

**PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS PÓS-GENÔMICAS ENTRE  
ACADÊMICOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**EPISTEMOLOGICAL PERSPECTIVES GENOMIC BETWEEN POST-  
GRADUATE STUDENTS IN CHEMISTRY**

**Fernanda Peres Ramos<sup>1</sup>, Michel Corci Batista<sup>2</sup>, Adriana da Silva Fontes<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil. E-mail: fernandaramos@utfpr.edu.br;  
michel@utfpr.edu.br; asfontes@utfpr.edu.br

**RESUMO**

A produção do conhecimento científico está construída por conceitos que funcionam como estruturas centrais para seu desenvolvimento, as quais uma vez consolidadas são recontextualizadas alcançando tanto o público leigo quanto o ambiente acadêmico. O contexto genômico iniciado com a proposição do Projeto Genoma Humano (PGH) foi um ambiente de produção de conhecimento com esse perfil, mostrando-se como um dos maiores projetos biológicos na atualidade e de forte apelo popular. Entre os motivos para isso está um discurso contundente do ponto de vista epistemológico na veiculação dessa pesquisa. Este artigo buscou apresentar a epistemologia presente nessa pesquisa, bem como identificar o alcance dessas perspectivas epistemológicas entre treze acadêmicos de graduação em química. Para tanto, foi utilizada a Análise do Discurso como referencial metodológico, sendo detectados valores deterministas nos discursos. Isso confirmou a crença no DNA como único responsável com relação à manifestação de doenças e características hereditárias. Todavia, em alguns discursos houve um deslocamento de valores para uma perspectiva complexa mostrando considerar a participação de fatores ambientais interagindo na expressão genética.

**Palavras-chave:** projeto genoma humano, epistemologia, determinismo.

**ABSTRACT**

The production of scientific knowledge is built on concepts that serve as core structures for its development, which consolidated once are re-contextualized reaching both the general public and the academic environment. The genomic context starts with the proposition of the Human Genome Project (HGP) was a knowledge production environment with this profile, showing up as a major biological projects at present and strong popular appeal. Among the reasons for this is a blunt speech Epistemologically in serving this research. This article aimed to present this epistemology in this research, and to identify the scope of these epistemological perspectives between thirteen undergraduate chemistry students. Therefore, we used the Discourse Analysis as a methodological framework being detected deterministic values in speeches. This confirmed the belief of DNA as solely responsible with regard to the manifestation of diseases and hereditary characteristics. However, in some speech was a shift values for a complex perspective view showing considering the contribution of environmental factors interacting gene expression.

**Key words:** human genome project, epistemology, social, determinism.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento científico possui conceitos que funcionam como pilares em sua construção. Entretanto, tais conceitos são edificados historicamente, os quais possuem ingredientes sociais, os quais interagem durante essa produção, sendo posteriormente consolidados e recontextualizados no cenário acadêmico, alcançando o público leigo. Contudo, ao longo desse processo uma percepção de ciência é veiculada, por sua vez fortalecida nos fundamentos teóricos e experimentais.

Desde a revolução científica a articulação entre teoria e a experimentação mostrou-se como forte argumento legitimador na produção de conhecimento. Essa legitimação acontece então por meio de um discurso epistemológico que transita na produção de seus conhecimentos (LEWONTIN, 2000; 2002). Tal funcionamento e validação científica não se mostra distinto 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 de 1970 houve a propulsão de um modelo mensurável em relação ao material genético e o alcance dessas produções entre as pessoas (JACOB, 1985; 1998).

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. O alcance dessas possibilidades por meio da divulgação científica contribuindo para a arquitetura de um grande empreendimento denominado de Projeto Genoma Humano (PGH).

O PGH como uma produção de conhecimento passou por vários momentos em sua construção, desdobrando-se posteriormente na escrita de clássicos e alcançando as divulgações midiáticas. Nesse processo vários episódios são traçados, mostrando-se como microcenários da produção de um conhecimento científico, e logo, rico em fatores e valores de escolha associados ao raio de alcance das possibilidades não apenas epistemológicas, mas importantes para a compreensão das atividades científicas.

Para tanto, a era genômica mostra-se como um nicho rico em análise merecendo um debruçado olhar sobre suas perspectivas epistemológicas como produto e como conhecimento recontextualizado pelos meios de divulgações e acadêmicos. Desse modo, a explicitação da construção histórica do contexto genômico e sua transposição para linguagem da comunicação, revelam-se como possibilidade de compreender as origens da informação acadêmica sobre esse cenário, da aceitação social de

determinadas formas de divulgação científica sobre esse conhecimento, bem como, viabilizar a compreensão dos valores e ideologias que sustentam a visão de ciência em voga.

