

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

**EDUARDA MARIA SCHNEIDER**

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR  
FRENTE ÀS IMPLICAÇÕES DA ENGENHARIA GENÉTICA E À  
IDEALIZAÇÃO DO “MELHORAMENTO HUMANO”**

**MARINGÁ – PR  
2015**

**EDUARDA MARIA SCHNEIDER**

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR  
FRENTE ÀS IMPLICAÇÕES DA ENGENHARIA GENÉTICA E À  
IDEALIZAÇÃO DO “MELHORAMENTO HUMANO”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática.

**Área de concentração:** Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientadora:** Profa. Dra. Maria Júlia Corazza

**MARINGÁ - PR  
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S358a

Schneider, Eduarda Maria

Alfabetização científica de alunos do ensino superior frente às implicações da engenharia genética e à idealização do “melhoramento humano”. / Eduarda Maria Schneider. - Maringá, 2015.

140 p.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Júlia Corazza

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá.

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação para a Ciência e a Matemática

1. Ensino de ciências. 2. Análise quantitativa. 3. Alfabetização científica. 4. Biologia molecular. 5. Eugenia. I. Corazza, Maria Júlia. II. Universidade Estadual de Maringá. III. Título.

CDD 21.ed. 378.0072

507

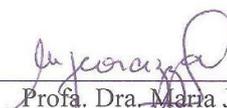
CIP- NBR 12899

EDUARDA MARIA SCHNEIDER

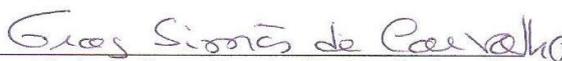
**Alfabetização científica de alunos do Ensino Superior  
frente às implicações da Engenharia Genética e a  
idealização do “melhoramento humano”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência e a Matemática.

**BANCA EXAMINADORA**



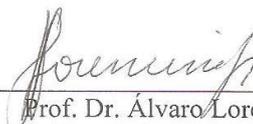
Prof. Dra. Maria Júlia Corazza  
Universidade Estadual de Maringá – UEM



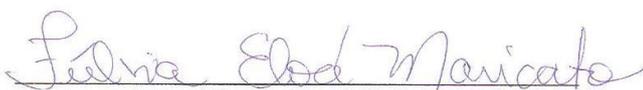
Prof. Dra. Maria da Graça Ferreira Simões de Carvalho  
Universidade do Minho - UMINHO



Prof. Dr. Fernanda Aparecida Meghioratti  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE



Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior  
Universidade Estadual de Londrina – UELM



Prof. Dra. Fúlvia Eloá Maricato  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 04 de Dezembro de 2015.

A todos os mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e conseqüentemente na realização deste trabalho.

## **Agradecimentos...**

*Agradeço primeiramente a Deus, minha “partícula” de fé, esperança, perseverança, bondade, carinho, respeito, conforto... Muito obrigada por todas as bênçãos e por sempre guiar meus passos pelos melhores caminhos.*

*Agradeço à minha mãe, Albertina Schneider por sempre apoiar minhas escolhas, minha eterna professora! Ao meu pai, João Schneider, por me mostrar que a vida é dura e que quando queremos algo precisamos lutar para conseguir e que quando caímos só nos resta levantar para seguir em frente. Amo vocês!*

*Às minhas irmãs, Elisabete, Elisete e Edésia, meus exemplos da importância de estudar, afinal “a educação transforma”. Aos meus cunhados, sobrinhos e sobrinhas em especial à Carolina Schneider por toda colaboração nesse trabalho. Amo vocês!*

*Agradeço ao Valdecir Moura, meu companheiro de vida, ninguém melhor que você que está ao meu lado todos os dias, para saber todas as angústias, anseios e alegrias dessa caminhada, te amo e te agradeço para sempre!*

*Agradeço especialmente à minha querida orientadora Dr<sup>a</sup>. Maria Júlia Corazza, exemplo de dedicação e excelência na profissão. Obrigada por me proporcionar compartilharmos o desenvolvimento desse trabalho. Por todas as orientações, conversas, trocas de experiências e toda a convivência desses anos. Aprendi e aprendo muito com você!*

*Em especial à Dr<sup>a</sup>. Graça Simões Carvalho, literalmente uma graça de pessoa. Obrigada por me mostrar um novo horizonte na pesquisa, o uso da análise quantitativa na educação em ciências, por todas as orientações pessoais e via skype, e pela disponibilidade e acolhimento em minha estadia em Portugal.*

*Ao professor Dr. José Machado, da Universidade do Minho, pela grande contribuição, disponibilidade e orientações sobre a análise dos dados. E às professoras Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Pansera-de-Araújo e Dr<sup>a</sup>. Eva Teresinha de Oliveira Boff pelas colaborações em minha estadia em Portugal.*

*Aos professores da banca de qualificação e defesa, Dr<sup>a</sup>. Graça Simões Carvalho, Dr<sup>a</sup>. Fernanda Aparecida Meghioratti, Dr. Álvaro Lorencini Júnior, Dr<sup>a</sup>. Fúlvia Eloa Maricato e suplentes Dr<sup>a</sup>. Lourdes Aparecida Della Justina e Dr. Carlos Alberto de Oliveira Júnior. Muito obrigada pela disponibilidade em ler este trabalho e contribuir para sua qualidade.*

*A todos os professores do PCM, em especial aos que contribuíram diretamente para minha formação e para o alcance do título de Doutora, Dr<sup>a</sup>. Ana Lúcia O. Rosas Moreira, Dr. Carlos A. de O. Magalhães Jr., Dr<sup>a</sup>. Dulcineia E. P. Gianotto, Dr. Luciano Carvalhais Gomes, Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Rodrigues, Dr. Marcos Cesar D. Neves, Dr<sup>a</sup>. Maria Júlia Corazza, Dr<sup>a</sup>. Neide M. M. Kiouranis, Dr. Ourides Santin Filho, Dr<sup>a</sup>. Polônia Altoé Fusinato. Cursar suas disciplinas me proporcionaram inúmeros momentos prazerosos de aprendizagem e socialização. Aprendi que a determinação faz o sonho acontecer!*

*Às colegas da secretaria, Isabela dos Santos Pedro e em especial à Sandra Grzegorzcyk, pelas colaborações sempre que precisei e pela paciência de responder todas as dúvidas ao longo dessa caminhada!*

*Aos queridos colegas do PCM, em especial aos irmãos de orientação, Marcelo Leandro Garcia, Verônica Klepka, em especial à Jéssica Laguílio Rodrigues, Rosângela Fujii e Paulo Henrique Arana Moreira que me ajudaram muito a concretizar este trabalho.*

*Aos colegas de disciplinas, em especial Alex Lino, Breno Oliveira, Camila Brito Galvão, Gláucia Britto Barreiros, Gisele Aparecida Fidelis, Jheniffer Micheline Cortez dos Reis e Samantha Suyanni dos Santos, que se tornaram meus grandes amigos e amigas. Obrigada pelas longas conversas, risadas, pelos cafés, por compartilharem de dúvidas, angústias e alegrias.*

*Aos amigos e colegas de área da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Dr<sup>a</sup>. Fernanda Aparecida Meghioratti, Dr<sup>a</sup>. Lourdes Aparecida Della Justina, Dr<sup>a</sup>. Daniela Frigo Ferraz, Ms. Juliana Moreira Prudente de Oliveira, Dr. Celso Aparecido Polinarski e Ms. Alexandre Scheifele. Meus exemplos profissionais, meus pilares de sustentação. Não tenho palavras para meu agradecimento por tudo. Em especial a Dr<sup>a</sup>. Fernanda e Ms. Juliana pela convivência de todos os dias e por compartilharem dos meus e dos seus desafios e alegrias.*

*Em especial à colega de trabalho da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Dr<sup>a</sup>. Ana Tereza Bittencourt Guimarães pelas colaborações com a análise dos dados.*

*A todos os colegas do GEBCA, nosso ponto de encontro para a socialização, para novas aprendizagens, para descontração, para risadas, para autoajuda, para abrir a mente ao conhecimento!*

*À minha grande amiga Bárbara, colega de profissão e parceira de viagem para Maringá durante um período, onde compartilhamos a construção de muito conhecimento. Ao amigo e parceiro de trabalho Alexandre. À amiga Luciana por todas as reflexões de ciência e vida. À amiga Tassiane que mesmo longe sempre que pode está presente. Adoro vocês!*

*Aos demais amigos próximos e distantes!*

*Aos familiares desculpem a distância, espero que o período do doutorado tenha sido o mais solitário da minha vida e que em alguns momentos possa estar mais presente.*

*Enfim, a todas as mãos, braços e pernas, gestos, olhares e palavras que contribuíram para a concretização deste trabalho, muitíssimo obrigada!*

"Nada é mais perigoso do que a certeza de ter razão. Nada causa tanta destruição quanto a obsessão por uma verdade considerada absoluta." (FRANÇOIS JACOB em: *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*, 1983).

