ao final desse arcabouço analítico concluiu-se a importância de ações no ambiente acadêmico que busquem romper esse modelo unilateral de se enxergar a produção científica. Identificou-se haver ainda uma incipiência discursiva nos acadêmicos no que tange ao deslocamento de um modelo apenas epistemológico para a uma noção mais simétrica. Porém, ficou evidente que surgiu entre os acadêmicos, ao longo dessa disciplina, um deslocamento presente em várias formações discursivas desse movimento esperado, conforme mencionado nos últimos discursos e nesse que segue.

[...]. Não existe só o desejo científico tem também o desejo econômico. Isso é do ser humano sabe: o desejo por dinheiro e poder! Você pode ser a pessoa mais pura que tiver, depois que conhece o dinheiro, o poder e os benefícios que isso pode te trazer a pessoa muda. Acredito que a pessoa passe por cima até das questões éticas. Não posso dizer seu eu passaria também, porque teria que ter acesso ao poder para descobrir isso (Acadêmico A3, questão 5A).

Esses posicionamentos mais críticos e ativos em relação às pesquisas científicas são suficientes como fomento para a ideia de que seja relevante haver o prosseguimento de ações como a desse professor ao longo de sua disciplina, em outros contextos acadêmicos. Entretanto, abarcando-se um número maior de disciplinas e a frequência com que isso ocorra.

Ora, foi apenas uma disciplina semanal durante um único semestre, mas mostrou-se suficiente para justificar a ideia de que exista um insistente alcance persuasivo epistemológico sobre microcenários como o PGH, e que haja uma participação simétrica entre epistemologia e aspectos sociais. Normalmente, o que se dá, é um esquecimento por parte das histórias manualizadas, dos aspectos sociais, sendo estas jogadas para debaixo do tapete após a consolidação das produções científicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essas considerações parece ser o momento não apenas de retomar os aspectos que se estabeleceram como perspectivas centrais da tese consolidadas na escrita final – é momento também de desvelar um pequeno ‘making of’ dessa pesquisa.

Como já mencionado na introdução os enunciados (EC*i*) e (EC*ii*) foram defesas assumidas nessa tese. Entretanto, isso não foi algo que se construiu de imediato, foram necessárias várias idas-e-vindas durante a escrita inicial até se compreender seus papéis na pesquisa. No primeiro percurso dessa escrita, esses enunciados pareciam estar acoplados dentro do problema de pesquisa. Contudo, aos poucos foi ficando evidente que tais enunciados se tratavam de defesas – afirmações assumidas e capazes de serem confirmadas nos capítulos 1 e 2.

Quanto ao cenário da pesquisa, desde o princípio desse processo não houve dúvidas quanto à escolha do PGH como episódio da ciência de observação e constatação desses enunciados, isso devido a aspectos como: o fato de ser um episódio recente; ter grande apelo social; e estar atrelado à área de graduação da pesquisadora.

Após a nitidez dada aos enunciados, o que pareceu ser mais desafiador e, portanto, difícil foi delimitar o problema de pesquisa que deveria estar atrelado a esses enunciados assumidos, sem perder de vista o ensino de ciências – local este em que esta tese se estabeleceu. Havia até esse momento aspectos como: epistemologia, o contato com a obra de Bruno Latour como referencial teórico interpretativo e o ensino.

Nesse trâmite, optou-se por coletar dados em uma disciplina de História e Filosofia da Ciência. Mas coletar o quê? Como? E ainda, como alcançar respostas para o problema a partir desta coleta?

Diante dessas dúvidas, optou-se por gravar todas as aulas da disciplina durante o semestre. Dentre o material coletado está: a transcrição de todas as aulas; duas avaliações realizadas pelos alunos; um questionário sobre PGH [apêndice 1: A e B]; um questionário sobre pós-PGH; e entrevistas semiestruturadas.

No primeiro esboço desta tese todas essas coletas apareceram e foram importantes para se compreender seus papéis e relevância para a pesquisa. Ali se foram algo em torno de trezentas páginas de escrita.

Todavia, a tese trata-se de uma pesquisa que exige um caráter mais objetivo. É momento de traçar e cumprir objetivos de alcance. Deste modo, não restam dúvidas que dessa primeira versão saíram ideias de artigos, e novas pesquisas. Entretanto, desse tatear surgiu o “caldo” mesmo da pesquisa. Ao ver-se tudo que foi coletado e analisado chegou a hora de compreender-se o que realmente almejava-se e construir o texto final.

Acredita-se ser pertinente essa exposição, de modo a compartilhar com o leitor as angústias, alegrias e superações que uma pesquisa pode propiciar. O quanto existe de significado por trás das palavras que se apresentam na escrita final, e ainda o desafio que se encontra para aqueles que decidirem por realizar assim como aqui: uma pesquisa que tendo por objeto um cenário da ciência se estabeleça a partir de um problema que alcance o ensino por meio de uma discussão epistemológica e pragmática. Contudo, confessa-se aqui, que se preciso fosse: recomençaria-se exatamente esse mesmo percurso. Um percurso desafiador.

O que se apresenta na sequência trata-se das considerações dessa tese, porém realizada por uma pesquisadora que perpassou por todos esses momentos brevemente expostos. Portanto, após essa sucinta contextualização dos bastidores dessa tese, segue algumas considerações construídas a partir dessa versão final.

A partir desse momento inicia-se o retomar dos aspectos que se estabeleceram como perspectivas centrais da tese consolidadas na escrita final.

Como exposto inicialmente, dentre os pontos significativos que contribuíram para a construção dos primeiros capítulos dessa tese estão os enunciados (EC*i*) e (EC*ii*) aqui retomados: (EC*i*) *no meio de tanto êxito científico da genética molecular, no meio de uma epistemologia que se apresenta como respeitável – o discurso do PGH comporta também enunciados que apontam expectativas e que podem ser compreendidos por leigos; e, entretanto que, (EC*ii*) existe uma tendência a não se levar em consideração – sobretudo depois que um campo disciplinar se consolidou – tais aspectos que não podem ser compreendidos apenas pela epistemologia e, portanto, exigem uma abordagem pragmática para sua compreensão.*

Defender esses enunciados talvez não tenha sido mais difícil do que identificá-los como defesas assumidas nessa pesquisa. Entretanto, a cada novo momento dessa pesquisa, ao se encontrar indícios que os confirmassem, tais enunciados foram se estabelecendo como pilares capazes de justificar o problema de pesquisa que direcionou a tese: *diante do acesso e da possibilidade de escolha entre uma abordagem de âmbito apenas epistemológico [aspectos internalistas] ou uma abordagem que reconheça a presença de atores sociais nas pesquisas [aspectos externalistas] de modo simétrico, quais aspectos dessas abordagens terão maior alcance entre acadêmicos?*

O primeiro e segundo capítulo teve a proposta de trazer evidências a esses enunciados. Desse modo, metodologicamente foi interessante trazer indícios que apontassem a epistemologia que pairou sobre o PGH. A epistemologia que permeou o PGH trata-se da replicação de uma concepção de ciência ampla outorgada desde a modernidade, denominada por críticos epistemólogos de reducionismo. No caso do genoma, esse modelo se ilustrou por um determinismo genético, ou seja, uma ideia salvacionista do mapeamento gênico como modo de destituir-se das mazelas hereditárias.

Todavia, esse alcance determinista somente encontrou forças devido à maneira como a ciência produz conhecimento e o dissemina. Isso se dá por meio de recontextualizações, ou seja, formas de se traduzir um discurso científico, de modo que alcance várias esferas chegando-se ao público leigo. No PGH, esse trâmite foi propiciado pelas expectativas veiculadas não somente antes, mas durante a pesquisa.

Do ponto de vista epistemológico, existem muitas discussões acerca dessas expectativas direcionadas por projetos como o PGH e o alcance de seus resultados (RAMOS, NEVES e CORAZZA, 2012). Contudo, essa tese buscou não desdobrar as implicações epistemológicas desses contextos. Por isso, o segundo enunciado estabeleceu-se na pesquisa. Ora, mais do que existir uma epistemologia no PGH, existe assim como em qualquer microcenário aspectos sociais. Entretanto, insistentemente há um modo de se apresentar a historiografia que corriqueiramente desconsidera esses aspectos.

Diante disso, uma abordagem de cunho apenas epistemológico não contribui para evidenciar a existência desses aspectos e muito menos discutir sua

importância e interação na pesquisa. Para tanto, optou-se por um olhar externalista sobre o PGH.

De antemão, precisa ser reafirmado que os termos *internalista* e *externalista* dispostos durante essa pesquisa não teve a intenção de insinuar uma dicotomia maniqueísta entre algo interno e externo às pesquisas. A utilização desses termos não se deu em momento algum para dividir a ciência sobre dois focos de observação, mas provocativamente querer mostrar que possa existir um olhar *internalista* sobre a ciência unilateral, mas que um olhar *externalista simétrico* sobre a ciência é por si só *internalista* e *externalista*. Afinal, a ideia latouriana assumida nessa tese se insere para trazer junto à perspectiva de análise aquilo que estava à margem: aspectos sociais. Todavia, sem negar aquilo que já é constatado por todos como intrínseco à pesquisa. Trata-se de trazer quem faltava ser reconhecido com seus devidos pesos e papéis para a pesquisa.