No ambiente genético existe uma fundamentação epistemológica trilhada a partir das expectativas ditadas pela intenção de desvendar o ser humano, alavancando o desenvolvimento do PGH.

O projeto foi fundado em 1990, 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 com um prazo previsto de 15 anos. (INTERNATIONAL, 2001). E durante o ano de 2003 seus resultados foram publicados oficialmente com o sequenciamento de 99% do genoma humano e uma precisão de 99,99% (WATSON; BERRY, 2005).

Este artigo busca em sua parte teórica apresentar a epistemologia que contornou a pesquisa. E na sequência, por meio da coleta de dados entre acadêmicos tem como intenção identificar o alcance dessas perspectivas epistemológicas entre acadêmicos de áreas afins ao conhecimento genético. Contudo, buscou realizar a coleta entre acadêmicos de graduação em química, por ser uma área afim ao contexto biológico. Os acadêmicos participaram da pesquisa ao cursar a disciplina de História e Filosofia da Ciência, na qual tiveram acesso a vários textos sobre epistemologia e pragmática na ciência, dentre tais textos sobre o cenário biológico do PGH.

### **AS DIVULGAÇÕES CIENTÍFICAS E REPERCUSSÕES EPISTEMOLÓGICAS NO CONTEXTO GENÔMICO E PÓS-GENÔMICO**

Além dos aspectos historiográficos cronológicos abstraídos no cenário instituído por genômico existem também questões epistemológicas envolvidas nesse contexto. Infere-se aqui o fato de que, possivelmente tal nuance seja abarcado no denominado cenário pós-genômico, representado pelos anos que seguem após os resultados formais proferidos no início do século XXI sobre o PGH.

Para tanto, vale trazer às lentes do leitor algo além da margem prática dos bastidores da pesquisa genômica, no caso, um pouco do discurso e de seus valores epistemológicos que participaram do contexto genômico alcançando os dias atuais – cenário pós-genômico.

De acordo com Gros,

Numa espécie de redução, compreensível, mas nem sempre cientificamente justificada, o público imputa geralmente à genética um grande número de problemas que dizem respeito tanto às questões fundamentais da hereditariedade e das suas leis, como às doenças hereditariamente transmissíveis ou às aquisições recentes no domínio das técnicas relacionadas com o processo da *concepção* humana. Procede-se assim uma espécie de amálgama. (GROS, 1991, p. 167).

Nessa perspectiva pode-se afirmar que o público leigo credita à genética várias responsabilidades por assim dizer, bem como expectativas e até frustrações perante a morosidade de respostas firmes e estanques sobre doenças e curas. Possivelmente, essa ânsia por respostas firmes e estanques sejam apenas sintomas de quanto à população possui uma forte crença na ciência de maneira neutra, ou seja, destituindo-a do fato de ser manuseada por homens e logo, o fato de ser uma produção social. No que se refere ao PGH vale salientar que o projeto teve repercussão midiática, sendo comparado com a primeira alunissagem da nave Apollo (LEITE, 2007). Para tanto, várias expectativas foram articuladas, de modo que, entre as expectativas divulgadas no lançamento do PGH estavam promessas para a cura de doenças por meio da soletração do ser humano (ZATZ, 2000).

Não restam dúvidas de que o projeto tinha entre suas dinâmicas a busca da cura de doenças, haja vista que, a identificação de genes associados às raras síndromes genéticas havia tido uma aceleração desde a década de 1990, ou seja, durante o mapeamento do PGH. Vale retomar que o próprio Collins participou na época, no trabalho de localização e transcrição do gene cujo defeito pode levar à fibrose cística (LEITE, 2007).

Tal atmosfera indicia a possível formação de expectativas tanto entre o público leigo quanto no âmbito acadêmico. Apesar de essas expectativas receberem doses de enriquecimento dos meios de divulgação também estavam presentes de maneira mais sutil nos valores epistemológicos dos cientistas. Tais aspectos aparecem na gama de metáforas utilizadas pelos envolvidos na pesquisa, como exemplo estão às palavras de Walter Gilbert sobre sua percepção do projeto: “A sequência de três bilhões de bases nucleotídicas pode ser posta em um único disco compacto (CD), e seremos capazes de puxar um CD do bolso e dizer: Aqui está um ser humano; sou eu!” (GILBERT, 1992, p. 84-85).

Entretanto, curiosamente, nas palavras de Leite (2007, p. 36) “até hoje o conhecimento da localização do gene no genoma e de sua sequência não engendrou tratamento nem cura”. Apesar do afincamento em pesquisas associadas à relação entre genes

pré-dispositores para doenças e possíveis terapias gênicas, existem no cenário atual poucas terapias em relação aos genes mapeados.