## RESUMO

No cenário atual do desenvolvimento científico e tecnológico, uma das áreas da ciência que se destaca devido à sua acelerada produção de conhecimento, é a engenharia genética, referente ao conjunto de técnicas que envolve a manipulação do material genético. No entanto, as aplicações dessas novas técnicas, que prometem a solução de problemas relacionados à espécie humana, devem ser analisadas com cuidado, uma vez que podem corresponder a uma ideologia perigosa, baseada em princípios antiéticos, tal qual ocorreu no movimento eugênico do final do século XIX e início do século XX. A eugenia, que objetivava o melhoramento da espécie humana, transformou-se em um movimento de caráter racista e discriminatório. Ao reconhecer as aproximações entre os avanços da engenharia genética humana e a ideologia do movimento eugênico, é importante estudar possibilidades de inserir discussões desses temas nos diferentes níveis de ensino e averiguar como esta abordagem vem sendo realizada para a formação de cidadãos críticos e participativos nas decisões sociais. Nesse contexto, objetiva-se com esta pesquisa construir, validar e aplicar um instrumento de investigação sobre conhecimentos, valores e práticas apresentadas por estudantes do ensino superior acerca da engenharia genética e idealização do “melhoramento humano”. A pesquisa foi realizada com universitários dos anos iniciais e finais de cursos das áreas de biológicas e de humanidades de uma universidade localizada no Brasil e outra em Portugal. A metodologia de elaboração, validação e análise do instrumento seguiu a abordagem quantitativa, baseada na escala do tipo *Likert*, testes estatísticos como o Alpha, KMO e Bartlett, bem como análise dos componentes principais (ACP), das frequências, das médias e das correlações dos componentes, calculadas com o auxílio do programa *Statistical Packet for Social Sciences* (SPSS). Em relação à validação do questionário, os testes estatísticos aplicados evidenciaram valores satisfatórios de confiabilidade semântica e estatística, mostrando-se válido como instrumento de pesquisa. A ACP resultou em três componentes principais com cargas fatoriais similares ao conjunto de dados do Brasil e de Portugal, que foram classificados, respectivamente, como valores, práticas e conhecimentos, demonstrando a validade dos componentes e do modelo KVP para analisar concepções sobre o tema investigado. Os resultados das frequências e das médias do componente I indicaram que grande parte dos estudantes pesquisados demonstra valores deterministas quanto ao uso da engenharia genética para o melhoramento da população humana e seu aperfeiçoamento quanto às doenças. Contudo, a maioria dos acadêmicos das duas áreas investigadas, nos dois países, evidencia valores sistêmicos quanto ao uso desta tecnologia para buscar o aperfeiçoamento de características físicas e intelectuais. Na análise das frequências e médias do componente II constatamos que a maioria, tanto no grupo de estudantes de biológicas, como de humanas, nos dois países, apresenta respostas coerentes com práticas contrárias às ideologias do movimento eugênico. Em relação à análise do componente III, verificamos que grande parte dos respondentes dos dois países apresenta conhecimento das leis de biossegurança e da complexidade das interações entre a herança genética, ambiental e do desenvolvimento do organismo, mas não detêm conhecimentos sobre o termo eugenia e são céticos ou desconhecem a possibilidade da escolha do sexo e da seleção de embriões saudáveis. De modo geral, os resultados alcançados evidenciam a validade do instrumento e deste tipo de pesquisa para a investigação dos conhecimentos, valores e práticas sobre engenharia genética e eugenia, revelando a necessidade de uma formação que integre estes três polos ao propiciar a alfabetização científica da população.

**Palavras-chave:** Análise Quantitativa; Ensino de Ciências; Alfabetização Científica; Biologia Molecular; Eugenia.

## ABSTRACT

In the present scenario of scientific and technological development, one of the areas of Science that stands out due to its accelerated production of knowledge is the genetic engineering, referring to the set of techniques that involves the manipulation of genetic material. However, applications of these new techniques, which promise the solution of problems related to the human species, must be analyzed carefully, since it may correspond to a dangerous ideology, based on unethical principles, as occurred in the eugenics movement of the late nineteenth and early twentieth century. Eugenics, which aimed to improve the human species, became a racist and discriminatory character movement. Recognizing the similarities between the advances in human genetic engineering and the ideology of eugenics movement, it is important to study possibilities of entering discussions of these topics in different levels of education and ascertain how this approach has been made for the formation of critical and participating citizens in social decisions. In this context, the objective of this research was to build, validate and implement a research instrument of knowledge, values and practices presented by higher education students about genetic engineering and idealization of "human enhancement". The survey was conducted with university initial and final year courses in biological areas and humanities at a university located in Brazil and another in Portugal. The methodology of elaboration, validation and instrument analysis followed a quantitative approach based on the Likert scale, statistical tests such as Alpha, KMO and Bartlett and principal component analysis (PCA), the frequency of the means and correlations component, calculated with the help of Statistical Packet for Social Sciences (SPSS). Regarding the questionnaire validation, the applied statistical tests showed good results of semantic and statistical reliability, being valid as a research tool. The ACP resulted in three main components with factor loadings similar to Brazil's dataset and Portugal, which were classified respectively as values, practices and knowledge, demonstrating the validity of the components and the KVP model to analyze views on the subject investigated. The results of frequency and average component I indicated that most of the surveyed students show deterministic values as to the use of genetic engineering for the improvement of the human population, and their improvement as regards diseases. However, most scholars of the two areas surveyed in both countries, shows systemic values regarding the use of this technology to seek the improvement of physical and intellectual characteristics. In the analysis of the frequencies and component averages II found that the majority in both the biological group of students, such as in the humanistic one, in both countries, provides consistent answers with practices contrary to the eugenics movement ideologies. Regarding the component analysis III, we find out that most of the respondents in both countries demonstrated to know the biosafety laws and the complexity of interactions between genetic inheritance, environmental and development of the body, but do not hold knowledge about the term eugenics and are skeptical or unaware of the possibility of sex selection and the selection of healthy embryos. Overall, the results achieved demonstrate the validity of the instrument and this type of research for the investigation of knowledge, values and practices of genetics and eugenics engineering, revealing the need for training that integrates these three centers to provide scientific literacy of the population.

**Keywords:** Quantitative Analysis; Science education; Scientific literacy; Molecular biology; Eugenics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Modelo KVP (adaptado de CLÉMENT, 2006; GUIMARÃES et al., 2008).....	62
Figura 4.1 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A14. ....	81
Figura 4.2 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A14.....	81
Figura 4.3 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A18. ....	82
Figura 4.4 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A34. ....	82
Figura 4.5 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A18.....	83
Figura 4.6 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A34.....	83
Figura 4.7 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A31. ....	85
Figura 4.8 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A13. ....	85
Figura 4.9 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A31.....	86
Figura 4.10 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A13.....	86
Figura 4.11 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A16. ....	87
Figura 4.12 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A16.....	87
Figura 4.13 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A39. ....	89
Figura 4.14 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A39.....	89
Figura 4.15 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A43. ....	89
Figura 4.16 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A43.....	89
Figura 4.17 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A22. ....	90
Figura 4.18 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A22.....	90
Figura 4.19 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A21. ....	93
Figura 4.20 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A21.....	93
Figura 4.21 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A35. ....	94
Figura 4.22 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A35.....	94
Figura 4.23 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A8. ....	95
Figura 4.24 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A36. ....	95
Figura 4.25 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A8.....	95
Figura 4.26 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A36.....	95
Figura 4.27 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A27. ....	96
Figura 4.28 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A27.....	96
Figura 4.29 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A29. ....	97
Figura 4.30 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A29.....	97
Figura 4.31 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A45. ....	100
Figura 4.32 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A45.....	100
Figura 4.33 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A25. ....	102
Figura 4.34 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A25.....	102
Figura 4.35 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A42. ....	103
Figura 4.36 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A42.....	103
Figura 4.37 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A37. ....	103
Figura 4.38 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A37.....	103
Figura 4.39 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A30. ....	105
Figura 4.40 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A30.....	105
Figura 4.41 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A32. ....	106

Figura 4.42	Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A26. ....	106
Figura 4.43	Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A32.....	106
Figura 4.44	Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A26.....	106
Figura 4.45	Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A40. ....	108
Figura 4.46	Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A23. ....	108
Figura 4.47	Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A40.....	108
Figura 4.48	Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A23.....	108

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 Assertivas do componente conhecimentos.....	65
Quadro 3.2 Assertivas do componente valores. ....	65
Quadro 3.3 Assertivas do componente práticas. ....	67
Quadro 3.4 Questões sobre os dados pessoais dos participantes. ....	67
Quadro 3.5 Categorias de análise. ....	71
Quadro 4.1 Matriz dos componentes (fatores) rotacionada. ....	75
Quadro 4.2 Matriz dos componentes (fatores) rotacionada. ....	76
Quadro 4.3 Comparação da classificação das assertivas preliminar e ACP.....	79
Quadro 4.4 Médias das respostas dos acadêmicos brasileiros às assertivas analisadas do componente I.....	91
Quadro 4.5 Médias das respostas dos acadêmicos portugueses às assertivas analisadas do componente I.....	92
Quadro 4.6 Médias das respostas dos acadêmicos brasileiros às assertivas analisadas do componente II.....	98
Quadro 4.7 Médias das respostas dos acadêmicos portugueses às assertivas analisadas do componente II.....	98
Quadro 4.8 Médias das respostas dos acadêmicos brasileiros às assertivas analisadas do componente III. ....	109
Quadro 4.9 Médias das respostas dos acadêmicos portugueses às assertivas analisadas do componente III.....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Códigos de identificação dos participantes brasileiros na pesquisa. ....	59
Tabela 3.2 Códigos de identificação dos participantes portugueses na pesquisa.....	59
Tabela 3.3 Distribuição da amostra da UEM em relação ao curso. ....	59
Tabela 3.4 Distribuição da amostra da UMinho em relação ao curso.....	60
Tabela 3.5 Distribuição dos acadêmicos da UEM e UMinho em relação ao sexo.....	60
Tabela 3.6 Distribuição da amostra da UMinho em relação à idade.....	61

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I. A INTEGRAÇÃO ENTRE CONHECIMENTOS, VALORES E PRÁTICAS NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....</b>	<b>24</b>
1.1 A democratização do ensino e a educação para a cidadania: a que passos andam?.....	24
1.2 Alfabetização científica como meta do ensino de ciências .....	28
<b>CAPÍTULO II. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE VELHOS E NOVOS CONHECIMENTOS DA GENÉTICA .....</b>	<b>34</b>
2.1 Biologia Molecular, engenharia genética e suas tecnologias .....	34
2.2 Engenharia genética e seus enlaces com a ideologia eugênica.....	39
2.3 Abordagem educacional sobre conhecimentos da biologia molecular e engenharia genética .....	46
<b>CAPÍTULO III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>54</b>
3.1 Pesquisas quantitativas: contribuições para a educação científica.....	54
3.2 Desenho de investigação.....	57
3.3 Construção do instrumento de coleta de dados .....	61
3.4 Validação do instrumento .....	63
3.4.1 Validação semântica do questionário.....	63
3.4.2 Validação estatística: análise de fidedignidade.....	68
3.5 Análise estatística dos dados .....	69
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS CONCEPÇÕES DE ACADÊMICOS BRASILEIROS E PORTUGUESES SOBRE ENGENHARIA GENÉTICA E A IDEALIZAÇÃO DO “MELHORAMENTO HUMANO” .....</b>	<b>72</b>
4.1 Resultados das aplicações dos testes Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett do instrumento aplicado na universidade brasileira .....	72
4.2 Resultados das aplicações dos testes Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett do instrumento aplicado em Portugal.....	73
4.3 Resultados da análise dos componentes principais do instrumento aplicado na universidade brasileira.....	74
4.4 Resultados da análise dos componentes principais do instrumento aplicado em Portugal .....	76
4.5 Análise comparativa das frequências e das médias das respostas entre as áreas estudadas das duas universidades .....	79

4.5.1 Componente I. Formação de valores sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano.....	80
4.5.2 Componente II. Formação para a prática social quanto à engenharia genética e à idealização do melhoramento humano.....	92
4.5.3 Componente III. Formação de conhecimentos científicos sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano .....	98
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>112</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE 1. FOLHA DE VALIDAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE 2. QUESTIONÁRIO VERSÃO FINAL. ....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO 1. APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....</b>	<b>138</b>

## INTRODUÇÃO

A ampla relação entre o desenvolvimento da ciência e tecnologia e suas implicações na sociedade contemporânea converteu-se em um movimento de caráter nacional e internacional conhecido como alfabetização científica e técnica. Suas metas incidem em promover a alfabetização sobre o conhecimento científico e tecnológico para que os indivíduos utilizem a ciência em sua vida prática, com propósitos cívicos e sociais. Segundo Fourez (1997), todos necessitam, em algum momento, aplicar a informação científica, seja na realização de tarefas rotineiras ou para a inserção no mundo do trabalho, seja para interpretar e avaliar informações científicas veiculadas pela mídia ou para interferir em decisões políticas sobre investimentos à pesquisa e à tecnologia ou, ainda, para compartilhar a satisfação pessoal que pode produzir a compreensão do mundo natural. Assim, faz-se urgente uma educação em ciências eficaz para as pessoas se inserirem de forma crítica no seu contexto social.