Essa tese possibilitou observar, por meio da coleta de dados, que as pessoas foram em um primeiro momento, catequizadas para interpretar a produção científica, apenas por um modelo de alcance epistemológico, ou seja, *internalista* representado na maioria das vezes por uma abordagem unilateral. Entretanto, a intenção com o problema de pesquisa apontado foi mais do que confirmar isso, mas sim de identificar o quanto essa possibilidade interpretativa se mantém perante a outras formas de se enxergar a ciência como, no caso, a partir da visão simétrica de Bruno Latour.

A coleta de dados mostrou-se rica e bem maior do que aquilo trazido para a tese. Vários materiais foram coletados durante a disciplina observada. Contudo, o doutorado não é momento apenas de se construir uma tese, mas de se construir como pesquisador. Por isso, em muitas interpretações apontadas nas duas análises inseridas nessa pesquisa se tem o olhar de alguém que esteve como um aparente simples armário observando a sala de aula em seu contexto.

Ali, ficaram nítidas as negociações pretendidas entre o professor e seus acadêmicos. Em vários microcenários apresentados pelo professor, ocorreu a tentativa do rompimento de uma visão unilateral por meio do uso de textos que exigiam do acadêmico o incômodo de sair da lente constituída pelos óculos apenas epistemológicos e o uso ainda meio desfocado ou amedrontado de lentes mais simétricas.

Diz-se “desfocadas” às lentes, porque muitas vezes o uso da aplicação de aspectos sociais foi causado por uma ideia de interferência, de vilão e não de algo que para quem escrevia essa tese e para aquele que estava lecionando [professor] parecia tão interno quanto à epistemologia já consagrada de *internalista*.

Identificou-se logo nas primeiras aulas que a ideia assumida pelo professor durante a disciplina não se tratou em reforçar e redistribuir os papéis de bom moço e vilão entre fatores internos e sociais da ciência. A intenção esteve sobre o foco da desmistificação do uso unilateral cientificista como único filtro analítico. Todos os movimentos do professor em sala, tiveram a intenção de propiciar um corpo teórico-argumentativo aos acadêmicos, de modo a conseguirem identificar a presença de questões sociais participativas nas pesquisas como algo intrínseco à uma produção humana (LATOURETTE, 2000).

A análise trouxe a percepção de que os acadêmicos ao assumirem uma abordagem de cunho epistemológico para interpretar os microcenários apresentados e discutidos em sala, conseguiam manter apenas aspectos internalistas em suas análises. Por sua vez, quando assumiam uma postura de escolha e apreensão tida por externalistas, ou seja, de considerar aspectos sociais participando na pesquisa, conseguiam trilhar dois caminhos: o de manter-se ainda unilateral, apontando uma abordagem social apenas para reafirmar sua postura epistemológica [participação social de maneira não simétrica]; ou detectando que os aspectos externos participam simetricamente na pesquisa.

A apreensão dessa abordagem simétrica, porém, não se estabelece de forma externalista unilateral. Os discursos apontaram que assumir tal abordagem implica em se ter um olhar interpretativo epistemológico autorregulado à noção social.

Outra importante percepção que as análises permitiram foi de perceber que os acadêmicos já haviam sido catequizados por um olhar epistemológico; portanto, não eram neutros quanto a isso. Tiveram influências de livros didáticos, textos midiáticos, entre outros comentados casualmente nos discursos.

Por isso, ao final da análise sobre o PGH [subseção 3.1.4.1], foi possível perceber que seria importante identificar seus olhares epistemológicos como um primeiro filtro analítico, de modo a estabelecer como as diversas intensidades e níveis epistemológicos – ditados na análise pela criação de

categorias e subcategorias – contribuíram para propiciar a apreensão de abordagens sociais simétricas ou não, quando seus discursos assumissem a existência de fatores sociais nas pesquisas.

A percepção da existência de uma epistemologia ainda que unilateral presente entre os acadêmicos, com suas diversas nuances, contribuiu para algumas afirmações. Entre tais afirmações está a confirmação da importância de trabalhos internalistas que busquem romper uma visão ingênua sobre ciência. Trata-se de possíveis degraus, trampolins, ou seja, porta de acesso para o segundo momento: momento de se identificar aspectos sociais e de assumir uma postura mais sistêmica, de rede, e logo simétrica sobre as produções científicas.

Contudo, entende-se que tais percepções não se sustentam para justificar a existência de pesquisas apenas internalistas; ou ainda, como argumento para se negar pesquisas como essa que aos poucos se encerra, pois o acesso à ruptura de uma visão simplista epistemológica não se confirma como garantia de acesso para um movimento simétrico. Entretanto, o inverso assegura isso, ou seja, um acadêmico ou qualquer cidadão, ao ter contato com uma abordagem aqui assumida como externalista, porém simétrica terá não apenas um posicionamento sobre aspectos externos mas também internos da pesquisa. Ora, no momento em que se assume um olhar social [externalista] de âmbito simétrico, tem-se não um modelo unilateral, mas uma abordagem tanto internalista quanto externalista sobre as produções da ciência.

Desse modo, não se nega aqui ou se tira o mérito das pesquisas epistemológicas das quais esta pesquisadora também esteve realizando anteriormente. Porém, a partir dessa pesquisa, propõe-se como ferramenta metodológica para a área de ciências a utilização de abordagens simétricas durante as aulas tanto nas graduações quanto na educação básica nos momentos de apresentação das produções científicas.

Encerra-se essa pesquisa com a sugestão de seguir-se esse caminho aqui iniciado tendo-o como um possível formato de programa de pesquisa para se analisar as relações e apropriações de conhecimento que se constituem corriqueiramente em sala de aula. Quanto ao papel do ensino de ciências para a sociedade, defende-se que essa perspectiva também seja uma das possibilidades de se cumprir a agenda contemporânea, a qual tem como foco: a efetiva

participação social nas tomadas de decisões populares [informes] sobre conhecimentos científicos em trâmite (LEWENSTEIN, 2003).

REFERÊNCIAS

- AUTHIER-REVUZ, J. Hétérogénéité montrée et hétérogénéité constitutive: éléments pour une approche de l'autre dans l'être. *DRLAV – Revue de Linguistique*, Paris, n. 26, p. 91–15, 1982.
- BERNSTEIN, B. **A estruturação do discurso pedagógico**: classe, códigos e controle. Petrópolis: Vozes, 1996.
- BLOOR, D. **Knowledge and social imagery**. Londres: Rotledge and Kegan Paul, 1991.
- BRITO SILVA, G. História e lingüística: algumas reflexões em torno das propostas que aproximam a história da análise do discurso. **Sæculum – Revista de História**, v. 11, p. 28-41, 2004..
- BURBANO, H. A. Epigenetics and genetic determinism. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 13, n. 4, p. 851-863, out-dez. 2006.
- CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino de ciências**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- CHASSOT, A. **A Ciência através dos Tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.
- CALLON, M.; LATOUR, B. Unscrewing the Big Leviathan: How Actors Macrostructure Reality and Sociologists help them to do so", Knorr-Cetina and Cicourel, 1981. Disponível em: <<http://www.bruno-latour.fr/articles/article/09-LEVIATHAN-GB.pdf>>. Acesso em 25/06/13.
- CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa Qualitativa: Análise de Discurso versus Análise de Conteúdo. **Texto Contexto Enfermagem**: Florianópolis out-dez; v. 15, n. 4, p. 679-84, 2006.
- CASSIER, M. L'émergence de nouvelles forme d'invention collective: réseaux et consortia de recherche dans le domaine de la biotechnologie. **Annales de Mines, Réalités Industriel**, p. 74-77, févr. 1998.
- COLLINS, F; GREEN, E.; GUTTMACHER, A. E.; GUYER, M. A vision for the Future of Genomics Research. A Blueprint for the Genomics Era. **Nature**, v. 422, n. 6934, p. 835-847, 2003a.
- COLLINS, F; MORGAN, M; PATRINOS, A. The Human Genome Project: Lessons from Large-Scale Biology. **Science**, v. 300, n. 5617, p. 286-296, 2003b.
- DAVIES, K. **Decifrando o genoma**: corrida para desvendar o DNA humano. São Paulo: Companhia das letras, 2001.
- DARTIGUES, A. **O que é fenomenologia?**. São Paulo: Moraes, 1992.
- DOSSE, F. **O Império do sentido**: a humanização das Ciências Humanas. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2003.

DULBECCO, R. **A Turning point in cancer research: sequencing the human genome.** *Science*, n. 231, p. 1055-1056, 1986.

DYSON, F. **O Sol, o Genoma e a Internet.** São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

EL-HANI, C. N. Between the cross and the sword: The crisis of the gene concept. ***Genetics and Molecular Biology***, v. 30, n. 2., p. 297-307, 2007.

ERIBON, D. **Michel Foucault.** Lisboa: Livros do Brasil, 1990.

GALAS, D. J. Making Sense of the Sequence. ***Science***, v. 291, n. 5507, p. 1257 – 1260, 2001.

GATTÁS, G. J. F. *et al.* Genética, biologia molecular e ética: as relações trabalho e saúde. ***Ciência e Saúde Coletiva***. v. 1, n. 7, p. 159-167, 2002.

GOLDIM, J. R.; MATTE, U. Projeto Genoma Humano (HUGO). **Bioética e Genética**. Disponível em: <<http://www.bioetica.ufrgs.br>>. Acesso em 07/01/2012, p. 01-39.