Ora, observa-se uma disritmia entre as expectativas travadas pelos cientistas ao lançarem o PGH e também pela divulgação midiática em relação aos resultados e seus desdobramentos. Leite (2007, p. 36) afirma que “há várias passagens, nas dezenas de artigos das edições de fevereiro de 2001, em que vem à tona essa tensão entre resultados prometidos e obtidos pelo sequenciamento do genoma”. E isso, por quê?

Para autores como Keller (2002; 2005), Lewontin (2002) e El-Hani (2007; 2010) tais cenários científicos ilustram uma crença na neutralidade e imparcialidade científica, denominada aqui de um reducionismo científico, o que na perspectiva do genoma desdobra-se no determinismo genético - observado por uma crença em que o material genético fosse não só portador da herança e pré-disposição, mas como se o DNA fosse dinâmico, fazendo coisas com a célula, ao passo que o DNA remete-se como um portador de informações que podem receber interferências microambientais (BURBANO, 2006; GARCIA, 2007). Esse formato de credibilidade ao gene é denominado por autores como El-Hani (1995) e Leite (2007) de determinismo genético, ou seja, tentativa de reportar ao gene como único responsável pela expressão gênica.

Tal menção pode ser validada ainda pelas expectativas mencionadas e as divulgações midiáticas, as quais por sua vez, fomentaram uma crença salvacionista em relação ao mapeamento genético. Autores Auler e Delizoicov (2001) definem essa visão salvacionista como a crença de que ciência e tecnologia sempre são desenvolvidas para resolver problemas da humanidade. Desse modo, ocorre entre a sociedade uma visão equivocada esperando que as soluções de seus problemas venham somente do desenvolvimento científico, esquecendo-se das dimensões histórico e sociais envolvidas nesse contexto.

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 direcionadas 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.

Ora, quando o PGH chegava ao fim, de acordo com Gil Ast (2005), 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 (AST, 2005, p. 50).

Apesar de esses resultados aparecerem de modo a revelar a necessidade de uma mudança epistemológica sobre o material genético, os anos de conclusão do PGH, entre 2000 e 2003, foram de grande profusão sobre o genoma e suas maravilhas. Infere-se aqui que talvez ao invés de uma mudança epistemológica tenha surgido novas orientações programáticas no viés epistemológico.

Nesse viés houve um emaranhado de hipérboles otimistas e de resultados modestos em termos aplicativos, contrastando com a sinalização dos próprios resultados sobre a complexidade genômica, a qual caminha contrária à ideia de que a soletração do DNA humano proporcionaria ganhos imediatos para a saúde humana.

No livro publicado em 2000, James Watson apresenta as perspectivas da biologia molecular e do PGH afirmando que:

O genoma humano é a nossa planta-mestre por excelência, que fornece as instruções para o desenvolvimento normal e o funcionamento do corpo humano. Que sejamos seres humanos e não chimpanzés não se deve, em sentido algum, à nossa educação, mas sim à nossa natureza, isto é, nossos genes [...]. 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).

Provavelmente, diante desse arcabouço genético construído com esse megaprojeto, os cientistas tinham expectativas tangíveis para o PGH. Certamente, o simples ato de soletrar o código genético estava constituído também da compreensão de seu funcionamento.

Entre os vieses epistemológicos assentados sobre o PGH, vale destacar que apesar de vários cientistas terem insistido na concepção de que os genes seriam responsáveis e determinantes para explicar o que é o ser humano, seus resultados chegaram munidos de novas incógnitas, colocando em xeque conceitos como o gene

(KELLER; 2002; 2005; EL-HANI, 2010). De acordo com Keller (2002, p.70) “[...] estimativas atuais sugerem que somente três por cento do genoma humano codifica para sequências de aminoácidos [...]”, restando uma porcentagem enorme considerada de “DNA-Lixo”, ou seja, sem função codificadora.

Ora, a informação divulgada com o resultado do PGH, desse reduzido número de genes para codificar tantas proteínas, evidenciam por sua vez, que as sequências não codificadoras acima mencionadas, não seriam necessariamente ‘lixo’ genético, como se imaginava anteriormente, mas desvelam funções importantes no contexto genético.

Cabe destacar que o mencionado DNA-lixo foi originalmente denominado por Walter Gilbert de íntrons, devido ausência de função codificadora, ao passo que e as regiões codificadoras, Gilbert denominou de éxons (Gilbert, 1978). Entretanto, a ausência de conhecimento sobre as funções das regiões intrônicas, trouxeram em voga a utilização do termo DNA-lixo, o qual foi enfatizado pelos resultados genômicos (LANDER *et al.*, 2001; VENTER *et al.*, 2001).