Para muitos pesquisadores e responsáveis políticos, a alfabetização científica constitui, no momento atual, um componente básico da educação para a cidadania. Inúmeros debates vêm sendo realizados na comunidade científica acerca de qual formação científica deve ser ofertada à população para que os cidadãos não apenas acumulem informações, mas, efetivamente, possam usá-las para tomar decisões (GIL PÉREZ; VILCHES, 2006; KRASILCHIK; MARANDINO, 2007). Como exemplo, a declaração proposta na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI afirma, “hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os sectores da sociedade, [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adoção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos” (DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999, s/p).

Autores como Krasilchik, Marandino (2007), Pizarro e Lopes Junior (2010) admitem que é possível identificar um certo consenso no compromisso da educação em ciências com a formação do cidadão cientificamente alfabetizado. Tal compromisso inclui não apenas a divulgação de vocabulário, noções e conceitos científicos, mas também reflexões críticas que envolvem a compreensão da dimensão pública do trabalho da ciência, seus produtos e suas consequências sociais, políticas e culturais. Nessa perspectiva, a alfabetização científica é compreendida como uma possibilidade de situar o cidadão na sociedade atual, imersa em ciência e tecnologia, para que dela possa participar, de maneira crítica e responsável, utilizando a linguagem da ciência na elaboração de significados sobre o mundo natural e social (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Uma formação crítica, não simplesmente no

sentido de rejeitar, de depreciar, mas de examinar, de passar ao crivo, de refletir sobre suas contradições, seus aspectos positivos e negativos, suas possibilidades e limites e fazer escolhas que viabilizem uma melhor qualidade de vida (JAPIASSU, 1975). Segundo Leal e Gouvêa (2002), o processo da globalização da ciência e tecnologia desencadeou, na década de 1990, proposições sobre o conceito de alfabetização científica no Brasil, compreendida como:

[...] o que o público deve saber sobre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), com base em conhecimentos adquiridos em contextos diversos (escola, museus, revistas etc.), atitude pública sobre ciência e tecnologia, informações obtidas em meios de divulgação científica e tecnológica (LEAL; GOUVÊA, 2002, p. 7).

Entretanto, ao mesmo tempo em que cada vez mais a sociedade transborda de aplicações e artefatos científicos e tecnológicos com os quais precisa habituar-se e apesar das reflexões e propostas para promover melhorias no processo de ensino e aprendizagem, muitos autores, (FOUREZ, 1997; CACHAPUZ et al., 2005; KRASILCHIK; MARANDINO, 2007), ainda afirmam que vivenciamos uma crise do ensino de ciências, que atinge tanto os alunos com uma falta de significado e, conseqüentemente, de interesse por áreas da ciência, como também professores e dirigentes de instituições econômicas e industriais. Conforme Fourez (1997), em caráter pedagógico a educação em ciências realizada nas escolas de maneira tradicional não contribui para que os alunos utilizem em suas práticas sociais os conteúdos estudados, além do mais, sabe-se que os alunos não retêm muita coisa do que estudaram nas disciplinas científicas depois de alguns anos.

Segundo Sasseron (2010), há um grande descompasso entre os conteúdos escolares e o cotidiano dos alunos. Sobre esse dilema a autora questiona

Como, então, oferecer aos alunos condições para que, dentro e fora da escola, em suas vidas, sejam capazes de trabalhar com os conhecimentos e as tecnologias que os rodeiam? Como formar cidadãos que sejam capazes de compreender informações, de tecer relações entre temas de seu interesse, de julgar prós e contras frente às situações que vivenciam e que, de uma forma ou de outra afligem sua vida, a sociedade e o ambiente? Urge a necessidade de formar cidadãos para o mundo atual, para trabalharem, viverem e intervirem na sociedade, de maneira crítica e responsável, em decisões que estarão atreladas a seu futuro, da sociedade e do planeta (SASSERON, 2010, p. 7).

Todas essas questões refletem desafios que envolvem o papel da educação, da escola e demais agentes, sociais e políticos, na promoção da alfabetização científica dos cidadãos. De acordo com Giordan (1989), não podemos continuar durante muito tempo impondo programas escolares sobrecarregados, com conteúdos incoerentes com as necessidades atuais. Contudo, os dilemas curriculares não são recentes. No Brasil, por exemplo, encontra-se em

debate, desde o início dos anos 1900, a necessidade de arquitetar um currículo que leve em conta às dimensões socioculturais dos conteúdos de ensino, que abranja as relações positivas e negativas das aplicações científicas e tecnológicas na vida e cultura dos diferentes grupos sociais. Passado mais de um século, essa necessidade continua em utopia, privilegiando, na maioria das vezes, a transmissão massiva de conteúdos eruditos sem conexão com a vida diária dos estudantes (SASSERON, 2010). Cabem ainda as palavras de Chassot (2003, p. 90) ao argumentar que, “não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes”.

Krasilchik e Marandino (2007) também corroboram a ideia de que o presente estado da falta de alfabetização científica só será modificado com uma corajosa ação de renovação curricular, que inclua conteúdos, programas e metodologias adequados às atuais questões sociais e, ainda, em conjunto com o comprometimento dos espaços não formais como museus, programas de rádio e televisão, revistas e jornais na socialização coerente do conhecimento científico visto que, o processo de alfabetização científica é contínuo e transcende o período escolar. Dessa forma, é preciso tornar o conhecimento científico significativo para o cidadão poder fazer uso dele em suas decisões pessoais e sociais de maneira responsável e ética.

Segundo Razer e Nardi (2006), a ciência é uma atividade humana, é a interpretação e consequente intervenção do homem sobre seu mundo, portanto é impossível se desvincular de questões sociais e éticas. Desse ponto, mais uma vez defende-se a necessidade do desenvolvimento não só de conceitos nas disciplinas científicas, mas também da formação social e ética do aluno. Essa, inclusive, consiste em umas das finalidades da vigente Lei de Diretrizes e Bases da educação brasileira, LDB 9.394/96, que objetiva garantir o “aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”. Assim como está destacado nos Parâmetros Curriculares Nacionais, "o desenvolvimento de atitudes e valores [é] tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e procedimentos." (BRASIL, 1998, p. 62).

O maior comprometimento com essa finalidade educacional poderia garantir ao estudante a oportunidade de ampliar sua leitura de mundo, exercitar suas habilidades de reconhecer a ciência e a tecnologia no seu cotidiano, analisar as informações e mobilizar saberes e vivências das ciências naturais para construir conhecimentos próprios que o possibilite tomar decisões sobre assuntos que possam lhe afetar de algum modo ou, ainda, participar criticamente nos debates da sociedade que envolvam aspectos científico-

tecnológicos, tanto no âmbito técnico como nas relações deste com os domínios éticos, econômicos e ambientais. Sendo assim, é necessário promover um ensino mais articulado entre conhecimento científico e questões sociocientíficas, com incidência na formação de valores e práticas sociais mais responsáveis e críticas quanto à ciência e à tecnologia, ampliando e ressignificando suas relações.

De maneira geral, entende-se por questões sociocientíficas temas da ciência com implicações diretas na sociedade e que são amplamente divulgados nos meios de comunicação em massa como rádio, televisão, jornais, revistas e internet. Por exemplo,

Questões como a clonagem, a manipulação de células-tronco, os transgênicos, o uso de biocombustíveis, a fertilização *in vitro*, os efeitos adversos da utilização da telecomunicação, a manipulação do genoma de seres vivos, o uso de produtos químicos, entre outras, envolvem consideráveis implicações científicas, tecnológicas, políticas e ambientais que podem ser trabalhadas em aulas de ciências com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares que enriqueçam seu crescimento pessoal e social (PÉREZ; CARVALHO, 2012, p. 3).

Nas ciências biológicas, uma das áreas de acelerado desenvolvimento científico/tecnológico que inspira muitos debates polêmicos e temas sociocientíficos, é a biologia molecular, ramo de estudos voltados para as biomoléculas, com atenção especial à estrutura e função dos ácidos nucleicos e seus produtos de expressão – as proteínas – e ao modo como os genes se expressam e são regulados. O desenvolvimento do conhecimento molecular da vida foi acompanhado pela criação de novas tecnologias, possibilitando a confluência do que se designou biotecnologias, conjunto de técnicas que utiliza a matéria viva para produção de outros materiais. Como exemplo podemos citar os estudos divulgados a partir da década de 1970 sobre a técnica do DNA recombinante, que se caracteriza pela capacidade de isolar, cortar e rearranjar moléculas de DNA de diferentes organismos, da mesma ou de diferentes espécies. O DNA recombinante se constituiu na tecnologia básica que deu origem à engenharia genética ou bioengenharia, que utiliza biotecnologias específicas para a manipulação e recombinação gênica (OLIVEIRA, 2004; FARAH, 2007; TIZIOTO; ARAUJO, 2008).

Segundo Andrade (2005), desde o início deste século assuntos ligados à biotecnologia e à engenharia genética estão no auge dos debates científicos, das mais diversas áreas, como biologia, física, química, direito, filosofia, teologia, sociologia, entre outras. “A possibilidade de novas formas de terapia genética trazidas pelas células tronco, assim como as condições de reprodução humana *in vitro*, são exemplos das múltiplas implicações desse conhecimento no dia a dia do cidadão moderno” (ANDRADE, 2005, p. 11). Assim, a reprodução humana é um

dos processos da biologia que atualmente se modificam devido a aplicações de processos tecnológicos, uma vez que, o fenômeno da fertilização natural que ocorre no interior do corpo feminino, agora pode ser reproduzido em laboratório de reprodução assistida.