GROS, F. **Os segredos do gene.** Tradução Ana Sampaio. Lisboa: Dom Quixote, 1991.

HAUSMANN, R. **História da biologia molecular.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1997.

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

HERNÁNDEZ, A. A. La sociología de las ciencias y de las técnicas de Michel Callon y Bruno Latour. *In*: LEDESMA, J. O C; MARTÍNEZ, E. P; HERNÁNDEZ, A. A. (orgs). **Um debate abierto.** Escuelas y corrientes sobre la tecnología. Chapingo, Mexico: Universidad Autónoma Chapingo/Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (PIHAAA-CIESTAAM), 2003.

HUXLEY, T. H. **Escritos sobre Ciência e Religião.** São Paulo: Unesp, 2009.

IÑIGUEZ, L. **Manual de Análise do Discurso em Ciências Sociais.** Petrópolis: Vozes, 2004.

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

JACOB, F. **A lógica da vida.** Tradução J.J. Serrano e M. J. Palmeirim. Lisboa: Publicações Dom Quixote Ltda, 2. ed., 1985.

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

JULIAN-REYNER, C.; MOATTI, J-P.; PASCALE, B.; EISINGER, F.; SOBOL, H. Vers une colonisation genétique de la médecine. **Sociologie et Sociétés**, v. 28, n. 2, p. 141-155, automne 1996.

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

_____. **The century of the gene**. Ed, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 2005.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectivas S.A, [1962] 1998.

LACEY, H. **Valores e atividade científica**. São Paulo, Discurso Editorial, 1998.

LANDER, E. S. *et al.* Initial sequencing and analysis of the human genome. **Nature**, v. 409, n. 6822, p. 860-921, 2001.

LATOURET, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOURET, B; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LATOURET, B. **Ciência em Ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: editora UNESP, 2000.

_____. **A esperança de Pandora**. São Paulo: EDUSC, 2001.

LAW, J. Notes on the Theory of Actor-Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity. *In*: Systems Practice, v5, n. 4. Disponível em: <http://www.necso.ufrj.br>, 1992

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

LEVINS, R., & LEWONTIN, R. Dialectics and reductionism in ecology. **Synthese**, v. 43, n. 1, p. 47-78, 1980.

_____. **The Dialectical Biologist**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

LEWENSTEIN, B. V. **Models of public communication of science & technology**. Version 16 June 2003. Disponível em: http://www.somedicyt.org.mx/assets/hemerobiblioteca/articulos/Lewenstein_Models_of_communication.pdf

LEWONTIN, R. C; ROSE, S; KAMIN, L. J. **Not in our Genes Biology, Ideology and Human Nature**. New York Pantheon Books, 1985.

LEWONTIN, R. **A Tripla Hélice**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

_____. **Biologia como Ideologia**. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2000.

MALDIDIER, D. Elementos para uma história da análise do discurso na França. In: ORLANDI, E. P. **Gestos de leitura**: da história no discurso. Campinas: Unicamp, p. 15-28, 2004.

MELO, E.A.S. Gestos de autoria: construção do sujeito da escrita na alfabetização. *In: Baronas RL, (org.). **Identidade cultura e linguagem***. Campinas (SP): Pontes Editores, p.191-205, 2005.

MORAES, M. O. A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas. **História, Ciências e Saúde** – Manguinhos, mai/ago, v. 11, n. 2, 2004.

MUTTI, R. O primado do outro sobre o mesmo... *In: **Anais do 10 Seminário de Estudos em Análise de Discurso***; Porto Alegre, Brasil [CD-ROM]: FRGS; nov 10-13, 2003.

NAROD, S. A; FOULKES, W. D. BRCA1 and BRCA2: 1994 and beyond. **Nature Reviews Cancer**, v. 4, p. 665-676, 2004.

NATURE. The Human Genome: Everyone's genome. [Editorial]. **Nature**, v. 409, n. 6822, p. 813, 2001.

NHGRI. Human Genome Project Announces Successful Completion of Pilot Project. Março, 1999. Disponível em: <http://www.genome.gov/10002131>

NHGRI. **The Human Genome Project: Benefiting All Humanity**. Março, 2000. Disponível em: <http://www.genome.gov/10001391>.

ORLANDI E. P. **Discurso & leitura**. Campinas: Unicamp, 1988.

_____. **Gestos de leitura: da história no discurso**. Campinas: Unicamp, 1994. p. 15-28.

_____. **Discurso e texto: formulações e circulação dos sentidos**. Campinas: Pontes, 2001.

_____. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Campinas (SP): Pontes, 2002.

_____. A Análise de discurso em suas diferentes tradições intelectuais: o Brasil. *In: **Anais do 10 Seminário de Estudos em Análise de Discurso***; Porto Alegre, Brasil [CD-ROM]: UFRGS, Nov. 10-13, 2003.

PÊCHEUX, M. Análise automática do discurso (AAD-69). *In: Gadet F, Hak T, [orgs.]. **Por uma análise automática do discurso: uma introdução à obra de Michel Pêcheux***. 2. ed. Campinas: Ed Unicamp, p. 61-105, 1993.

_____. **O Discurso: estrutura ou acontecimento**. 3. ed. Campinas: Pontes; 2002.

PENNISI, E. The Human Genome. **Science**, v. 291, n. 5507, pp. 1177-1180, 2001.

RAMOS, F. P; NEVES, M. C. D; CORAZZA, M. J. **O conceito de gene: paradigmas ou incertezas para o século XXI?** Maringá: Massoni, 2012.

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

SILVA, Marcos Rodrigues. Rosalind Franklin e seu papel na construção do modelo da dupla-hélice do DNA. *In*: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira/PRESTES, Maria Elice Brzezinski/STEFANO, Waldir/MARTINS, Roberto de Andrade. (eds.), **Filosofia e história da biologia 2**. São Paulo, Fundo Mackenzie de Pesquisa (MackPesquisa), 2007.

_____. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla-hélice. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 1, 2010a.

_____. Maurice Wilkins e a polêmica acerca da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. **Filosofia e história da biologia**, v. 5, n. 2, 2010b.

STENGERS, I. **A invenção das ciências modernas**. São Paulo: Editora 34, 2002.

SUZUKI, D. **Introdução a genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

THE ENCODE PROJECT CONSORTIUM. Identification and analysis of functional elements in 1% of the human genome by the Encode pilot project. **Nature**, v. 447, p. 799-816, 2007.

TUPLER, R.; PERINI, G; GREEN, M. EXPRESSING THE HUMAN GENOME. **Nature**, v. 409, n. 6822, p. 832-833, 2001.

VENTER, J. C. *et al.* The sequence of the human genome. **Science**, v. 291, n. 5507, p. 1304-1351, 2001.

VIEIRA, L. G. E. Organismos geneticamente modificados: uma tecnologia controversa. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 203, p. 28-32, 2004.

WATSON, J. D.; CRICK, F. A structure for desoxyribose nucleic acid. **Nature**, v. 171, p. 737-738, 1953a.

_____. Genetical implications of the structure of deoxyribose acid. **Nature**, 171, p. 964-7, 1953b.

WATSON, J.D. **A Passion for DNA**. Cold Spring Harbor: CSHL Press, 2000.

WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA: o segredo da vida**. São Paulo: Companhia das letras, 2005.

WOLFFE, A. P. ; MATZKE, M. A. Epigenetics: regulation through repression. **Science**, v. 286, n. 5439, p. 481-6, 1999.

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

ANEXOS

ANEXO A

Texto utilizado na coleta de dados com os acadêmicos

Texto retirado da Wikipedia e <http://www.algosobre.com.br/biologia/projeto-genoma.html>

PROJETO GENOMA HUMANO – PGH

O Projeto Genoma Humano (**PGH**) consistiu num esforço internacional para o mapeamento do genoma humano e a identificação de todos os nucleótideos que o compõem. [...]. O projeto foi fundado em 1990, com prazo de conclusão de 15 anos. James D. Watson, na época chefe dos Institutos Nacionais de Saúde dos EUA, assumiu inicialmente a direção do projeto. O PGH contou com um financiamento de 3 milhões de dólares do Departamento de Energia dos Estados Unidos e do NIH estadunidense.

O genoma humano é um conjunto de instruções necessárias para formar um ser humano. Essas informações estão no DNA [longa molécula em formato de hélice distribuído em 23 pares de cromossomos] que carregam os genes compostos por quatro elementos básicos: adenina, timina, citosina, guanina. Esse mapeamento consiste em registrar cada um dos genes do cromossomo, determinar a ordem dos nucleotídios e sua função. As vantagens desse trabalho estão no fato da identificação da cura e da causa de muitas doenças como a obesidade, o diabetes e o hipertensão, o que será de grande benefício para a humanidade que, até então, não alcançou tal proeza.

Os trabalhos do PGH começou como uma iniciativa do setor público, no Estados Unidos, onde obtiveram dados de alta qualidade e precisão, registrando os detalhes das células humanas, e acabou estendendo-se ao setor privado, que ao contrário do setor público, juntou-se ao projeto em vista do potencial do lucro que as pesquisas podem trazer, especialmente para as indústrias farmacêuticas. Desse modo, em 1998, liderada pelo cientista Craig Venter, a Celera Genomics entra na corrida pelo genoma, prometendo sequenciar o genoma humano em menos tempo com um financiamento de apenas dois bilhões de dólares, um valor relativamente menor do que o proposto inicialmente pelo Projeto Genoma. O propósito da participação da empresa era fornecer o código decifrado por um determinado preço àqueles associados ao grupo, além de buscar a patente dos genes envolvidos nos principais distúrbios e doenças humanas. O PGH, conduzido pelos órgãos do governo obteve dados de alta qualidade e precisão - inclusive para as porções do DNA que não contêm gene. Por esse setor foi usada a tecnologia de *Whole Genome Sequencing*.