Para Joaquim e El-Hani (2010) a existência de trechos denominados íntrons parece ser uma fonte inesgotável de desafios para as próximas pesquisas genéticas, bem como para concepções tradicionais sobre o gene. Os autores mencionam que pesquisas recentes despertam para o fato de que alguns estudos dos cromossomos 21 e 22 indicaram que grandes quantidades de DNA anteriormente tratado como lixo são de fato transcritas, mostrando que muito mais do que os éxons são transcritos no genoma. Para Keller (2002) a informação divulgada com o resultado do PGH do reduzido número de genes para codificar tantas proteínas revela que as sequências não codificadoras denominadas no primeiro momento de DNA-lixo, não seriam necessariamente ‘lixo’ genético, como se imaginava anteriormente.

Ora, nessa perspectiva, o “DNA-lixo”, correspondente a maior parte do genoma, não seria mais considerado desprovido de função, como se remetia anteriormente.

Possivelmente, como Keller (2002) já havia sinalizado essas sequências podem ter um papel importante no mecanismo de diferenças entre as espécies, de modo que, o anteriormente denominado “DNA-lixo” está muito longe de ser descartado das próximas pesquisas (GERNSTEIN *et al.*, 2007).

Tais aspectos contribuíram para que a genética direcionasse seu foco não apenas para a relação gene e expressão, mas para identificar diversos fatores que se interponham entre o gene e a expressão final. Alguns autores inferem que estejam

ditadas na regulação gênica e no splicing alternativo, por meio do qual a transcrição inicial do gene pode ser editada de várias formas, minimizando a expressão fenotípica de possíveis erros de transcrição gênica (GRABOWSKI, *et al.*, 1985; RHEINBERGER, 2000).

O desenvolvimento do PGH foi permeado por expectativas imbuídas de valores deterministas. No entanto, após seu sequenciamento o conhecimento genético direcionou-se à noção de que haja uma teia complexa que transponha a relação direta entre genes e características.

Nas palavras de Joaquim e El-Hani (2010), o PGH teve efeitos surpreendentes sobre o pensamento biológico, possibilitando suspeitas com relação à visão reducionista predominante na biologia da segunda metade do século XX. Ora, esse desdobramento mostra-se como algo inesperado em um projeto que era, em grande parte, uma culminação do reducionismo.

Diante de tais perspectivas vale observar como tem sido o alcance de tais perspectivas epistemológicas no ensino de cursos voltados às ciências. Para tanto, essa pesquisa tem como ambiente de análise uma disciplina de História e Filosofia da Ciência.

## **PERCURSO METODOLÓGICO**

Esta pesquisa buscou na Análise de Discurso [AD] uma oportunidade metodológica em analisar os discursos implícitos, os quais muitas vezes transcendem a fala, retratados até pelo silêncio e a heterogeneidade discursiva (AUTHER-REVUZ, 1982).

A AD se propõe à análise, entre vários âmbitos, da produção verbal e se constitui como uma possibilidade quando existe 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. Estudiosos da AD mencionam a importância de se estruturar um percurso metodológico que permita a utilização deste referencial. Contudo, ressaltam a necessidade de que tal percurso precisa se adaptar aos questionamentos que mobilizam o pesquisador e as características do *corpus* a ser analisado (PÊCHEUX, 2002; ORLANDI, 2002).

Para tanto, define-se como aparato metodológico a AD a partir das contribuições francesas traçados por Eni Orlandi. Deste modo, 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].

O contexto da coleta de dados se deu em uma instituição pública de ensino superior no estado do Paraná, tendo como cenário uma sala de aula com acadêmicos do 1º ano de graduação em química durante uma disciplina de História e Filosofia da Ciência no primeiro semestre de 2012 no primeiro ano de graduação.

Essa turma tinha 22 alunos, porém apenas 13 alunos tiveram interesse em participar dessa pesquisa. Todos os envolvidos foram informados que estavam participando de uma coleta de dados, a qual seria posteriormente publicada em periódicos da área. Os 13 alunos interessados em participar da pesquisa assinaram um termo de consentimento manifestando o interesse em participar da pesquisa. Ressalta-se para tanto, que será preservada a identidade, sendo utilizados para suas identificações apenas a inicial do primeiro nome, e uma numeração de modo a contribuir para o contexto analítico nos que casos que houve mais de um acadêmico com a mesma inicial de nome.

A escolha desta turma se deu de modo intencional. Diante da tarefa de identificar o alcance epistemológico em relação às pesquisas genômicas e pós-genômicas entre acadêmicos, era preciso um cenário em que tal acesso discursivo ocorresse. Para tanto, além das especificidades até aqui escolhidas nesta coleta de dados, escolheu-se essa turma e disciplina devido ao fato de o professor regente ser filósofo com estudos voltados a essas perspectivas de trabalho.