Hoje as aplicações dos dados gerados pelos estudos da biologia molecular são infindáveis, e vão desde técnicas de transgenia aplicada em espécies de interesse comercial, principalmente na produção de alimentos e controle de pragas, até perspectivas humanizadas da utilização de células tronco para regeneração tecidual e clonagem de órgãos, identificação molecular de pessoas (*DNA forense*), diagnósticos de doenças hereditárias, aconselhamento genético, teste de paternidade, fertilização *in vitro*, terapia gênica, etc. (FÁVARO et al., 2003).

Os novos procedimentos científicos e tecnológicos decorrentes da aplicação do conhecimento molecular intensificam a capacidade do homem em interferir na sua própria espécie, já que, além das técnicas de produção de embriões em laboratórios, há atualmente possibilidades de manipulação genética para selecionar ou mesmo alterar determinadas características das espécies (TIZIOTO; ARAUJO, 2008). Conforme Fávaro et al. (2003), dada a complexidade da situação e a ampla divulgação do tema em todos os setores da sociedade nos mais diversos meios de comunicação, cabe a população exercer sua cidadania frente às decisões bioéticas intrínsecas a técnicas de reprodução assistida, manipulação genética, terapia gênica e demais processos que interferem diretamente na vida humana e na de outras espécies. Em especial, as técnicas de fertilização *in vitro*

[...] apresentam implicações éticas que envolvem desde o destino dos embriões excedentes até as avaliações genéticas pré-implantacionais e, por isso, necessitam de suporte legal. Assim sendo, o cidadão deve estar preparado para fazer suas escolhas com responsabilidade tanto no âmbito pessoal como no social (TIZIOTO; ARAÚJO, 2008, p. 166).

Os debates sobre o assunto tornam-se cada vez mais polêmicos à medida que as aplicações técnico-científicas se multiplicam prometendo novos benefícios à saúde humana e que novas leis são sancionadas para delimitar os aspectos bioéticos das pesquisas (ANDRADE, 2005). Dentre as questões que se colocam para reflexão, ressalta-se o exacerbado determinismo genético imbuído nos discursos atuais sobre os avanços biotecnológicos, muitas vezes com conotações que nos remetem ao movimento eugênico de um passado não muito distante.

Diversos autores, (OLIVEIRA 2004; SONG, 2005; DEL CONT, 2007; ZATZ, 2011; SANDEL, 2013; entre outros), destacam que as tecnologias envolvidas na reprodução assistida e na engenharia genética podem ser a continuação da caminhada ideológica e racista

do movimento eugênico, difundido mundialmente entre o final do século XIX e início do século XX. A eugenia foi o movimento idealizado por Francis Galton (1822-1911) (primo de Charles Darwin), que propunha melhorar a “raça” humana mediante a reprodução controlada, incentivando a procriação de indivíduos “aptos” considerados com melhores características, físicas, intelectuais e econômicas, conhecida como eugenia positiva e proibindo a descendência de pessoas consideradas degeneradas, como portadores de deficiências físicas e mentais, homossexuais, pobres e de algumas etnias, denominada eugenia negativa. Qualquer análise do discurso da eugenia da época evidencia seu caráter racista e discriminatório entre classes sociais.

Conforme Fraga e Aguiar (2010), as promessas de cura e resolução de problemas orgânicos da espécie por meio da manipulação genética, camuflam ideais eugênicos e interesses econômicos e políticos, principalmente no que diz respeito à afronta aos direitos da personalidade. Além disso alertam para as modificações artificiais no genoma humano que, conseqüentemente, provocará alterações no desenvolvimento natural da espécie, ocasionando desequilíbrios severos nos diversos sistemas biológicos.

Em contraponto, Glad (2008) afirma que as técnicas de reprodução assistida e engenharia genética são práticas eugênicas em curso. E, de maneira radical, defende que não se trata de eugenia positiva e negativa, mas sim de garantir aos futuros descendentes da espécie humana uma vida saudável.

As técnicas de engenharia genética estão avançando rapidamente. Já é possível para portadores de doenças genéticas conceber crianças *in vitro*, em seguida executar a avaliação do embrião, conhecida como diagnóstico de pré-implantação genética, e selecionar um embrião saudável para a implantação no útero da mãe. Esta é uma técnica eugênica que já está sendo implementada voluntariamente. Em um futuro não tão distante será possível fazer alterações nas células germinativas (aquelas envolvidas na reprodução) e não apenas nas células somáticas (aquelas não envolvidas na reprodução). A terapia da linha germinal não se encaixa na eugenia positiva ou negativa, que equivale a estimular ou desestimular um indivíduo a entrar na seqüência de gerações, mas essa terapia é, inquestionavelmente, eugenia. Quando surgiu a primeira possibilidade, a atitude geral foi de condenação absoluta; atualmente a tendência é de falar mais em termos de moratória dessa nova terapia. O bioético Fritz Mann da Universidade Livre de Bruxelas escreve: Exceto pelo terreno religioso, não existe justificativa ética para não se influenciar a linha germinal. Se algum dia for descoberta a cura de uma doença hereditária dessa forma, não apenas para o seu portador, mas para todos os seus descendentes, qual seria a razão para proibi-la? (GLAD, 2008, p. 24).

No mesmo sentido, Frota-Pessoa (1994/95, p. 40) expõe que se não fossem os métodos criminosos que se utilizaram da eugenia no passado, “[...] todos considerariam seu objetivo altamente ético e louvável e não seria necessário (pois é óbvio) acrescentar que ela só tem cabimento se não infringir os direitos humanos, entre os quais estão as decisões sobre

reprodução”. O autor considera que as medidas de aconselhamento genético, diagnósticos pré-natais, inibição da reprodução de consanguíneos, divulgação do aumento do risco de ter um filho com defeito cromossômico com a maior idade materna entre outras, são medidas eugênicas que estão sendo feitas em escala crescente na sociedade, cujo objetivo principal é buscar a diminuição de frequência de fenótipos ou genes “inconvenientes” para a população.

Ao acompanhar a forma acelerada e ao mesmo tempo velada da divulgação e inserção da engenharia genética e seus conflitos éticos e morais no cotidiano das pessoas, é necessária sua abordagem nos sistemas educacionais. Urge-se, assim, promover discussões sobre bioética e o caminho que está sendo trilhado pelas técnicas de reprodução assistida e pela engenharia genética nos diferentes níveis de ensino, principalmente no superior, responsável pela formação de profissionais e pesquisadores que atuam nas mais diversas áreas e necessitam estar informados para que possam tomar decisões coerentes quanto ao tema e avaliar os impactos das transformações científicas e biotecnológicas para a vida, sociedade e ambiente. Desta forma, as diversas instituições de ensino têm o compromisso de integrar temas sociocientíficos, como o exemplificado nesta tese, aos conteúdos programáticos, por meio de uma abordagem que permita o desenvolvimento da argumentação, reflexão e ação referentes às questões éticas, políticas e sociais envolvidas (FÁVARO et al., 2003; FERREIRA; JUSTI, 2004).

Nesta perspectiva, o presente estudo teve o objetivo geral de compreender a contribuição do ensino superior para a alfabetização científica dos cidadãos, mediante uma formação que possibilite aos estudantes integrar conhecimentos, valores e práticas sociais no que diz respeito ao desenvolvimento da engenharia genética e sua relação com a eugenia. Este objetivo geral se desdobrou nos seguintes objetivos específicos: 1) elaborar, validar e aplicar um questionário quantitativo na escala *Likert*, a fim de 2) analisar indicativos de conhecimentos, valores e práticas de acadêmicos dos cursos de Ciências Biológicas, Enfermagem, Medicina, Direito, Pedagogia e Letras de uma universidade brasileira e de outra portuguesa em relação à engenharia genética e à idealização do melhoramento humano.

Como resultado dos estudos sobre a alfabetização científica dos acadêmicos pesquisados sobre a engenharia genética e os ideais do “melhoramento humano”, a presente tese está estruturada em quatro capítulos. O primeiro consiste em uma revisão teórica e bibliográfica sobre a educação para a cidadania e a alfabetização científica como meta para o ensino de ciências. O segundo capítulo disserta sobre o tema engenharia genética e suas aproximações com ideais eugênicos que culmina com a ênfase da necessidade da alfabetização científica multidimensional sobre o assunto. O terceiro capítulo descreve a

metodologia do trabalho, a qual consistiu na elaboração, validação e análise de um questionário quantitativo baseado na escala *Likert*. O quarto capítulo apresenta uma análise dos dados coletados com acadêmicos da Universidade estadual de Maringá (UEM) em Maringá-Brasil e da Universidade do Minho (UMinho) em Braga-Portugal. Por fim, expõem-se considerações finais sobre o estudo realizado.

## **CAPÍTULO I. A INTEGRAÇÃO ENTRE CONHECIMENTOS, VALORES E PRÁTICAS NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Abordamos nesse capítulo duas das principais finalidades do sistema educacional atual: primeiro o compromisso social com a formação para a cidadania, com o objetivo da formação humana integral, ou seja, não apenas dos aspectos intelectuais e cognitivos, mas também a formação afetiva, ética e social e a outra finalidade, destacada na nossa legislação educacional, abrange a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos, por meio da aprendizagem dos conteúdos que devem incluir conhecimentos científicos, procedimentos, atitudes/práticas e valores, na busca para desenvolver a alfabetização científica e o pensamento crítico sobre a ciência, tecnologia e cultura humana.

### **1.1 A democratização do ensino e a educação para a cidadania: a que passos andam?**

A educação, fenômeno amplo e complexo, é tangenciada por múltiplas dimensões – humana, histórica, técnica, econômica, sócio-política, cultural – que não apenas se justapõem, mas implicam em uma rede de relações envolvidas no desenvolvimento da personalidade e na formação de qualidades – físicas, morais, psicológicas, intelectuais, sociais, estéticas – que servirão de base na orientação das atividades humanas em determinado contexto de relações sociais (CANDAU, 2003; LIBANÊO, 2013; MIZUKAMI, 1986).

Pensar no fenômeno educativo interligado a múltiplas determinações alude compreendê-lo como determinante e determinado socialmente, ou seja, tanto sofre influências quanto influencia o contexto social, político e econômico. Assim como a sociedade se transforma, a educação também necessita modificar-se (PIMENTA, 1999). Um exemplo clássico desta dicotomia são as novas exigências impostas à educação do século XXI devido à globalização.