A iniciativa privada, formada pela empresa Celera Genomics e liderada por Craig Venter, juntou-se ao projeto em vista do potencial de lucro que as pesquisas poderiam trazer, especialmente para as indústrias farmacêuticas. A rapidez na obtenção de resultados, que podem ser transformados em patentes, tornou-se crucial para elas. Então optaram por um método mais objetivo: sequenciamento por Shotgun - uma abordagem mais rápida, evidentemente, embora menos precisa.

Resultados gerais

O Projeto Genoma Humano (PGH) é um empreendimento internacional, projetado para uma duração de quinze anos. O mesmo teve início em 1990 com vários objetivos, entre eles identificar e fazer o mapeamento dos cerca de 80 mil genes que se calculava existirem no DNA das células do corpo humano; determinar as sequências dos 3 bilhões de bases químicas que compõe o DNA humano; armazenar essa informação em bancos de dados, desenvolver ferramentas eficientes para analisar esse dados e torná-los acessíveis para novas pesquisas biológicas. Outro objetivo do PGH está em descobrir todos os genes na sequência de DNA e desenvolver meios de usar esta informação no estudo da Biologia e da

Medicina, envolvendo com isso a melhoria e simplificação dos métodos de diagnósticos de doenças genéticas, otimização das terapêuticas para essas doenças e prevenção de doenças multifatoriais (doenças causadas por vários fatores), no que diz respeito a saúde.

A grande importância do PGH pautou-se em sua busca pelo melhoramento humano e a tentativa de tratar, prevenir ou até mesmo curar doenças genéticas com outras causas de doença (álcool, drogas, pobreza...), considerando-as todas de origem genética e divulgando que um dia encontremos uma "solução genética" para estas condições de saúde.

Em 14 de abril de 2003, um comunicado de imprensa conjunto anunciou que o projeto fora concluído com sucesso, com a sequenciação (no Brasil, sequenciamento) de 99% do genoma humano com uma precisão de 99,99%.

No dia 4 de Setembro de 2007, o grupo de pesquisa do Instituto J. Craig Venter publicou a sequência completa do genoma do próprio pesquisador Craig Venter. A grande revolução nesse novo trabalho é a de que o genoma avaliado corresponde ao genoma diplóide, contendo a informação de cada par de cromossomo herdado de nossos pais, ao contrário da sequência determinada pelo Projeto Genoma que corresponde ao genoma haplóide. Como resultado, descobriu-se que a semelhança das sequências genéticas entre dois indivíduos é de 99,5% e não de 99,9% como se imaginava ao fim do Projeto Genoma Humano. O projeto genoma humano é muito importante para a saúde humana, pois é a revolução da comunidade científica.

Apesar de algumas lacunas, a conclusão do genoma já está facilitando o desenvolvimento de fármacos muito mais potentes, a compreensão de diversas doenças genéticas humanas e facilitando a realização de novos projetos genoma.

O PGH já completou a descoberta de mais de 1800 genes de doença, assim como facilita a identificação de outros genes associados a doenças. Além disso, pelo menos 350 produtos biotecnológicos resultantes dos conhecimentos gerados pelo PGH estariam passando por ensaios clínicos. As ferramentas desenvolvidas no PGH continuam servindo para caracterizar genomas de outros organismos importantes.

APÊNDICES

APÊNDICE 1A

Questões gênomicas utilizadas na coleta de dados com acadêmicos

- 1) Com relação ao PGH:
 - a) Você já tinha algum conhecimento sobre o PGH? O que sabia sobre esse projeto?
 - b) Considerando a leitura do texto e seus conhecimentos anteriores, você acredita que este projeto foi importante? Por quê?

- 2) A iniciativa privada, formada pela empresa Celera Genomics e liderada por Craig Venter, juntou-se ao projeto em vista do potencial de lucro que as pesquisas poderiam trazer, especialmente para as indústrias farmacêuticas. Qual seu posicionamento sobre um possível patenteamento de genes envolvidos em distúrbios e doenças humanas? Por quê?

- 3) Para você houve algum tipo de interferência social [econômica, política, valores ideológicos, poder de comunidades científicas] no desenvolvimento desse projeto? Quais aspectos justificam sua afirmação? E ainda, isso altera a credibilidade do projeto para você?

- 4) O PGH apresentou entre as promessas veiculadas pelas publicações: a cura de doenças, identificação de predisposições para diabete, câncer, e ainda a produção de remédios de acordo com o perfil genético de cada um, evitando-se assim os efeitos colaterais (ZATZ, 2000). Você acredita que o projeto conseguiu atender as expectativas iniciais? Por quê?

- 5) O resultado do PGH apresentou resultados inesperados como a informação de que o genoma humano não seria constituído por um número tão grande de genes como imaginado [mais de 100.000] representando não mais que 30.000 genes, além de outros aspectos importantes. A que você atribui essa discrepância entre expectativas veiculadas pela mídia científica e os resultados alcançados?

APÊNDICE 1B

Respostas dos acadêmicos respostas dos alunos/acadêmicos sobre questões referentes ao PGH

QUESTÕES

ALUNO(A): A3

1)

- a) Sim, eu sabia que queriam estudar os genes para tentar achar a cura de doenças hereditárias.
- b) Sim, pois de acordo com o texto, o projeto foi importante para desenvolver meios de usar informação da sequência dos genes do DNA, nos estudos da biologia e da medicina, envolvendo com isso a melhoria e simplificação dos métodos de diagnósticos de doenças e prevenção de doenças multifatoriais no que diz respeito a saúde.
- 2) Sou contra, pois a ciência deve ser feita para todos e para o avanço científico e não para fins lucrativos.
- 3) Sim, um aspecto seria o possível patenteamento dos estudos de genes envolvidos em distúrbios e doenças. Altera sim, porque nos mostra que o projeto teve fins lucrativos e não para o avanço da ciência.
- 4) Sim, porque no texto o projeto foi concluído com sucesso e também diz que, apesar das lacunas, a conclusão já está facilitando o desenvolvimento de fármacos mais potentes.
- 5) Os cientistas esperavam algo muito mais complexo, por se tratar de algo que mexe com as características e as funções do corpo de uma pessoa e também o que dá origem a vida dessa pessoa.

ALUNO(A): B1

1)

- a) Sim, já era de meu conhecimento que o PGH tem por objetivo o mapeamento do genoma a fim de buscar prevenções ou a cura de doenças.
- b) Acredito que foi importante para o avanço em pesquisas, para a compreensão de doenças relacionadas aos genes e até mesmo para a descoberta de novos tratamentos.
- 2) Não, sou muito a favor, pois a iniciativa privada visa o lucro e para isso acontecer o mais rápido possível, utiliza meios que podem ou não ser muito precisos.
- 3) Houve interferência econômica no desenvolvimento do projeto, pois, a fim de obter patente o mais rápido possível, a empresa privada Celera Genomics optou por um

método mais objetivo e menos preciso para chegar nos resultados, o que diminui a credibilidade do projeto.

- 4) Não, **por deixarem de lado o objetivo principal de fazer novas descobertas e passarem a focar no lado econômico.**
- 5) Foi feita uma enorme propaganda em cima do projeto e, como havia muito dinheiro envolvido, maiores números na expectativa dos resultados aumentava a credibilidade do mesmo.

ALUNO(A): C1

- 1)
 - a) Não, eu não tinha nenhum conhecimento sobre o PGH.
 - b) Sim, eu acredito que este projeto foi importante, porque de acordo com o texto, ele trouxe a identificação da cura e da causa de muitas doenças (obesidade, diabetes e hipertensão).
- 2) Não acho que o patenteamento de genes em distúrbios e doenças humanas seja o mais correto, porque assim demonstra que o interesse principal do projeto é financeiro, e não a importância na saúde, como deveria ser.
- 3) Para mim, houve interferência econômica, já que deixa de ser uma iniciativa ao setor público e torna a ser privado, deixando claro, no texto, que o objetivo tornou-se o lucro, e não mais, a busca pela melhoria e desenvolvimento na saúde, alterando, sim, a credibilidade do projeto, já que claramente as intenções mudaram.
- 4) Sim, eu acredito que o projeto atingiu as expectativas iniciais, já que o mapeamento foi concluído e assim, produtos biotecnológicos foram produzidos, passando por ensaios clínicos.
- 5) Eu atribuo a apenas o encontro de 30000 genes, mas não excluo a possibilidade de mais de 100000, como o imaginado. A expectativa ainda existe, só não foi alcançada pelos cientistas, que para não deixarem de ter mérito, e não reconhecerem, quem sabe, uma falha, disseram que o genoma humano é constituído apenas por 30000 genes.

ALUNO(A): C3

- 1)
 - a) Sim, no ensino médio os livros didáticos de biologia citaram o PGH, e também os professores falaram a respeito. O PGH estuda o DNA e busca conhecer todas as partes que o compõe, para assim descobrir curas para doenças genéticas.