Vale ressaltar que na perspectiva de trabalho da AD, busca-se nos discursos identificar formações que se acomodem em categorias. Nesse caso, as categorias funcionam como local de acomodação de afirmações que se enquadram em um mesmo escopo de juízo de valor. Para essa pesquisa funcionou como balizador para a formação categórica o referencial teórico apresentado sobre o PGH e a epistemologia que pairou nesse contexto.

Nesse contexto, três conceitos funcionaram como categorias: *determinismo genético*, *determinismo ambiental* e *interacionismo epigenético*. O determinismo genético se estabelece pela ideia reducionista de creditar a expressão de todas as características ao genoma. Essa noção se desdobra ao modelo inverso, aqui caracterizado pelo determinismo ambiental, pautado em uma crença unidirecional ao ambiente como responsável pelo fenótipo dos seres vivos. Contudo, o contexto atual

sobre o genoma, parece direcionar a ideia de que exista uma relação dialógica entre gene e ambiente, de modo que o fenótipo se dê pela interação entre gene e aspectos microambientais que funcionem como ativadores ou silenciadores dos genes.

Nessa perspectiva as formações discursivas foram analisadas na perspectiva da identificação de valores que se deslocariam no intervalo de categorias como: *determinismo genético, determinismo ambiental e interacionismo epigenético*. Isso de modo a identificar e classificar quais valores epistemológicos mais alcançariam os acadêmicos.

As perguntas estavam seguidas de um texto de cunho jornalístico com caráter informativo: *Novas Perspectivas no Cenário pós-genômico - Edição do dia 14/02/2012 às 20h58- Atualizado em 14/02/2012 20h58*.

A produção científica em questão tratou-se do uso da técnica pré-implante como possibilidade para seleção de embriões no auxílio ao controle de fertilização de crianças com doenças hereditárias, entre outros aspectos. Tal técnica caracteriza-se pela seleção de embriões com base em análises de DNA. Isso se dá como forma de monitorar características dos futuros descendentes.

Foram coletados dados dos 13 acadêmicos que manifestaram interesse em participar dessa pesquisa, respondendo as seguintes questões:

- 1) Qual seu posicionamento sobre a utilização de técnicas de interferências pós-genômicas como a técnica de diagnóstico e mapeamento genético pré-implantação?
- 2) Caso houvesse um plebiscito [informe popular] para a escolha da viabilização dessas técnicas [como a técnica de diagnóstico e mapeamento genético pré-implantação] no Brasil, qual seria seu posicionamento? Por quê?
- 3) 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. Qual sua opinião sobre essas possibilidades de intervenções?

Na sequência houve uma dessuperficialização rumo à passagem da superfície linguística para o objeto discursivo. Considerando-se os objetivos desta subseção, iniciou-se o contorno das formações discursivas e discussões. Tal sequência analítica (ORLANDI, 2002) se desdobrou a cada questão respondida pelos alunos. Para tanto, instituiu-se um cenário analítico a cada questão analisada.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES – PERSPECTIVAS IDENTIFICADAS NOS DISCURSOS**

Inicialmente os alunos tiveram acesso ao texto de caráter informativo, o qual abordava sobre técnicas desenvolvidas após o PGH, no caso a técnica pré-implante relacionada à seleção de embriões com base em análises de DNA. Os alunos foram interpelados sobre seus posicionamentos sobre a utilização dessa técnica, e logo se perante um plebiscito [informe popular] para a escolha da viabilização dessas técnicas no Brasil, se concordariam ou não.

Sou a favor da seleção ou separação de embriões, pois além de ser possível curar doenças genéticas, pode ser possível que algumas delas sejam extintas (Aluno B1).

Meu posicionamento é totalmente a favor, um avanço científico desse não pode deixar de ser feito por causa de pessoas que são contra. A criança que nasceu pode salvar a vida da irmã e nascer sem a mesma doença. Quando que na vida alguém pode imaginar que essas manipulações poderiam ser feitas? Por isso que sou a favor desse avanço, vidas podem ser salvas e isso é o mais importante (Aluno E1).

Aparece nesses discursos uma visão romântica e neutra em relação à ciência, uma vez que está imbuído de uma concepção de que não existam prós e contra nas produções científicas. Entretanto, a ciência assim como outras áreas de produções de conhecimentos possui um forte cunho social associado, o qual fica esparsos na historiografia e ausente na percepção pública de grande parcela da sociedade. Tais discursos enquadram-se na perspectiva do *determinismo genético*, pois se trata da crença neutra de produção científica que se baseia na ideia de que mapeamento genético tenha uma relação direta e causal com expressão gênica.