O modelo de desenvolvimento econômico adotado hoje na maior parte do mundo é o capitalismo, que prevalece em pleno funcionamento desde a Revolução Industrial iniciada na Inglaterra no século XVIII. As bases desse sistema residem nos meios de produção e distribuição de propriedade privada com fins lucrativos, acúmulo de riquezas/capital, controle dos sistemas de produção e expansão dos negócios, associado ao aumento da produção sem considerar a capacidade regenerativa dos recursos naturais (BAPTISTA, 2012).

Um dos fenômenos do capitalismo e, talvez, o mais marcante da sociedade contemporânea é a globalização. Iniciada no século XX, marcou a instauração de grandes empresas que passaram a produzir seus produtos em diversas partes do mundo buscando a redução de custos, pois o mercado globalizado permitiria vendê-los para vários países mantendo um comércio ativo de grandes proporções lucrativas. Contrário à ideia de que a globalização diz respeito apenas aos grandes sistemas, como a economia mundial, pode-se afirmar que ela compreende um conjunto de transformações referentes a um processo de integração mundial em todas as esferas da nossa vida social, econômica, política, tecnológica e cultural (CARVALHO, 2006). Tais transformações são determinantes para a relação educação e sociedade, ao passo que, no desenvolvimento do sistema educacional, estabeleceram-se diversos setores e grupos de pesquisa que vêm discutindo acirradamente o papel da educação para a formação do cidadão contemporâneo.

Embora o discurso da educação para todos já esteja na literatura desde o século XVII, quando em 1649, John Amos Comenius publicou a obra *Didática Magna – Tratado da Arte Universal de Ensinar Tudo a Todos*, a universalização da escola no Brasil emergiu apenas no século XX, principalmente com a divulgação das ideias do *Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova*. Mesmo assim, a Constituição Federal de 1934 ainda previa a educação como obrigatória apenas ao nível primário e sua efetivação como responsabilidade dos estados (AMARAL, 2000). Outro marco de referência para uma mudança estrutural na educação que interferiu na ampliação do ensino, certamente, pautou-se em um aspecto político-econômico dos anos 1950, trata-se da corrida pelo desenvolvimento científico e tecnológico e o início da *Guerra Fria* entre as grandes potências mundiais, tendo como uma das principais metas a conquista espacial (AMARAL, 2000). Com uma organização social e um governo que necessitavam da formação de recursos humanos em prol da valorização da ciência, iniciou-se, de forma mais complexa e generalizada, a cobrança para ampliação das escolas secundárias e também das vagas em todas as modalidades de ensino, possibilitando ainda aguçar uma educação científica (KRASILCHIK, 1988; AMARAL, 2000; VILLANI et al., 2002).

A luta pela democratização da educação, ou seja, acesso e permanência na escola para a socialização do conhecimento, bem como, a meta de cidadania plena de liberdades e direitos da humanidade, passa a ser fortemente defendida a partir das consequências das atrocidades da Segunda Guerra Mundial e com a publicação da Declaração Universal dos Direitos Humanos em 1948, como medida de valores, ordem e paz pela Organização das Nações Unidas (ONU, 1948). Entretanto, no Brasil, foi somente a partir das décadas de 1970 e 1980 que a educação básica passou a pleitear uma conduta democrática (DELIZOICOV;

ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Esse discurso tomou coro maior na Constituição Federal do Brasil, de 1988, que expõe no artigo 205: “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será provida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (BRASIL, 1988, s/p).

A questão central da escola democrática é a garantia da educação de qualidade a todos sem discriminação, o que perfaz ainda a qualidade dos currículos e da formação dos professores, bem como, sua valorização profissional e suas condições de trabalho. Na luta por este objetivo há necessidade de uma transformação do sistema educacional, no qual, em geral, prevaleçam práticas que acentuam o fracasso escolar e a exclusão social, para um sistema que privilegie a valorização das diferenças e a compreensão das múltiplas dimensões econômica, política, cultural que influenciam o funcionamento da sociedade em determinado período histórico. Ou seja, uma formação realmente significativa que promova capacidades e competências culturais, científicas e tecnológicas ao indivíduo, permitindo-lhe a compreensão e a participação nas decisões sociais (PIMENTA, 1999).

A democratização da educação implica necessariamente na formação para a cidadania. Os principais documentos que regem os princípios da educação contemporânea, como por exemplo, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional Lei nº 9.394 (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997, 2000 e 2002), especificamente as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008), assim como, os Projetos Políticos Pedagógicos de todas as escolas da rede pública ou privada, mencionam de uma forma ou de outra, que o objetivo da escola é formar pessoas críticas e conscientes, capazes de exercerem sua cidadania e intervirem no meio em que vivem, buscando, assim, melhoria na sua qualidade de vida (LONARDONI; CARVALHO, 2007). Esses aspectos são tratados, por exemplo, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394 (BRASIL, 1996):

Art. 22. A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Segundo Gadotti (1992), a escola cidadã é, pois, uma escola autônoma, democrática, participativa, integrada à comunidade, disciplinada, que cultiva a criatividade e a curiosidade, que respeita a diversidade. No caminho para a democracia é preciso compreender a educação cidadã no sentido de uma cidadania ativa, crítica, conforme Giroux (1986, p. 262):

Para que a educação para a cidadania se torne emancipatória, deve começar com o pressuposto de que seu principal objetivo não é 'ajustar' os alunos à sociedade existente; ao invés disso, sua finalidade primária deve ser estimular suas paixões, imaginação e intelecto, de forma que eles sejam compelidos a desafiar as forças sociais, políticas e econômicas que oprimem tão pesadamente suas vidas. Em outras palavras, os alunos devem ser educados para demonstrar coragem cívica, isto é, uma disposição para agir, como se de fato vivessem em uma sociedade democrática

Sendo assim, na sociedade contemporânea debates envolvendo educação e cidadania estão no centro das discussões. Um dos eixos principais centraliza-se na função da escola e do seu papel na formação de cidadãos críticos participativos das decisões sociais. Entretanto, apesar do consenso entre educadores da importância da formação para a cidadania, também evidenciada ao longo da história educacional brasileira e das legislações vigentes, ainda existem muitas questões pendentes a respeito de qual cidadania que falamos e como transformar o contexto escolar em significativo a formação do cidadão que a sociedade almeja hoje (KRASILCHIK, 2004; KRASILCHIK; MARANDINO, 2007; TEIXEIRA; VALE, 2010).

Segundo Chassot (2003), a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento e não somente às informações. Nesse sentido, a escola deve procurar não ser vista pela sociedade como um local onde os conhecimentos acumulados são repassados de forma massiva, mas sim, um local onde o aluno encontre profissionais que o ajude a transformar as informações recebidas em conhecimento práticos, capazes de colaborar na sua formação e transformação, para melhor, do ambiente onde ele está inserido (LONARDONI; CARVALHO, 2007). Portanto, o papel da escola é formar o sujeito de modo que possa compreender o mundo e viver em sociedade de forma ativa e participativa exercendo seu papel de cidadão, ou seja, sujeito de direitos e deveres.

Diante das configurações epistêmicas contemporâneas e das novas demandas sociais e políticas num contexto em transformação, tem sido consenso reconhecer as exigências do conhecimento matemático, científico e tecnológico impostas aos indivíduos e na sua vida diária. Nesse contexto, as reformas curriculares têm incorporado a necessidade de uma alfabetização científica e técnica que repense o ensino de ciências. Conforme Fourez (1997) nos alerta, é necessário refletir sobre qual o papel da educação científica na sociedade atual e, além disso, a necessidade de pensar a ciência como cultura, como produção humana e, portanto, sempre impregnada de valores e pressupostos ideológicos que são necessários de se perceber para evitar cair em concepções tecnocráticas, assim, o ensino científico jamais pode limitar-se a uma instrução neutra. Cabe, então, compreendermos um pouco mais sobre a necessária alfabetização científica do século XXI.

## 1.2 Alfabetização científica como meta do ensino de ciências

O principal objetivo da educação em ciências na sociedade contemporânea é proporcionar aos estudantes uma compreensão significativa da ciência e suas explicações da natureza, assim como, da tecnologia que se encontra intimamente ligada à ciência e presente em nosso cotidiano. Espera-se que essa apropriação possibilite aos sujeitos se transformarem em homens e mulheres mais críticos/as e tornarem-se, assim, agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos (CHASSOT, 2010).

Hoje a educação científica tornou-se uma necessidade para todos os indivíduos da sociedade. Como afirmam Krasilchik e Marandino (2007), para compreender as mudanças da sociedade, posicionar-se perante elas e participar das decisões que a podem mudar é necessário ao cidadão do século XXI o domínio da linguagem científica. Assim, as instituições de ensino precisam promover a ruptura das velhas práticas docentes baseadas somente na transmissão de conteúdos didáticos, sem conexão com o dia a dia do aluno, dotando esses de significado prático (BATISTA FILHO et al., 2012).

‘Para que um País esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentadas da sua população, o ensino das ciências e a tecnologia é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnológica, os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e a satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos’ (Conferencia Mundial sobre la Ciencia, Budapeste, 1999 apud CACHAPUZ et al., 2005, p. 20).

Reconhece-se que o título alfabetização para a ciência foi empregado pela primeira vez por Paul Hurd em 1958, no artigo *Science Literacy: its meaning to american Schools* (OLIVEIRA; SILVA-FORSBERG, 2012). Hurd (1958), ao reconhecer a ciência como cultura, salienta que esta deve ter lugar de destaque no currículo moderno, possibilitando aos estudantes saberem mais sobre a ciência e seus empreendimentos. Desde então, o termo em inglês *science literacy* tem sido traduzido para o português de Portugal como *literacia científica* (CARVALHO, 2009; CARVALHO et al., 2011; SOUSA, 2012), enquanto que no português brasileiro tanto como alfabetização científica e letramento científico ou, ainda, enculturação científica (SASSERON, 2010). Encontramos, assim, uma polissemia na literatura, que necessita ser conhecida para evitar visões equivocadas sobre os termos.

De acordo com Krasilchik e Marandino (2007), a diferença dos termos, alfabetização e letramento, pode ser compreendida no campo da linguagem, pelo qual, compreende-se que alfabetizado é saber ler e escrever, enquanto que letrado “é viver na condição ou estado de

quem sabe ler e escrever, ou seja, cultivando e exercendo as práticas sociais que usam a escrita”. Assim, ao ampliar essa definição para o âmbito da ciência, letramento científico significa “não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer práticas sociais envolvidas com a ciência; em outras palavras, fazer parte da cultura científica” (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 27).