- b) Sim, ainda há muitos mistérios para serem desvendados, e o DNA é uma grande molécula que descobrindo seu funcionamento acarretará um grande passo para possíveis curas de doenças genéticas e o entendimento da mutação gênica.
- 1) Apesar de acharmos que as descobertas científicas deveriam ser vistas como uma forma de ajudar a humanidade, para evitar doenças não é o que acontece na prática. Esses projetos são desenvolvidos visando também o lucro envolvido, e o reconhecimento. O patenteamento dessas descobertas mostra que os cientistas tem também a preocupação com dinheiro e o reconhecimento.
 - 2) Houve vários tipos de interferências, mas principalmente a econômica. No PGH tinha muito dinheiro envolvido e reconhecimento; qualquer que fosse a descoberta também rendera muito dinheiro. O objetivo principal foi esquecido e o que passou a valer a pena é quem ganharia mais com as descobertas.
 - 3) Não, para descobrir todas essas curas. É necessário muita pesquisa para se entender o funcionamento do DNA, e a ânsia de procurar qualquer coisa que rendesse dinheiro, o objetivo principal foi deixado de lado e poucas mas não menos importante foram as descobertas.
 - 4) Esse projeto teve muito dinheiro envolvido e por isso fizeram uma forte propaganda em cima, deixando claro que descobertas milagrosas seriam feitas, e por isso grandes números poderiam representar maior acessibilidade ao trabalho.

ALUNO(A): D1

- 1)
 - a) Sim, sabia superficialmente que PGH foi um projeto onde buscava-se o sequenciamento do genoma humano.
 - b) Sim, pois como citado no texto este projeto ajudaria na melhoria e simplificação dos métodos de diagnósticos de doenças genéticas, prevenção de doenças multifatoriais, etc.
- 2) Sou contra, pois o patenteamento dessas empresas porque visava apenas o lucro, algo extremamente egoísta, não se importando com o real interesse da curda de vidas.
- 3) Acredito que o investimento da empresa Celera Genomics foi uma interferência econômica já que se juntou ao projeto visando o lucro que as pesquisas poderiam render. A credibilidade do projeto para mim não é alterada perante isso, já que um projeto como esse necessita de muitas empresas como parceira, principalmente econômica, para ser concluído.
- 4) Sim, pois como citado no texto, o projeto já está facilitando o desenvolvimento de fármacos, muito mais patentes, a compreensão de diversas doenças genéticas, etc.

- 5) Acreditava-se que o genoma humano era muito mais complexo devido a todos outros estudos do organismo humano comparado com outras espécies.

ALUNO(A): E1

- 1)
- a) Eu não tinha nenhum conhecimento sobre o PGH, talvez tenha ouvido algum professor meu do ensino médio falar, mas não me lembro.
- b) Acredito que o projeto foi importante pelo fato dele ter conseguido identificar várias curas de doenças que estão diretamente ligadas aos genes, além de ser um avanço para a ciência nessa área.
- 2) Com o possível patenteamentos dos genes envolvidos em distúrbios e doenças humanas deixaria vários cientistas, pesquisadores ou pessoas que se interessam por esse assunto fora do desenvolvimento dessa técnica tendo em vista que patenteamento significa prevenir de que competidores copiem e vendam esse produto a um preço mais baixo. Deixando os donos desse desenvolvimento com todo tipo de lucro que ele pode trazer.
- 3) Para mim houve uma interferência social no desenvolvimento desse projeto pelo fato das empresas privadas, ao verem que o setor público estava com um projeto que geraria muito lucro, se interessaram e começaram a correr atrás das informações. Isso não altera a credibilidade do projeto porque, mesmo o setor privado pensando totalmente no lucro, essa pesquisa obteve muitos pontos positivos no setor dos cientistas.
- 4) Eu não acredito que o projeto conseguiu atender as expectativas iniciais porque precisava de tempo até conseguir reverter os genes humanos ligados a doenças em uma 'cura'.
- 5) Essa discrepância ocorreu porque a mídia científica pode ter mostrado o dado sem antes realmente ter feitos os experimentos certos para chegar a essa conclusão, além dos erros que podem ter acontecido na experiência.

ALUNO(A): I2

- 1)
- a) Eu tinha um breve conhecimento sobre o PGH, conhecimento que foi obtido através de uma leitura na revista "*Scientific American*", nessa reportagem falava-se sobre a decodificação do DNA com o objetivo de curar doenças e fazer remédios específicos para cada tipo de gene, ou seja, remédios "personalizados".
- b) O projeto foi importante, pois mesmo não sendo encontrada a cura de muitas doenças, é possível identificar predisposições de certas doenças sendo possível fazer um preventivo, tendo contribuído para o avanço da biologia e da medicina e na fabricação de remédios mais "potentes".

- 2) Eu não concordo com um possível patenteamento, pois algo que pode ajudar a salvar vidas deve ser acessível a todos, logo se houvesse um patenteamento as pessoas que não têm condições de pagar não teriam acesso a esse tipo de tratamento, infringindo a Declaração Universal dos Direitos Humanos que dentre seus parágrafos declara que todos devem ter acesso a saúde, os que podem pagar por ela e também os que não podem pagar.
- 3) No desenvolvimento houve todos esses tipos de interferência, pois foram necessários muitos investimentos para a realização do projeto, tanto dinheiro público quanto privado, e quando se movimenta dinheiro público automaticamente envolve-se política e para conseguir atingir a verba é necessário pressionar os políticos e para isso é feito uma série de ideologias em relação ao projeto publicadas na mídia afetando a sociedade, fazendo com que essa pressão política partisse também da sociedade. Todo esse processo altera a credibilidade do projeto, pois com todas essas menções, inverídicas, dos pesquisadores sobre o projeto criam uma ideologia que afeta a vida das pessoas, criando falsas esperanças.
- 4) O projeto não atendeu as expectativas iniciais, porque não foi encontrada a cura de muitas doenças, como por exemplo, a cura do câncer ou da AIDS, é possível identificar a predisposição ao câncer, entretanto não é possível a fabricação de um remédio.
- 5) Os pesquisadores já sabiam desde o início que não seria possível a realização de todas as propostas, porém precisavam do apoio da sociedade, sendo assim criaram uma série de ideologias, em torno do projeto, que foram veiculadas pela mídia.

ALUNO(A): J3

- 1)
 - a) Sim, eu já sabia que é um projeto que envolve pesquisadores de vários países e que o objetivo é o conhecimento das sequências do DNA.
 - b) Acredito que foi importante, principalmente para a medicina.
- 2) ???
- 3) No texto diz que existiam setores financeiros, principalmente por indústrias farmacêuticas. Acredito que por isso também estiveram envolvidos valores políticos; mas não altera a credibilidade porque projetos de pesquisa geralmente dependem desses assuntos para serem feitos.
- 4) Acredito que atendeu parcialmente as perspectivas porque existem estatísticas da redução na mortalidade de várias doenças que envolvem gênica.
- 5) A divulgação de que o projeto teria menos elementos para serem mapeados não é um incentivo para investimentos e, além disso, também não é um bom aspecto com relação a credibilidade de tempo para obtenção de resultados.

ALUNO(A): L1

1)

- a) Sim, ouvindo comentar em algumas aulas de biologia mas sem nenhuma conhecimento concreto.
 - b) Sim, qualquer projeto que tem um objetivo de desvendar mas a fundo o funcionamento do corpo humano é de grande importância.
- 2) Depende do ponto de vista, se ela fosse usada para a divulgação de quem descobriu, mas não é só isto que aconteceu. O abuso do poder e da economia até pelos cientistas tornar tudo mais complicado. É fácil falar que cientista se vende, mas todos nossos somos seres humanos que estamos em busca o conhecimento para se especializar com fins de crescer economicamente, não estou defendendo cegamente, mas é só um olhar diferente que ninguém se lembro de comentar na aula
- 3) Sim, pensando no lucro no valor econômico. Por um ponto sim, a busca para patentear faz com que as pesquisas sejam feitas com rapidez (para ser o primeiro) isto nos mostra que os primeiros resultados são os que importam, não tendo um cuidado de repetir para confirmar.
- 4) Sim, mas a alto preço elitizando os beneficiados pelas descobertas.
- 5) Imagino que pela alta capacidade do ser humano em relação ao os outros animal faz que o cientistas tentam super estimado a quantidades de genes.

ALUNO(A): L2

1)

- a) Sim, os professores do ensino médio e do cursinho sempre falavam.
 - b) Sim, com ele pode se obter a cura de doenças diretamente ligadas ao gene.
- 2) Não pode ser patenteado, pois é um conhecimento que ao invés de ser manipulado por uma pequena parte, deveria ser publicado e do conhecimento de todos.
- 3) Interferência econômica, já que pagamos os impostos, houve também uma interferência social no desenvolvimento desse projeto pelo fato das empresas privadas, ao verem que o setor público estava com um projeto que geraria muito lucro, se interessaram e começaram a correr atrás das informações. Isso não altera a credibilidade do projeto porque, mesmo o setor privado pensando totalmente no lucro, essa pesquisa obteve muitos pontos positivos no setor dos cientistas.
- 4) Não.
- 5) Alguns erros podem ter acontecido na experiência.

ALUNO(A): L3

1)

- a) Sim, o conhecimento que tenho é apenas o objetivo do PGH, que é sequenciar do DNA.