Contudo, neste caso desdobra-se em uma categoria secundária aqui intitulada de *eugenia positiva*. O termo eugenia significa “bem nascido”, e ao longo da história da humanidade teve várias facetas e perceptibilidade. Vale lembrar que na antiguidade grega aconteciam práticas eugênicas como, por exemplo, as medidas em prol do controle rigoroso dos nascimentos encontrados em Esparta, de modo a estimular às mulheres robustas para gerarem filhos vigorosos e sadios, ao mesmo tempo em que crianças nascidas com imperfeições ou fragilidades eram atiradas do alto do Taygeto (BIZZO, 1995).

Posteriormente, o trabalho do pesquisador Galton se fortaleceu transformando-se em movimentos de caráter científico e social, tendo abrangência em diversos países. Isso contribuiu para inúmeras publicações e o desencadeamento de associações eugênicas, entre estas, o Tribunal Eugênico, instituído na Alemanha logo após a

ascensão de Hitler ao poder, e conseqüentemente a dizimação de várias pessoas em nome de uma raça pura (KEHL, 1935, p. 25).

A eugenia positiva toma corpo no cenário contemporâneo devido à possibilidade da utilização de técnicas como a pré-implante para controle e diminuição de doenças genéticas. Contudo, a questão que permanece seria: qual a real diferença entre o controle de natalidade de crianças deficientes na Grécia Antiga e o contexto atual? Seria apenas um rebuscado aparato tecnológico?

Entre os alunos surgiram alguns discursos com esses questionamentos e preocupações éticas.

Essas técnicas de fertilização *in vitro* representam um papel muito importante para cura de doenças e também evitar que crianças com graves problemas venham a nascer. O problema é que todas as pessoas possuem o direito à vida, neste caso embriões foram descartados como se fossem restos que não servem mais para serem utilizados, porém são vidas, ninguém tem esse direito de escolher que pode ou não pode nascer (Aluno C3).

Eu [...] sou contra a seleção de embriões, porque [...] não se deve condenar a vida de uma criança com a finalidade de salvar outra [...] (Aluno A3).

Contra, pois isso é uma seleção de indivíduos, além do objetivo dos pais quererem outro filho é a cura do filho portador de uma doença (Aluno V3).

Apoio esta técnica, porém sou contrária a possíveis casos em que os pais geram um filho único e exclusivamente para salvar o outro filho. O desejo de ter outro filho é substituído pelo desejo de um remédio humano (Aluno L3).

As preocupações apontadas pelos alunos são variadas e de mérito. Além da preocupação ética, evidencia-se a indignação nos discursos dos alunos C3 e L3, em que é questionado o descarte de embriões como restos inutilizáveis, bem como o uso de embriões como um medicamento para outro filho. Nessa discussão um dos grandes dilemas seria o conceito de vida: afinal em que momento a vida se inicia para aqueles que aderem à técnica? Afinal, a utilização da técnica pré-implante além de estar consolidada na concepção determinista genética seria uma ação eugênica?

Alguns alunos mesmo não cientes da terminologia “eugenia” parecem deixar essa percepção praticamente explícita ao mencionar que: “Sou contra esta técnica, pois penso ser injusto alguém ser gerado somente para a cura de outra pessoa, como se fosse fabricação de medicamento” (ALUNO D1). Aqui se manifesta novamente preocupações éticas, embasadas na ideia de que a produção de embriões além de ter uma gama de descartes teria ainda à inserção social de alguém para o âmbito da cura de outra pessoa. Traz a noção de que a vida de alguém se justificaria pelo fato de trazer a cura de outra, o

problema disso talvez esteja na ideia implícita de que caso não tenha uma função, tal vida não se justificaria existir. Esses problemas éticos se manifestam, além da percepção eugênica de descarte de pessoas com síndromes, deficiências, etc.

Após tal questionamento, os alunos foram instigados sobre os avanços na genética molecular. Sabe-se que 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. Diante disso foram convidados a manifestarem suas opiniões sobre essas possibilidades de intervenções. A maior parcela manifestou a utilização, porém não para fins estéticos:

Não vejo problemas em utilizar essas intervenções a fim de evitar possíveis doenças genéticas. Eu utilizaria, mas não para fins estéticos, [...]. (Aluno B1).  
[..], não concordo com essas intervenções. Para mim, elas tornariam os nossos descendentes em mercadorias, onde podemos escolher cor, tipo, entre outros. Portanto, não realizaria também (Aluno C1).

Sou totalmente contra essas possibilidades para fins estéticos e até mesmo escolher o sexo da criança. Utilizaria penas se houvesse alguma doença grave que a criança herdaria, mas em hipótese alguma para fins estéticos, [...]. (Aluno C3).