É nesse sentido que alguns autores defendem o uso do termo letramento, dentre os quais, na literatura nacional, Mamede, Zimmermann (2005) e Santos (2007, 2012) têm optado por esta nomenclatura, justificando que, alfabetização está mais relacionada ao ler e escrever e ser letrado cientificamente significaria mais do que isso, utilizar o conhecimento científico para a prática social. Entretanto, apesar da diferença literária dos termos alfabetização e letramento ser importante, Krasilchik e Marandino (2007) argumentam que o primeiro já se consolidou nas nossas práticas sociais.

Assim, consideramos aqui que o significado da expressão alfabetização científica engloba a idéia [sic] de letramento, entendida como a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individual e coletivamente, considerar oportuno (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 30).

Nesta tese, fazemos a opção pelo termo “alfabetização científica” amparados na concepção de teóricos como Paulo Freire (1980), Fourez (1997), Chassot (2003, 2010), Cachapuz et al. (2005) e Sasseron (2008, 2013). Assim, compreende-se que:

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. [...] Quero aprender a ler e a escrever para mudar o mundo, afirmação de um analfabeto paulista para quem, acertadamente, conhecer é interferir na realidade conhecida (FREIRE, 1980, p.110, 112).

Cachapuz et al. (2005) apresenta a alfabetização científica como uma analogia à alfabetização básica, tendo a ideia da educação científica como parte de uma educação geral, que deve estar disponível a todos os estudantes. Para Chassot (2003), alfabetização científica é ensinar a ler e interpretar a ciência como a linguagem construída pela humanidade para explicar os fenômenos do mundo. Reafirma, ainda, que a Educação em Ciência deve dar prioridade à formação de cidadãos cientificamente cultos, capazes de participar ativamente e responsabilmente em sociedades que se querem abertas e democráticas.

Segundo Fourez (1997, p. 80), alfabetização científica “é um conceito, uma abordagem ou uma tendência do Ensino de Ciências que reflete um objetivo educacional contemporâneo, que se volta essencialmente para as discussões sobre a popularização do conhecimento sobre ciências pelos indivíduos”. Significa, portanto, compreender que o propósito do ensino de ciências constitui-se em aumentar o nível de entendimento público da ciência e ajudar os estudantes a alcançar níveis cada vez mais elevados de alfabetização científica (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Nesse mesmo viés, o programa PISA (Programa Internacional de Avaliação do Estudante) da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) apresenta de forma bastante ampla que alfabetização científica/literacia científica é a “capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência por forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e das alterações nele causadas pela actividade humana.” (OCDE, 2003, p. 133).

Como vemos o termo alfabetização científica pode ter diferentes concepções, ao ponto de Roberts (1983 apud CARVALHO, 2009, p. 181) ter afirmado que “tem tido tantas interpretações que acaba por ser virtualmente tudo o que tenha a ver com educação em ciências” (p. 22), pelo que o conceito “tornou-se um chapéu para significar a globalidade dos objectivos do ensino das ciências na escola.” (p. 29).

Assim como o significado do termo gera divergências, as suas implicações na formação dos cidadãos também têm sido apresentadas por diversos autores, os quais geralmente consideram diferentes dimensões de alfabetização científica. Shen (1975 apud CARVALHO, 2009, p. 186), por exemplo, sugeriu três categorias de Alfabetização Científica: *prática* – base de conhecimento científico que permite ao indivíduo resolver, de forma imediata, problemas práticos relacionados ao seu dia a dia e às suas necessidades básicas como, por exemplo, alimentação, saúde, consumo e habitação. *Cívica* – maior compreensão da ciência e seus impactos na sociedade, proporcionando ao cidadão envolver-se nos respectivos processos de tomada de decisões nos assuntos relacionados à ciência, como, saúde, energia, recursos naturais, alimentação, ambiente, etc. E a *cultural* – motivação pessoal de uma minoria da população intelectual, para o desejo de saber assuntos relacionados à ciência com a finalidade de tornarem-se líderes de opinião e decisões políticas.

Em outra perspectiva, Bybee (1995) e Krasilchik (2004) apresentam quatro dimensões de *scientific literacy/alfabetização científica* que ocorreriam de forma gradual, “de acordo com a idade dos educandos, fase de desenvolvimento, e o nível de educação, os estudantes

deveriam estar aptos a ler e escrever passagens que incluem vocabulário científico e tecnológico.” (BYBEE, 1995, p. 29 apud LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 5).

Segundo Bybee (1995) e Krasilchik (2004), a dimensão da *alfabetização científica nominal* corresponde ao início do desenvolvimento de vocabulário, palavras técnicas e conceitos que envolvem ciência, mas o nível de compreensão dos significados apresenta muitos equívocos. A dimensão *funcional* refere-se à situação em que os alunos podem descrever um conceito corretamente, mas apresentam uma compreensão limitada do mesmo. Na dimensão *estrutural*, os alunos desenvolvem algum entendimento dos principais esquemas conceituais de uma disciplina e são capazes de explicar adequadamente os conceitos científicos, relacionando esses esquemas para a sua compreensão geral da ciência e tecnologia. Por fim, a *multidimensional*, corresponde à dimensão em que os indivíduos são capazes de uma compreensão da ciência que se estende para além dos conceitos das disciplinas científicas e procedimentos de investigação científica, incluindo aspectos filosóficos, históricos e sociais. Neste nível os alunos desenvolvem uma compreensão e análise crítica da ciência e da tecnologia sobre a sua relação com suas vidas diárias. Mais especificamente, eles começam a fazer conexões entre as disciplinas científicas e entre ciência, tecnologia e as questões maiores que desafiam a sociedade.

Já Sasseron e Carvalho (2008, 2011) classificam a alfabetização científica em três eixos estruturantes. Esses eixos podem ser considerados como grandes grupos de objetivos relacionados à temática e são respectivamente: 1) *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*, centrando-se na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia; 2) *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*, destacando a ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações e como um empreendimento humano e social, em que questões, políticas, econômicas e ideológicas estão inseridas; 3) *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*, enfatizando a identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de outro problema associado. Neste contexto, as autoras compreendem a alfabetização científica como um processo constante, assim como, a própria ciência que está sempre em construção e desenvolvimento de novos conhecimentos sobre o mundo natural e novas tecnologias, e tem como objetivo preparar os alunos para a vida em sociedade, levando em conta sua atuação cidadã, crítica e responsável.

No entanto, apesar de entender a alfabetização científica como um estado em constante modificações e construção individual de novos conhecimentos e conseqüentemente novas relações integrando um sistema cognitivo, cada vez mais, complexo e coeso, é possível almejá-la mediante o desenvolvimento de certas habilidades entre os alunos. Para isso Sasseron e Carvalho (2008) orientam alguns indicadores de alfabetização científica que permitem constatar se está ocorrendo à alfabetização científica entre os estudantes. Por exemplo, os indicadores *seriação de informações*, *organização de informações* e *classificação de informações* são extremamente importantes para trabalhar com os dados de uma investigação, sobre os quais é preciso organizá-los, classificá-los e seriá-los de modo a conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno e relacioná-las para resolver o problema investigado. Outro grupo de indicadores está relacionado à estruturação do pensamento que molda as afirmações e argumentações lógicas e objetivas sobre os fenômenos naturais, inclui o *raciocínio lógico*, relacionado ao fato de como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, e o *raciocínio proporcional* refere-se à questão de como se estrutura o pensamento. Por fim, no outro grupo concentram-se os indicadores *levantamento de hipóteses*, *teste de hipóteses*, *justificativa*, *previsão* e *explicação*, ligados mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada.

Perante os pressupostos da alfabetização científica, cabe aos diferentes níveis de ensino, da educação infantil ao ensino superior, almejar a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida, proporcionando aos mesmos, condições de entender e participar ativamente dos debates públicos relacionados à ciência e tecnologia. Ou seja, o objetivo não é apenas fazer o aluno decorar vocabulário científico, mas que os conceitos tenham significados e possam ser utilizados na resolução de problemas do dia a dia, não apenas no sentido empírico (aplicável), mas também que contribuam para sua visão de mundo, atitudes e valores, viabilizando uma melhor qualidade de vida (BRANDÃO; CORAZZA, 2008).

Sobre a formação cidadã dos estudantes, Santos e Mortimer (2009) orientam para a importância da inclusão de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia, enfocando, assim, a necessidade da inclusão de temas sociocientíficos nos currículos educacionais. Segundo Ratcliffe (1998 apud SANTOS; MORTIMER, 2009, p. 192) os objetivos da introdução de aspectos sociocientíficos são:

- (1) relevância – encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social;
- (2) motivação – despertar um maior interesse dos alunos pelo estudo de ciências;
- (3) comunicação e argumentação – ajudar os alunos a se expressar, ouvir e argumentar;
- (4) análise – ajudar os alunos a desenvolver raciocínio com maior exigência cognitiva;
- (5) compreensão – auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência.

Todos esses propósitos estão interligados ao desenvolvimento da alfabetização científica, de modo a possibilitar ao aluno uma compreensão ampla e contextualizada da ciência e da tecnologia e suas aplicações e implicações nos acontecimentos da sociedade. A importância de relacionar aspectos sociais e pessoais da realidade dos estudantes nas propostas de ensino de ciências é defendida, também, por Chassot (2003) e Cachapuz et al (2005), ao admitirem que a alfabetização científica não constitui um mito irrealizável, mas sim, uma dimensão essencial da cultura de cidadania.

Sendo assim, finalizamos este capítulo com a questão de Chassot (2003), “como fazer uma alfabetização científica?”, sobre a qual ele mesmo tece considerações.

Parece que se fará uma alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, inclui o ensino superior, e ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (CHASSOT, 2003, p. 99).

Nesse sentido, baseados nos autores citados nesse capítulo, afirmamos que a alfabetização científica pode ter diferentes perspectivas, mas todas estão relacionadas com a capacidade das pessoas compreenderem a ciência, sua natureza, teorias, conceitos e ideologias, e utilizarem os conhecimentos científicos nas suas tomadas de decisões sociais, técnicas, políticas e éticas, exercendo a cidadania responsável.

## **CAPÍTULO II. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE VELHOS E NOVOS CONHECIMENTOS DA GENÉTICA**

Neste capítulo pretendemos evidenciar o desenvolvimento da biologia molecular e as potencialidades da manipulação e recombinação gênica no ramo da engenharia genética, bem como, os debates e discussões acerca das implicações éticas e sociais, provenientes desse desenvolvimento que trazem imbuídas preocupações sobre uma nova ascensão de ideais eugênicos. Diante desse contexto, defende-se que a sociedade contemporânea necessita de uma alfabetização científica que atenda às exigências decorrentes do estado atual do conhecimento científico desta área.