- b) Sim. Com o PGH muitas doenças genéticas puderam ser identificadas; conseqüentemente, houve um desenvolvimento da farmacologia.
- 2) Não concordo com a patente de nossos genes para contentar investidores nos países desenvolvidos, nem para prejudicar o desenvolvimento científico e tecnológico. Nossos genes devem ser considerados um bem público e como tal ser utilizado para melhoria da qualidade de vida de toda a sociedade.
- 3) A meu ver, houve interferência social, pois empresas se dispuseram a investir na pesquisa tendo fins financeiros. Porém, tal fato não interfere a credibilidade e seriedade do projeto.
- 4) Sim, o PGH era um projeto amplo; a realização dos objetivos iniciais levaria à descoberta de vários ramos da biologia. Acredito que tenha sido um projeto bem sucedido; haja vista conseguirem sequenciar o genoma humano com muita precisão.
- 5) Por se tratar de um tema tão complexo é natural que as expectativas sejam exageradas. Sem nenhum conhecimento prévio sobre o assunto e tendo em vista sua complexidade, é aceitável que a mídia tenha especulado valores tão altos de genes.

ALUNO(A): L4

- 1)
 - a) Não.
 - b) Sim, pois tal projeto vai facilitar no tratamento de doenças genéticas.
- 2) Não concordo com o patenteamento, pois o mapeamento dos genes é um projeto muito importante para ficar “nas mãos” de empresários que visam apenas o lucro que o próprio bem comum das pessoas.
- 3) Sim, tanto o aspecto ideológico, por parte da religião, quanto por parte econômica, com a privatização. Altera um pouco, pois algo interferido pela ideologia religiosa e principalmente o interesse econômico de empresas não é muito confiável.
- 4) Sim, pois mesmo que o projeto não se finalizou, o avanço em tal área já proporcionou um desenvolvimento considerável.
- 5) ????

ALUNO(A): M3

- 1)
 - a) Sim, já havia ouvido falar sobre esse projeto. Sabia pouco havia ouvido dizer que era um projeto com a finalidade de identificar os nucleotídeos de nosso corpo e com isso descobrir novas curas de doenças.

- b) Sim, pois conhecendo melhor a estrutura das células humanas, do DNA, podemos ter mais precisão ao fornecer dados sobre algumas doenças e descobrir uma cura com mais eficiência.
- 2) Sou totalmente a favor. Porque se conhecendo melhor uma doença e um gene há mais chances de se saber a cura.
- 3) Sim, vários aspectos justificam isso, o mais evidente é o da empresa Celera Genomics que só entra nessa disputa a fim de ganhar dinheiro e credibilidade, porém isso não altera a credibilidade e do projeto a meu ver.
- 4) Acho que sim, uma vez que o PGH já reconheceu 1800 genes de doença e, pelo menos 350 produtos biotecnológicos já estão passando por ensaios clínicos e mesmo que esses ensaios deem errados não quer dizer que foi um fracasso, basta recomeçar do zero, verificando onde errou e fazendo as alterações necessárias para dar certo.
- 5) Atribuo ao fato de que a mídia gosta de exagerar para poder vender informações e ao fato também de serem leigos a alguns assuntos.

ALUNO(A): T2

- 1)
 - a) Sim, sabia que era um projeto que tinha por finalidade o mapeamento dos genes humanos e buscava também curas para doenças.
 - b) Com certeza sim, pois a partir dele, puderam criar curas e prevenir algumas doenças.
- 2) Acredito que esse tipo de conhecimento não pode ser patenteado, pois é um conhecimento que pode salvar vidas, ele tem que ser usado em prol da humanidade, ao bem que pode trazer as pessoas e não visar somente o lucro.
- 3) Acredito que uma interferência econômica, já que somos nós cidadãos que pagamos os impostos. A credibilidade de projeto acho que não se altera, já que nós da química sabemos como são as coisas, precisamos do dinheiro de instituições para projetos e elas precisam do nosso trabalho.
- 4) Não.
- 5) Aumentavam o valor para uma possível demora para a conclusão do projeto.

ALUNO(A): V2

- 1)
 - a) É um projeto com o objetivo de mapear o genoma humano.
 - b) Sim, por possibilitar vários benefícios para a humanidade.
- 2) A ciência não deveria visar o lucro e sim no bem estar das pessoas.
- 3) Sim, principalmente econômico, pois a ciência é muito cara o que atrasa as pesquisas.

- 4) Não, pois ainda há doenças que não tem cura.
- 5) Talvez ao erro nas medidas feitas para prever o número de genes antes dos experimentos.

APÊNDICE 2A

Questões semi-estruturadas utilizadas durante entrevistas com os acadêmicos

- 1) Quais aspectos motivou você a ingressar em um curso voltado para uma área da ciência, como a química?
- 2) Depois que você entrou no curso, mudou alguma coisa sobre sua concepção/imagem de ciência ou não, por quê?
- 3) Para você quais as produções de conhecimento mais importantes da ciência (independente da área) nos últimos tempos? Comente o que sabe e como ficou sabendo isso.
- 4) Para você quais fatores mais atrapalham os avanços científicos? Por quê?
- 5) A publicação do modelo de dupla-hélice de DNA proposto por Watson e Crick, fomentou a ideia de contornos físicos para o material genético e a pretensão de desvendar o ser humano por meio do mapeamento gênico. Para tanto, a década de 1970 foi contornada por pesquisas na área da biologia molecular, a qual foi responsável por técnicas que possibilitaram produção de medicamentos como a insulina humana. Em contrapartida, esses conhecimentos deixaram de ser interesse apenas dos biólogos havendo também uma mudança da mentalidade acadêmica para a comercial.
 - c) Você acredita que seria possível dissociar as produções científicas como as pesquisas genéticas da biologia molecular das intenções econômicas? Por quê?
 - d) De que modo você entende que as relações de poder que atravessam essas produções científicas podem ter mudado a direção das pesquisas voltadas para estudos específicos da biologia molecular como as terapias gênicas para tratamento de câncer, por exemplo, entre outras pesquisas?
- 6) Para você quais aspectos externos mais participam a produção de conhecimento científico eximindo-a de possível neutralidade? Exemplifique isso por meio de alguma pesquisa ou corpo de conhecimento científico. [interferências se necessárias – o próprio conhecimento, visão do cientista não seria um aspecto externo?]

- 7) No passado, houve movimentos eugênicos como o nazismo. Naquele momento, houve um aproveitamento das pesquisas de Galton em genética como suporte para a manifestação hitleriana, causando um grande holocausto. Atualmente, a genética molecular tem avançado a passos longos, disponibilizando para a sociedade, a utilização de intervenções genéticas como escolha de características gênicas em seus descendentes e o conhecimento sobre quais pré-disposições hereditárias poderão desenvolver futuramente, alcançando ainda, intervenções estéticas entre outras possibilidades.
- c) Esse cenário atual tem alguma relação com a eugenia do passado representada pelo nazismo ou não, por quê?
- d) Você acredita que o cenário atual representa uma eugenia positiva, ou seja, com valores diferentes do passado? Quais aspectos diferenciam o cenário atual do passado eugênico? Por quê?
- 8) Após o Projeto Genoma Humano surgiram novas pesquisas relacionadas a terapias gênicas, baseadas na identificação de genes pré-dispositores de doenças e possíveis silenciadores e ativadores gênicos, como perspectiva da cura de várias doenças. Nessa perspectiva existem trabalhos isolados como virusterapia, entre outros.
- a) você acredita que essas terapias gênicas poderão em um futuro próximo permitir que os pacientes ao serem atendidos em um serviço hospitalar tenham seu material genético coletado e rapidamente mapeado seus genes, para que a partir disso, seja escolhida a terapia gênica ideal?
- b) Autores afirmam ao apresentar mapeamentos gênicos de algumas doenças que, esses mapeamentos funcionam como um “manual de instruções”. Todavia, a que você atribuiria a dificuldade em fornecer tratamentos médicos para um grande número de doenças mapeadas, havendo ainda grandes reações indesejadas com o tratamento?

APÊNDICE 2B

Transcrições das entrevistas realizadas com os acadêmicos

ALUNO(A): A3

- 1) Assim, não me interessa muito por leitura, ficar lendo não é muito minha praia. Eu curto mais fazer conta. Primeiro pensei em fazer física, mas entre as matérias específicas para entrar estava português. Daí eu fiz vestibular para física.
- 2) Depois que entrei mudou muito. Descobri que é muito mais formal do que prece. Tem muito mais burocracia do que aparenta. Eu pensava que era só fazer a pesquisa e mostrar a amostra. Mas não, tem que lidar com órgãos do governo, patentes. Não é nada simples. Já nas aulas de iniciação científica percebi isso. Vendo as dissertações, teses e artigos. Eu vejo a ciência como um estudo tanto teórico quanto experimental. A ciência é uma produção humana por isso tem erros, mas talvez seja a forma de conhecimento que mais se aproxime da verdade.
- 3) A estrutura do átomo. Porque tudo que existe é formado por átomos. Então você descobrir a estrutura daquilo que formam todas as estruturas é muito importante! Assim como o átomo funciona e as ligações eletroquímicas que estabelecem são importantes. Para mim o mundo é pura química.
- 4) Essa parte da burocracia. Tudo demora. E também você tem que tomar cuidado para não fazer coisa errada. Por exemplo, você fez uma experiência e por causa de um errinho deu um resultado diferente. Por exemplo, esses tipos atrás descobriram umas partículas que andavam mais rápido do que a luz daí eles não quiseram publicar isso, e acabaram descobrindo que deu um erro no computador e que aquilo estava errado. Então essas coisas atrapalham a ciência e seu avanço.
- 5)
 - A) Não, porque mexer com pessoas é difícil. Não existe só o desejo científico tem também o desejo econômico. Isso é do ser humano sabe: o desejo por dinheiro e poder! Você pode ser a pessoa mais pura que tiver, depois que conhece o dinheiro, o poder e os benefícios que isso pode te trazer a pessoa muda. Acredito que a pessoa passe por cima até das questões éticas. Não posso dizer se eu passaria também, porque teria que ter acesso

ao poder para descobrir isso.