Acho ridículo, pois poderão escolher como será a aparência de seu filho. [...]. Não realizaria, pois não vejo necessidade de nada disso (Aluno D1).

Eu não modificaria esteticamente um filho que eu poderia vir a ter, mas se eu soubesse que eu tenho tendência a alguma doença e isso passaria pro meu filho eu, com certeza, faria essa modificação para ele não ter a mesma doença que eu tenho. [...].(Aluno E1).

[...]. Se descobrir que tenho alguma doença gênica utilizaria sim (Aluno L4).

Em todos os discursos acima, independente de favorável ou contrário, existe um aspecto comum: uma validação tecnocrática da ciência. Em nenhuma manifestação discursiva houve algum questionamento sobre a produção científica em si, no máximo aspectos éticos. Fica clara uma crença acrítica na ciência e um determinismo em relação ao âmbito genético indiscutível.

Esses valores desvelam-se como desdobramento do que alguns autores denominam de cientificismo. Para Chassot (1994), o cientificismo pode ser sintetizado por dois pilares centrais: a superioridade teórica e prática da ciência para qualquer situação. Em termo teórico, seria um conhecimento superior a qualquer outro. No

âmbito prático, seria a melhor forma de conhecimento para resolver problemas situados desde o campo técnico até o ético (AULER; DELIZOICOV, 2001).

As manifestações discursivas ao se direcionarem para um *determinismo* genético trazem como vestígio uma categoria secundária aqui apresentada como *cientificismo tecnocrático*. Tal categorização se justifica pelos indícios da valorização tecnológica imbuído de um discurso implícito na crença da produção científica como forma validadora.

Ao longo das análises percebeu-se uma sutil mudança discursiva entre os alunos M3 e V3:

Na parte de curar doenças ou até mesmo preveni-la sou a favor, agora no caso de estética sou contra, pois o mundo vai começar a ficar muito igual, as pessoas vão ficar cada vez mais parecidas umas com as outras e isso é ruim no meu ponto de vista. Faria apenas se por um acaso eu precisasse e não fosse algo para estética, pois não pretendo mudar algo em meu corpo e, no caso de alguma doença todos querem se tratar e ficar bem (Aluno M3).

Ela é errada, pois isso estimularia a escolha de um ser humano perfeito, mais artificial. Eu não faria, pois não concordo com essa técnica (Aluno V3).

Tanto para o aluno M3 quanto para o V3 manifestam-se preocupações quanto à noção da existência de um modelo canônico quanto à aparência, a estética do corpo. Esses aspectos direcionam haver a existência de novas versões contemporâneas de uma eugenia ariana, ditadas por novas roupagens. Contudo, ainda direcionada para a formação de grupos padronizados.

Nessas formações evidencia-se uma mudança discursiva representada pela preocupação de que ocorram ações eugênicas ditadas pela busca de um modelo canônico. Logo, surge uma preocupação de que deva haver avaliações sobre prós e contra ao uso das biotecnologias, direcionando para a necessidade da participação popular e democratização da ciência. Entretanto, o determinismo genético e logo, a crença na ciência como validadora de verdades permanecem nas representações discursivas dos participantes, uma vez que não há indícios de questionamentos quanto à construção da produção científica.

Acredita-se que o nível de apreensão epistemológico sobre produções pós-genômicas como essas apontadas resultem do alcance de escolha de uma estrutura frágil epistemológica ao invés da noção de uma participação social ampla.

## 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.

Durante o PGH, as publicações veiculadas apresentavam expectativas baseadas 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). 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.

Todavia a apropriação do público leigo ocorre devido à credibilidade que a maioria das pessoas vincula à ciência como forma segura de produção de conhecimento. O PGH mostra-se como uma ilustração de produção e aceitação desse conhecimento. Porém, com os resultados parciais no ano de 2001 infere-se o início de algumas mudanças conceituais, havendo um deslocamento da redução científica quanto ao sequenciamento gênico como forma de compreensão do ser humano e o desvendamento das doenças, para uma apropriação de níveis de complexidade imersos nesse aglomerado químico denominado de DNA.

Durante as análises nesse artigo foi possível identificar nos discursos a insistente presença de um determinismo genético quanto às produções pós-genômicas. Isso contribui para a confirmação da existência ainda na crença do DNA por um funcionamento direto e causal com relação às doenças e características hereditárias.

Durante o PGH se estabeleceu 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). A ilustração mais nítida desse determinismo no projeto pode ser observada pela responsabilidade dada ao material genético como cumpridor de todas as metas direcionadas ao PGH.