### **2.1 Biologia Molecular, engenharia genética e suas tecnologias**

No século atual, os novos conhecimentos produzidos pela genética e biologia molecular produzem um número cada vez maior de técnicas aplicadas à espécie humana. Diariamente são divulgadas pesquisas sobre sequenciamento de genes, teste de paternidade, diagnóstico pré-natal ou pré-implantacional de doenças hereditárias, escolha seletiva de embrião por meio da técnica de fertilização *in vitro*, transplante de células tronco, testes de DNA para aconselhamento genético, vacinas de DNA, terapia gênica, entre outras. Os discursos para promovê-las prometem garantir a melhoria da qualidade de vida e o aperfeiçoamento da população humana.

Segundo Oliveira, Santos e Beltramini (2004), o esclarecimento da estrutura do DNA foi um dos conhecimentos da história da biologia que serviu de base para a emergência e consolidação de uma nova área, denominada biologia molecular. Esta área de estudo tem como foco principal a estrutura e função do material genético e seus produtos de expressão, as proteínas. Mais concretamente, a biologia molecular investiga as interações entre os diversos sistemas celulares, incluindo a relação entre DNA, RNA e síntese proteica. Ao analisar o contexto emergente deste novo campo científico, visualiza-se o reencontro da biologia com a química e a física mediante os investimentos com a produção científica e tecnológica militarizada pela Segunda Guerra Mundial.

Desde meados do século passado, a biologia molecular com a colaboração decisiva da tecnologia para o desenvolvimento de novos conhecimentos, deu destaque às biotecnologias. Para Farah (2007), o termo biotecnologia é de difícil definição e, apesar de sua popularidade,

ainda é pouco esclarecedor para a sociedade em geral. Segundo Oliveira (2004, p. 96), biotecnologia, atualmente, refere-se ao “[...] conjunto de técnicas e processos biológicos que possibilitam a utilização da matéria viva para degradar, sintetizar e produzir outros materiais”. Engloba, portanto, a elaboração das técnicas e seus procedimentos, assim como o melhoramento e a transformação das espécies por seleção artificial.

Entre os ramos da biotecnologia está a engenharia genética ou também conhecida como bioengenharia, a qual utiliza biotecnologias específicas para a manipulação e recombinação gênica (TIZIOTO; ARAUJO, 2008). O entendimento desses termos costuma gerar confusões, como considerar as duas expressões – biotecnologia e engenharia genética – como sinônimos, entretanto é preciso ter clareza que nem toda biotecnologia é engenharia genética, sendo que a última, necessariamente envolve manipulação do DNA. Assim, a engenharia genética refere-se a um conjunto de técnicas que permite manipular o DNA. Os produtos e conhecimentos da Engenharia Genética resultam em biotecnologias, tais como o hormônio do crescimento humano (GH) e a insulina produzida por bactérias transgênicas, já encontrados no mercado mundial (OLIVEIRA, 2004).

Um dos carros chefes da engenharia genética do século passado foi o Projeto Genoma Humano (PGH). O PGH iniciou oficialmente no ano de 1990 como um programa de três bilhões de dólares, com expectativa de conclusão em 15 anos. Segundo Farah (2007), o projeto sob comando de James Watson foi lançado com o apoio do governo americano e acabou integrando dezoito países. Seus objetivos principais eram:

- identificar todos os genes do DNA humano, na época estimados em 100.000;
- determinar a sequência dos três bilhões de pares de bases que compõem o genoma humano;
- armazenar essa informação em bancos de dados disponíveis ao público;
- aperfeiçoar a análise de dados;
- lidar com as questões éticas, legais e sociais advindas do desenvolvimento do projeto (FARAH, 2007, p. 157).

No entanto, o PGH foi colocado em cheque quando, em 1998, J. Craig Venter criou a Celera Genomics, uma empresa privada que tinha como um de seus objetivos sequenciar o genoma humano com um custo menor que 250 milhões de dólares e em um tempo muito mais curto que a previsão de 15 anos do PGH. Teve início, então, o que ficou conhecido como “a corrida pelo genoma humano.” (FARAH, 2007, p. 158).

Segundo Pereira (2001) e Gattás et al. (2002), o lançamento do PGH apoiou-se na concepção de um papel determinante do DNA em relação às características dos indivíduos, incluindo as de personalidade e comportamento por parte das pessoas. Essa visão difundiu a

ideologia de que o DNA possuía todas as informações codificadas (necessárias e suficientes) para determinar as características, como se o ambiente não interferisse na expressão gênica.

Em contrapartida, os dados obtidos pelo PGH e os conhecimentos genéticos em desenvolvimento na era pós-genômica, século XXI, ao invés de apoiar as noções familiares de determinismo genético, criaram desafios críticos a essas concepções ao evidenciar a possibilidade de influências externas ativarem ou silenciarem certos genes (RAMOS, 2010). Ainda, o PGH foi importante para evidenciar a complexidade da dinâmica celular, pois se imaginava que o número de genes no genoma humano fosse muito superior ao encontrado. Como afirmam Fardilha et al. (2008, p. 40),

[...] depois de vários genomas terem sido completamente descritos, como o de *Caenorhabditis elegans*, um nemátode com pouco mais de 1000 células e 19.500 genes, ou o do milho, com aproximadamente 40.000 genes, pensou-se que o genoma humano consistiria em mais de 100.000 genes. No entanto, o Projeto do Genoma Humano revelou, com alguma surpresa, que existiam pouco mais de 30.000 genes codificantes.

A explicação para esse fato é de que o genoma humano produziria uma grande variedade de proteínas mediante um número reduzido de “genes” a partir do processamento alternativo do RNA, pós-transcricional. Em meados do século XX a publicação do modelo da estrutura físico-química em dupla hélice do DNA estabeleceu o conceito de gene molecular clássico, no qual se entende o gene tanto como unidade estrutural quanto como unidade funcional. Unidade de estrutura porque o gene era entendido como “um segmento contínuo cuja sequência de bases codificantes não sofre interrupções; discreto, por ser uma unidade individual que não se sobrepõe a outros genes; com começo e fim bem definidos; e localização constante.” (SANTOS; EL-HANI, 2009, s/p). Unidade funcional devido os genes serem capazes de “produzirem um único polipeptídeo ou um único RNA, que, por sua vez, teria uma função única.” (SANTOS; EL-HANI, 2009, s/p).

Foram os conhecimentos desenvolvidos nas décadas de 1960 e 1970 que estremeceram a segurança do conceito molecular clássico de gene. Segundo Keller (2002), um gene não é uma unidade fixa de transmissão. Sabe-se hoje que um gene pode produzir várias sequências proteicas e estas podem se arranjar e funcionar de muitas maneiras diferentes. Dessa forma, o PGH acabou proporcionando uma visão mais sistêmica, em que as partes estão relacionadas, ou seja, que o DNA é apenas mais uma molécula a integrar a complexa rede de relações que constituem o organismo, evidenciando as inconsistências do conceito molecular clássico de gene, definido pelo “dogma da biologia molecular”.

No entanto, apesar da complexidade do sistema vivo, as informações obtidas com o sequenciamento do genoma humano fomentaram as possibilidades de isolar, alterar, reproduzir milhares de vezes e transplantar os genes de um organismo vivo para outro. É assim que a história da engenharia genética começa a ser redigida (FARAH, 2007). Conforme Oliveira (2004), hoje a engenharia genética, assim como as demais biotecnologias, veio para ficar e abre caminhos desconhecidos para a história da humanidade no denominado “Século da biotecnologia”. Eis um tema sociocientífico-controverso, assustador e fascinante. Social, pois compromete as estruturas da sociedade como a conhecemos, incide diretamente na organização e na interação social, podendo destacar ainda mais as diferenças de classes e o controle dos dominantes em relação aos dominados, levando inclusive ao controle da evolução da nossa própria espécie humana. Científico, devido à acelerada produção de conhecimento, como aponta Farah (2007) - cada “descoberta” leva a outras “descobertas”. “Daí pra frente é como uma bola de neve que, quanto mais gira, mais aumenta seu volume.” (FARAH, 2007, p. 1). Controverso, pois caminha paralelamente por dois vieses, um deles é prever, prevenir e curar doenças, o outro lado é acentuar o poder das empresas biotecnológicas, o determinismo genético que leva a discriminação e a opressão étnica, capaz de restringir a privacidade das pessoas e abolir qualquer direito a liberdade (OLIVEIRA, 2004).

Zats (2011) apresenta em seus estudos muitos impasses e aponta questões éticas quanto às novas técnicas genéticas que precisam ser popularizadas e discutidas amplamente pela sociedade. Nesta obra, a autora expõe vários exemplos sobre as aplicações e implicações das técnicas genéticas atuais a partir do conhecimento do genoma humano, destacando-se a clonagem terapêutica, terapia gênica, células tronco, seleção de embriões, reprodução assistida, diagnóstico pré-natal e pré-implantacional, entre outras. Todas essas técnicas se transformam em desdobramentos que extrapolam o conteúdo objetivo das pesquisas.

As possibilidades de um diagnóstico pré-natal, realizado durante a gestação (geralmente entre dez e doze semanas), permitem aos pais saber antecipadamente se o feto que está sendo gerado é afetado ou não por alguma doença genética. Sobre a situação, algumas questões colocadas por Farah (2007) são: “que atitudes podem ser tomadas diante do diagnóstico de um feto portador de uma doença grave, para a qual não se dispõe de tratamento ou de meios para se evitar sua manifestação? Os pais teriam o direito de optar pela interrupção da gravidez?” Ou ainda mais polêmico talvez seja o diagnóstico pré-implantacional (DPI), realizado em embriões de oito a dezesseis células, gerados por fertilização *in vitro* no laboratório antes de implantá-lo, permite descobrir se há alguma

alteração responsável por uma doença genética, ocasionando o seu descarte e a seleção de apenas embriões saudáveis para serem implantados.

Na verdade, o diagnóstico pré-natal de doenças cromossômicas, por meio do cariótipo de células fetais obtidas por amniocentese, foi introduzido no início da década de 1970, nos países desenvolvidos, e no início da década de 1980, no Brasil. Tal possibilidade, somada aos diagnósticos de malformações fetais realizados por ultrassonografia, deu início à discussão sobre aborto terapêutico. O término do PGH tem multiplicado as situações na quais o diagnóstico pré-natal é disponível, aumentando o número de casais que se encontram diante da difícil decisão do que fazer no caso de diagnóstico de uma anomalia fetal grave e incurável. Isso torna ainda mais urgente que a sociedade participe honestamente da discussão sobre o problema, em vez de abandonar os casais a sua própria sorte, como tem frequentemente acontecido (FARAH, 2007, p. 481).