B) Por exemplo, se você achar a cura do câncer. Imagine o preço disso. Quantas pessoas seriam beneficiadas! Mas o primeiro passo normalmente será vender esse conhecimento por um preço muito alto e aumentar o seu poder.

6) O poder é o que mais diminui a neutralidade da ciência. Em um laboratório, por exemplo, se alguém descobre algo importante quem vai ficar com a maior parte do dinheiro será o chefe do laboratório e não quem descobriu. Agora quando eu comecei o curso eu não tinha essas noções. Você vai até a escola hoje: no ensino fundamental e médio e não é como aqui. Se você quer entrar aqui precisa fazer um cursinho. E isso eu acredito ser falta de compromisso do Estado, dos professores e ainda mais dos alunos que falta interesse.

7)

A) Sim. Hitler idealizava uma raça ariana e perfeita. E hoje acredito que isso ocorra de modo diferente, quando se quer um ser perfeito tanto esteticamente quanto intelectualmente e fisicamente.

B) Depende do ponto de vista. O que diferencia é que Hitler idealizava uma raça ariana e perfeita desprezando qualquer outra raça. Hoje você poderia criar um ser humano mais desenvolvido englobando todas as raças e diferentes variações genético-humanas. Isso pode ser positivo ou negativo, depende do ponto de vista. Se for disponível para todo mundo é positivo, agora se for regulado pelo dinheiro, daí não é bom!

Mas a interferência genética eu acho positiva.

8)

A) Eu acredito que sim, porque do jeito que a ciência tem avançado tanto por incentivo do governo quanto das pessoas isso será alcançado.

B) Devido a como cada pessoa reage ao tratamento. Uma pessoa pode ficar boa com um tratamento e outra pessoa não. Isso depende de como cada organismo responde ao mesmo medicamento. Talvez um problema seja o de a ciência ao produzir medicamentos fazer isso desconsiderando a diversidade microgenética dos indivíduos. Falta mudar o olhar sobre a vida e as técnicas envolvidas nesse processo.

ALUNO(A): L4

1) É meio complicado perguntar para mim, porque minha primeira opção não era química. A

primeira opção era farmácia, algo próximo à química, mas eu queria seguir era forense.

2) É mais complexo do que eu imaginava, porque eu pensava em algo bem menor. Abrange muito mais coisas do que pensei. Hoje vejo que tudo no mundo tem química! Para mim ciência é o que leva o país para frente! Sem ciência o país não evolui. Tenho um sonho também né: de ganhar o prêmio Nobel. Ah, quero ganhar esse ou outro prêmio na área da pesquisa porque mostra que o cara é bom, né!

3) Uma coisa que admiro bastante foi à produção de conhecimento sobre as células-tronco. Claro que tem muito para se descobrir ainda sobre esse assunto, mas o pouco que tem já considero bastante. Por exemplo, o fato de regenerar partes do corpo, entre outras coisas que já são possíveis via células-tronco faz vermos o quanto a ciência é uma fonte importante de conhecimento.

E acho também que não requer uma legislação para seus fins, sua utilização!

Acho os cientistas sensatos o suficiente para saber como usar esse conhecimento.

4) Acho que o que mais atrapalha a ciência ainda é a religião. Por exemplo. No caso das células-tronco a religião é contra o uso de células embrionárias, entre outros aspectos e isso acaba dividindo a aceitação popular sobre a ciência. Agora acho também que os próprios cientistas atrapalham a produção do conhecimento com suas divergências de ideias entre seus colegas sobre como e o que querem pesquisar.

5)

a) Acho impossível porque tudo envolve o dinheiro. Por exemplo, na área da farmácia o que é mais vantajoso: algo que a pessoa irá tomar o resto da vida u uma cura imediata? Claro que aquilo que você venderá sempre, que ela precisar tomar de uso contínuo. E os cientistas participam disso porque às vezes o dono do laboratório pede isso ou até mesmo por seus próprios interesses.

b) Acho que é o caso que comentei na questão passada, existem os interesses econômicos associados na produção da ciência. Agora quem está mais por trás disso creio ser o dono da empresa, ou seja, ele que teria mais interesse nessa manobra. Porém acho que o cientista tende a ser influenciado pela possibilidade de ganhar mais com isso ou ainda o quanto isso pode contribuir com sua imagem no meio da pesquisa. Se eu tivesse uma proposta de um dono de laboratório para participar de uma situação de produzir um medicamento que pudesse apenas aliviar ao invés de algo que curasse provavelmente faria sim, ah acho que sim! Olha, talvez participasse da pesquisa mesmo que fosse para

fazer algo que pudesse prejudicar um pouco, porque pensa bem quando se fala em ciência da vida e não da morte, quer dizer teve o povo que trabalho para a guerra envolvendo ciência não é? Mesmo que indiretamente.

- 6) Provavelmente o fator econômico! Porque o cientista às vezes é bonzinho e sua carreira fica naquilo, enquanto se aceitar algumas coisas e mudanças em sua pesquisa pode ter uma aceleração em sua carreira né! Por isso acho que é o dinheiro mesmo.
- 7) a) Acho que é diferente. Naquela época era como uma ditadura, hoje as pessoas que escolhem isso. **Mas os padrões de estética não seria uma ditadura?** Pensando assim talvez Mas acho que é benéfica porque as pessoas usam isso para ficarem melhor, ou seja para a vida e não para a morte sabe.
- b) Eu não acho que seja bom ou ruim. Creio que depende da consciência de cada um. Por exemplo, quando você escolhe as características que seu filho terá, você sabe que ele nascerá como você escolheu e não como era para ser. Mas minha posição pessoal ainda é como algo bom do que ruim!
- 8)
- a) Eu acredito que isso acontecerá logo. A tendência do ser humano é evoluir e a ciência também, então cada vez ficará mais fácil detectar isso.
- b) Acho que podem até já descoberto, mas às vezes não é favorável. A cura da AIDS, às vezes já existe, mas estrategicamente não é o momento para lançar isso. Não acredito que o que falte seja tecnologia ou conhecimento, apenas condições sociais ou econômicas, de patentes, sei lá, que não são favoráveis.

ALUNO(A): M3

- 1) Ah, desde cedo eu sempre gostei de química. Eu sempre fui muito curiosa para saber do que eram feitas as coisas. Daí no ensino médio quando comecei ter aula no laboratório e a professora explicava o porquê aconteciam certas reações. Então eu comecei a entender e isso começou a me interessar mais ainda. Aí com as aulas de laboratório do ensino médio fez com que eu dissesse: não, realmente é essa profissão que quero seguir. E isso tudo fez também eu querer ir para a área de pesquisa, porque o meu padrasto é pesquisador, ele é biólogo. Então está tudo na área [risos].
- 2) Mudou! Eu descobri que é muito mais complexo, mais amplo do que eu imaginava! Ciência antes para mim era assim as pessoas iam ao laboratório e pesquisavam. Por

exemplo: vou pesquisar sobre o naftaleno. Então eu iria ao laboratório, pesquisava e pronto acabou. Mas daí eu descobri que não para nisso, vai envolvendo mais coisas e por isso torna-se algo complexo.

Que mais coisas que envolve?

Por exemplo, ao estudar o naftaleno vai-se descobrindo outra propriedade dele e aí você acaba pesquisando essa outra propriedade dele para entender melhor ele. Porque você não vai testar só o naftaleno em si, mas outras propriedades que o envolvem.

Mas assim, mesmo percebendo essas questões a ciência em nenhum momento me desapontou como um ramo de pesquisa. Apenas percebi que seria um caminho mais difícil do que imaginava.

3)

4) Acho que talvez assim, as coisas que as pessoas não podem fazer. Outro dia eu estava lendo um artigo que comentava sobre uma notícia que havia escapado. Era de que eles [cientistas] estavam tentando modificar um vírus para torná-lo um “vírus zumbi”. Só que daí como não foi divulgado, o governo também começou a parar porque não teve interesse no que poderia trazer de benefício, por exemplo, ficou por isso mesmo. Tudo bem que talvez criar um “vírus zumbi” seja algo ruim ou inútil, sei lá. Mas eu percebo isso em outras pesquisas também que poderia acontecer e não acontecem pela falta de interesse.

Falta de interesse de quem?

Ah, falta de interesse às vezes de alguns cientistas, mas principalmente de quem manda, os quais são mais fortes do que os cientistas!

Porque assim se os cientistas forem fazer algo que prejudique quem está acima dele. Claro que essas pessoas não irão deixar que ele desenvolvesse. Acabarão interferindo para que isso não aconteça.

Muitas vezes o governo se intromete nisso, por isso acho que o governo seria quem mais atrapalha as pesquisas.