Esse formato de credibilidade epistemológica do genoma é denominado por autores como El-Hani (1995) e Leite (2007) de determinismo genético, conceituado 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 (EL-HANI, 1995, p. 16). No PGH o determinismo se revelou presente nas expectativas divulgadas, as quais fomentaram uma crença salvacionista em relação ao mapeamento genético como alternativa única e direta para a compreensão do ser humano.

Contudo, autores como a cientista Keller (2002, p. 17) sinalizam que ao longo do projeto vários cientistas foram mudando seu modo de pensar, ainda 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”.

A partir das análises desse artigo pode-se perceber em alguns discursos esse movimento, havendo um deslocamento de valores rumo à noção de uma perspectiva complexa. Isso pode ser observado por discursos que se caracterizam em categorias voltadas as perspectivas da existência de fatores ambientais interagindo na expressão genética.

Ora, quanto ao viés epistemológico, os resultados genômicos trouxeram a necessidade de novos redirecionamentos para os projetos posteriores e a busca de novas abordagens epistemológicas. Entretanto, o que se percebe é que durante todo o arcabouço das pesquisas genômicas apresenta-se sempre, um modelo ainda reducionista, mesmo que amparado por diferentes nuances deterministas.

Essas análises contribuíram para a percepção da persistência de um modelo determinista em relação às produções genéticas, o que por sua vez, traz como consequência a noção de que uma perspectiva reducionista de ciência ampla ainda se sustenta no cenário contemporâneo. Para tanto, é importante que haja em sala movimentos recontextualizadores capazes de contribuir para inquietações conceituais e deslocamentos de valores em relação as produções científicas. Isso, de modo a promover uma popularização da ciência crítica, dinâmica e não unilateral.

## REFERÊNCIAS

AST, G. Genoma Alternativo. **Scientific American Brasil**, 36, 50-58, 2005.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, 3, 1, 105-115, 2001.

AUTHIER-REVUZ, J. Heterogeneidades enunciativas. **Cadernos de Estudos Linguísticos**, 19, 25-27, 1991.

- BIZZO, N. M.V. O paradoxo social-eugênico, genes e ética. **Rev. USP**, 24, 28-37, 1995.
- BURBANO, H. A. Epigenetics and genetic determinism. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, 13, 4, 851-863, 2006.
- CHASSOT, A. **A Ciência através dos Tempos**. São Paulo: Moderna, 2004.
- EL-HANI, C. N. **O Insustentável Peso dos Genes**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia – Salvador: FAGED-UFBA, 165 f, 1995.
- EL-HANI, C.N. Between the cross and the sword: the crisis of the gene concept. **Genetics and Molecular Biology**, 30, 2, 297-307, 2007.
- GILBERT, W. Vision of the grail. En: D.J. Kevles y L. Hood (Eds.), **The code of codes**. Harvard University Press, 83-97, 1992.
- GRABOWSKI, P. J. *et al*). A multicomponent complex is involved in the splicing of messenger RNA precursors. **Cell**, 42, 345-353, 1985.
- GROS, F. **Os segredos do gene**. Lisboa: Dom Quixote, 1991.
- INTERNATIONAL. Human Genome Sequencing Consortium. Initial sequencing and analysis of the human genome. **Nature**, 409, 860-921, 2001.
- JACOB, F. **A lógica da vida**. Lisboa: Publicações Dom Quixote Ltda, 1985.
- JACOB, F. **O rato, a mosca e o homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- JOAQUIM, L.M.; EL-HANI, C.N. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. **Scientiæ Zúdia**, 8, 1, 93-128, 2010.
- KEHL, R. **Lições de Eugenia**. Rio de Janeiro: Canton & Reile, 1935.
- KELLER, E. F. **O século do gene**. Belo Horizonte: Editora Crisálida, 2002.
- KELLER, E.F. The century beyond the gene. **Journal of Biosciences**, 30,1, 3-10, 2005.
- LANDER, E. S. *et al*. Initial sequencing and analysis of the human genome. **Nature**, 409, 860-921, 2001.
- LEITE, M. **Promessas do genoma**. São Paulo: Editora UNESP, 2007.
- LEWONTIN, R. **Biologia como Ideologia**. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2000.
- LEWONTIN, R. **A Tripla Hélice**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- ORLANDI, E.P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Campinas (SP): Pontes, 2002.

PÊCHEUX, M. **O Discurso:** estrutura ou acontecimento. 3ª ed. Campinas: Pontes, 2002.

RHEINBERGER, H.J. Gene concepts: fragments from the perspective of molecular biology. En P. Beurton, R. Falkan y H.J. Rheinberger (orgs.). **The concept of the gene in development and evolution:** historical and epistemological perspectives. Cambridge: United Kingdom, 317-348, 2000.

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

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.; M.A. MATZKE. Epigenetics: regulation through repression. **Science**, 286, 5439, 481-615, 1999.