Você acha que a população deveria participar mais dessas decisões que envolvem ciência?

Ah eu acho.

E isso não acontece por quê?

Talvez por falta de informação ou falta de interesse mesmo. Porque também tem muitas pessoas que são acomodadas e não tem interesse.

5)

- a) Eu acho que não porque hoje em dia tudo envolve aspectos econômicos. O próprio cientista já faz uma coisa pensando no que ele vai ganhar com isso. Não acredito que alguém hoje em dia fale “ah, vou fazer isso porque eu sou bonzinho”.

Mas até onde iria o interesse do cientista por dinheiro e as questões éticas?

Acho que isso depende de cada cientista, uns podem até ser mais ambiciosos e acabar deixando a ética de lado, como existem outros que seguiram a ética.

E você? Vamos imaginar que hoje você já fosse um cientista em pleno trabalho no laboratório

Hoje eu reveria os conceitos éticos. Por exemplo, se você proposto para eu desenvolver o “vírus zumbi”, eu não iria fazer algo que poderia prejudicar todo mundo.

O fato de perceber que as questões econômicas afetam tanto a ciência tira o seu orgulho de defendê-la? Ou não, você acha que isso não tem nenhuma relação?

Eu acho que tira um pouco sim [rs]. Porque se o cientista vai fazer alguma coisa visando apenas o lucro que terá quer dizer que nem sempre faz o que gosta, mas sim o que dará mais dinheiro para ele.

Acho que isso acaba tirando um pouco da credibilidade que as pessoas têm da ciência. Por exemplo, hoje em dia muitas pessoas que converso falam para mim: “não faça química porque as pessoas fazem apenas para ganhar dinheiro”. Eu entendo que não é bem assim e essa visão que escuto da química me deixa um pouco para baixo! Às vezes sinto uma descrença das pessoas na química e na ciência de modo geral.

- b) Eu acho que existe entre os cientistas aquilo de querer ser o primeiro a descobrir algo também por causa da vaidade, daquilo de dizer ele que descobriu. Mas também acho que tem o peso do dinheiro e do fato de que a imagem que a sociedade tem por ele [cientista] também muda!.

Por exemplo: tem um cientista lá que o pessoal conhece só de nome, nem lembra muito e assim ele fica meio que ultrapassado! De repente ele descobre a cura da AIDS. Nossa ele ficará super-requisitado e todo mundo olhará ele com outros olhos.

Quem o conhecia e não davam importância vão começar a dar mais importância, enfim!

Acho que esses aspectos que interferem a produção da ciência. Tipo o status. Porque hoje em dia todo mundo quer ter um status.

Mas ó para eu entender melhor: você acha que o status interfere mais que o aspecto econômico, é isso?

Do que o aspecto econômico acho que talvez não! Mas por outro lado, veja bem: se o cientista tiver uma boa imagem todas as grandes empresas vão brigar por ele! Então assim, ele não só vai ser reconhecido, ter uma boa imagem como vai subir na carreira e

acabará ganhando mais!

O próprio governo acaba incentivando mais esses cientistas, porque quem investe em ciência quer os melhores dos melhores!

- 6) Acho que a opinião alheia atrapalha a produção científica. Porque assim vamos imaginar que tem um cientista que se preocupa muito com a opinião que terão sobre o trabalho dele, então acho que isso acaba influenciando, porque ele acaba tendo medo expor sua ideia para a comunidade científica. Ele imagina: será que vão acreditar ou criticar meu trabalho? Isso acho que envolve bastante. Isso acaba deixando-o retraído, além de também pensar: tenho que ser cuidadoso com isso, porque outra pessoa pode ir lá e pegar minha ideia e acabar montando primeiro e eu ficar aqui. Com isso a outra pessoa acaba ganhando um prestígio que não é dela.

O cientista não vai se preocupar com o que um leigo da área dele irá falar, porque ele vai pensar que qualquer coisa que falar não irá entender. Mas preocupa-se com a opinião de quem realmente sabe, de quem tá ali com ele, a sua comunidade. Porque uma pessoa que sabe da área poderá criticar o trabalho, agora uma pessoa que não sabe o que vai poder falar sem ter o domínio do tema?

Parece que nesse cenário a população saber pouco é bom, né?

Nesse sentido sim [rsrs]. Fica uma conversa de surdo e mudo!

Pensa a sociedade leiga não vai ler o artigo dele [cientista]. Então ele irá escrever o artigo para quem conhece o tema.

7)

- a) Eu acho que tem um pouco do passado porque até hoje as pessoas querem mudar ou ser selecionadas. Hoje em dia se você andar na rua e vê um grupo de homossexuais, por exemplo, que é o que mais tem preconceito. Você já vai olhar diferente. E naquela época os nazistas olhavam feio para quem era judeu. Só mudou o foco, mas continua existindo padrões. Por exemplo, o padrão de beleza da mulher é condicionado pelo seu perfil físico. Se ela tiver tais medidas é a mulher ideal. Agora não importa o que ela faz, se é vagabunda, enfim. E eu li um artigo que dizia que antigamente a mulher era vista pelo que ela tinha de qualidades, mas não estéticas sabe. Eu li muito coisas antigas, rsrs. Mas voltando, com o tempo foi perdendo os valores morais e dando-se mais valor a estética. Hoje em dia tem muito desses preconceitos com quem é homossexual, com cor de pele, com quem curte funk, ou com quem é pobre por achar que é marginal.

Agora voltando para as questões genéticas. Antigamente na época de Hitler era produção de uma raça ariana. Agora são outras questões. Eu li um artigo por causa do meu padrasto que falava sobre a possibilidade de modificar o DNA do bebê já no primeiro mês

de gravidez. Nessa revista que li meu padrasto publica bastante! Então eu estava lendo que no primeiro mês de gravidez pode ser pego um líquido e descobrir se terá alguma doença genética ou não. Dando positivo pode ser revertida essa situação no embrião, claro apenas para quem tem um poder aquisitivo maior!

b) Acho que não é muito positiva, porque, por exemplo, se você quiser a mutação de uma pessoa, vamos supor: tem um grupo de 70% das pessoas terem o mesmo gosto, logo todas vão querer ter um bebê parecido. Então não terá mais aquela heterogenia. Ficar todo mundo igual e acho isso algo ruim. A natureza já fez questão de possibilitar a diversidade como uma forma de manter a espécie perante impactos ou catástrofes, agora padronizar parece um retrocesso.

8)

a) Acho que as coisas tem andado muito rápido na ciência. Creio que no futuro próximo acabem descobrindo isso sim.

b) Um exemplo disso seria o funcionamento dos vírus. Sua capacidade de mutação, de alguns serem retrorversos, entre outros aspectos faz com que assim que se consiga desenvolver vacinas para um grupo, já exista outra escala de complexidade incidindo sobre isso. Agora quanto ao aspecto genético que você perguntou creio que o que falei do vírus serviria para a interferência microambiental, por exemplo, posso nascer com a mesma pré-disposição à doença que minha mãe, entretanto estar inserida em estímulos ambientais, por exemplo, que funcionem como supressores ou desencadeantes disso. Creio que descobrir a cura para uma doença nesse modelo causal não funcione com doenças genéticas que envolvem muitas redes de interação genética.

ALUNO(A): V2

1) Ah, eu sempre gostei de química, por isso escolhi.

2) Um pouco. Tenho a impressão que a maneira como me ensinaram ciência até aqui era errado também. Porque no ensino médio não era tão detalhado. Vejo a ciência como uma forma de explicar e entender a natureza.

3) A genética é algo marcante para mim. Um exemplo seria os mapeamentos genéticos e a possibilidade em descobrir doenças e até curas.

4) Acho que a religião atrapalha também as pesquisas porque a religião fala uma coisa e a ciência outra, e daí muitas pesquisas ficam paradas!

5)

A) Acredito ser impossível porque as pesquisas precisam não só de dinheiro, mas também de apoio político para acontecerem.

B) A falta de incentivo e de valorização para a ciência e a pesquisa. Outros países investem mais em tecnologia, agora aqui isso ainda não acontece. O Brasil não dá muita atenção para isso e o próprio ensino básico não estimula. Falta verba do governo também.

6) Eu acredito que o dinheiro também atrapalhe as pesquisas. Não tem como separar um trabalho científico do dinheiro que será gasto nele. Agora eu não faria uma pesquisa que pusesse em risco a vidas das pessoas por dinheiro. Isso porque eu estaria trocando a vidas das pessoas por um bem econômico para mim.

7)

A) Acho que alguns conhecimentos genéticos atuais podem ser usados e talvez já estejam usados de maneira eugênica. Acho muito forte a possibilidade de pais escolherem características de seus filhos. Essas coisas podem levar a uma eugenia. Mas por outro lado, essas mesmas técnicas trazem a possibilidade de salvar vidas. Isso é ciência, sempre tem duas ou mais possibilidades de ser manipulado um conhecimento.

B) Acho hoje diferente, porque as pessoas que estão cada uma fazendo isso, não estão sendo direcionado por um líder político como no passado.

8)

A) Sim possivelmente, porque os cientistas com tantas tecnologias têm condições de alcançar isso, se já tiverem alcançado!

B) Acho que algumas terapias não foram propostas pelo preço, e a falta de público para comprar isso. Mas descarto que os cientistas não conseguiriam produzir esse conhecimento.