O descarte de embriões humanos gerados em laboratório ou sua doação para pesquisa e o aborto são assuntos polêmicos e controversos, que envolvem questões culturais, religiosas, filosóficas e jurídicas. O tema envolve implicações tão sérias na sociedade que necessita ser enfrentado com profundidade pelos poderes Legislativo e Judiciário para que possam assegurar a dignidade humana amparados nos princípios da bioética (ZATZ, 2011).

No Brasil, a lei proíbe o aborto voluntário, excetuando-se os casos de estupro ou risco de vida materna. É necessário salientar, entretanto, que essa lei data de 1940 e, portanto, encontra-se totalmente defasada com o desenvolvimento científico atual. Esse fato é reconhecido por alguns legisladores e médicos brasileiros, tanto assim que um grande esforço tem sido dedicado para se banir os impedimentos legais e garantir aos pais o direito de interromper a gestação em caso de anomalias fetais graves, permitindo que a mulher grávida receba assistência médica adequada e legal nessas circunstâncias (FARAH, 2007, p. 481).

De fato, um dos principais incentivos das pesquisas genômicas é a esperança de um dia poder erradicar as doenças genéticas. Entretanto, qual o limite das novas técnicas genéticas? O que é ético? A sociedade está preparada para lidar com esses novos conhecimentos? São dilemas e questionamentos que precisamos socializar e popularizar ao máximo o debate em torno das novas potencialidades que as técnicas genéticas podem proporcionar. Afinal, muitos já são os anúncios nos diversos meios de comunicação sobre as inúmeras técnicas e testes genéticos que podem vir a tornarem-se uma exigência em seleções de empregos ou aprovação de seguros de saúde e de vida. Entretanto, pouco ainda se discute sobre o biopoder representado pela engenharia genética, a diferença entre saber fazer uma proteína ou transplantar um gene para curar doenças e salvar vidas e fabricar uma proteína ou alterar um organismo para utilizá-lo como armas de guerra, extermínio, genocídio ou simples garantias de troca de um órgão que parou de funcionar. É essencial que saibamos distinguir essas duas faces da engenharia genética, almejando abordagens mais sensatas, orientadoras e

até incitadoras de reflexões críticas, uma vez que tais questões dizem respeito à nossa vida (OLIVEIRA, 2004; MONDINI et al., 2013).

Nesse sentido, até o mapeamento e sequenciamento do genoma humano não há nada de imoral, porém, os problemas éticos e polêmicos iniciam com questões do tipo: o que será feito com essas informações? Como a informação genética da localização e funcionamento dos genes humanos será utilizada pela sociedade? Quais os impactos dos diagnósticos genéticos na vida das pessoas? Quais as ideologias veiculadas à aplicação de técnicas genéticas em humanos? São questões que precisam ser amplamente discutidas para que a sociedade tome um posicionamento a respeito.

## **2.2 Engenharia genética e seus enlaces com a ideologia eugênica**

Historicamente os conhecimentos biológicos, em todos os tempos, produziram profundas indagações e conflitos tanto entre seus opositores como seus defensores. Assim também, a engenharia genética tem suscitado múltiplas controvérsias, principalmente devido ao seu conhecimento manter relações muito vinculadas ao poder. A busca de uma base biológica, genética, das diferenças de características físicas entre as pessoas antecede a própria genética e justifica-se, em vários momentos da história, pela necessidade de as classes opressoras encontrarem uma base científica, que fundamente o argumento racista de que determinadas etnias são inferiores em relação a outras. Com este propósito, surgiu o movimento eugênico que pretendia o melhoramento biológico da espécie humana por meio do controle social da reprodução (OLIVEIRA, 2004).

Na segunda metade do século XIX, toda a Europa passou por profundas mudanças políticas, religiosas e econômicas. O surgimento e desenvolvimento das indústrias favoreceu a migração de grande número de pessoas que saíam do campo deslumbradas com a potencialidade de trabalho que as cidades poderiam ofertar. Este fluxo intenso fez com que grande parte dos trabalhadores vivesse sob condições deploráveis nas cidades que cresciam desordenadamente (ROCHA, 2011).

Essa situação política e econômica resultou em um grave problema sanitário gerado pelo vertiginoso crescimento das cidades. Sem infraestrutura, a insalubridade e as doenças epidêmicas (varíola, tuberculose, tifo, escarlatina, etc.) despertaram o interesse dos higienistas, grupo da época responsável pelas divulgações e reivindicações dos hábitos higiênicos da sociedade. Era preciso curar muitos doentes e evitar a degeneração da população. Em oposição a esse estado, a burguesia criava maneiras de se alienar da vida da

multidão e diferenciar-se dela, desta forma as diferenças entre ricos e pobres, contrastantes até mesmo do ponto de vista urbano, tornam-se motivo de preocupação (DIWAN, 2007).

Diante desse contexto, influenciados pelas ideias de Thomas Malthus em relação ao crescimento populacional e o aumento da pobreza e miséria, Galton e outros eugenistas da época pretendiam preservar os indivíduos considerados típicos do padrão racial que, segundo eles, estavam desaparecendo devido à falta de cuidados reprodutivos e ao cruzamento de membros típicos da raça com membros “degenerados”. Além da reprodução controlada, deveriam ser introduzidas modificações no corpo e no intelecto dos indivíduos, as quais assumiriam um caráter de herança genética, no sentido de retorno ao padrão racial original (MAI; BOARINI, 2002). De acordo com Mayr (1998), no que se refere ao programa eugênico de Galton, as pessoas de todas as faixas do espectro político endossaram a ideia, concebendo a eugenia como uma forma de conduzir a humanidade a uma perfeição cada vez maior. Galton enfatizava que as pessoas de “sangue ruim”, ou seja, “geneticamente inferiores”, só eram capazes de piorar as características genéticas de seus descendentes, não importando a qualidade do cônjuge do ponto de vista genético. Ao chegar a estas conclusões, Galton passou a desejar que o estado controlasse os casamentos, permitindo-os somente àquelas pessoas consideradas superiores (BLACK, 2003).

Galton começou a estudar questões relacionadas à raça humana logo após a publicação da obra *A origem das espécies*, de Charles Darwin, em 1859, de onde tirou inspiração para embasar sua teoria. Grande parte de suas ideias sobre herança e eugenia, porém ainda sem esse nome, foram formuladas e publicadas em 1865 em dois artigos da “Macmillan’s Magazine”, intitulado “*Hereditary Talent and Characters*”, parte um e dois, e de forma definitiva na obra “*Hereditary Genius*” (1869), onde Galton, utilizando-se de registros de antecedentes familiares de intelectuais como, poetas, artistas, famosos, militares, médicos e diversas outras áreas, procurou defender a tese de que não somente aspectos físicos, mas também o talento e a capacidade intelectual poderiam ser calculados, administrados e estimulados, por meio de casamentos criteriosos durante sucessivas gerações (DEL CONT, 2007).

A Eugenia em seu formato científico foi cunhada e conceituada por Francis Galton, em 1883, no livro *Inquiries into human faculty and its development*. No decorrer da obra, Galton desenvolveu sistematicamente sua teoria eugênica, a qual, baseada na teoria da seleção natural de seu primo Charles Darwin, seria uma genuína ciência da hereditariedade humana ou do melhoramento biológico do tipo humano, que teria como propósito, por meio de dados matemáticos e biológicos, identificar os melhores membros, como se faz com cavalos, porcos,

cães ou qualquer outro animal, portadores das melhores características, e estimular a sua reprodução (eugenia positiva), bem como, encontrar os que representavam características degeneracentes e, da mesma forma, evitar que se reproduzissem (eugenia negativa) (DEL CONT, 2007; MAI, 2004; STEPAN, 2005). Por trás do discurso da eugenia galtoniana estava presente toda uma ideologia, em que uma parcela da sociedade buscava argumentos de cunho científico para sustentar e divulgar o que consideravam como as “melhores características”.

Alcançando repercussão mundial, a ideia de que se poderia controlar a reprodução humana para melhorar a “raça” seguia um discurso ideológico de que tal melhoria levaria a um “progresso” das nações. No Brasil, o movimento eugênico foi muito difundido pela elite de médicos, farmacêuticos, advogados, políticos entre outros, no início do século XX. Um dos meios de divulgação da eugenia entre a comunidade científica e a sociedade foi o *Boletim de Eugenia*, periódico elaborado por iniciativa do médico eugenista Renato Kehl, que era impresso no Rio de Janeiro, com uma tiragem mensal de 1000 exemplares (MAI; BOARINI, 2002). Nesse Boletim foram publicados eventos e concursos de pessoas com características consideradas eugênicas, anunciado bibliografias, pesquisas e reflexões sobre os problemas da época e questões de interesse (SCHNEIDER, 2013).

Desde que foi idealizada por Galton, no século XIX, a eugenia sempre se preocupou com o melhoramento biológico da espécie humana e, conseqüentemente, com as características hereditárias. Daquela época até hoje, no século XXI, a ciência se desenvolveu em parceria com a tecnologia. Já se tem, hoje, modelos consagrados sobre a transmissão das características hereditárias e já se chegou ao ponto de poder selecioná-las e, até mesmo, alterá-las (WHITTLE, 1994/95). No entanto, no século XIX ainda não se conheciam as bases moleculares vinculadas ao processo de transmissão das características hereditárias, mesmo assim os eugenistas tinham várias premissas que faziam menções ao funcionamento desse processo.

Pode-se afirmar que a Alemanha Nazista de Adolf Hitler foi o ponto máximo do programa eugênico, porém, foi também o ponto de inflexão tanto político quanto científico, marcando o momento de declínio do movimento e sua caracterização enquanto um programa racista, desvinculado de qualquer validade científica. Apesar disso, a eugenia não desapareceu totalmente do cenário científico, conforme afirma Del Cont (2007):

Contudo, a eugenia não desapareceu como seria de se imaginar, ela se transformou; mas, ao se transformar conservou um núcleo teórico que se manteve inalterado e tem servido de orientação para novas roupagens eugênicas. Em outras palavras, manteve-se a ideia de que com a adequada informação genética poder-se-ia intervir no curso da reprodução humana, no sentido de se estabelecer, através de

conhecimento científico, o seu devido controle e direcionamento. Parece-nos que temos, neste momento, movimentos em curso que lembrariam modelos ou programas eugênicos com a recolocação de antigas práticas articuladas em novos discursos. Por exemplo, contratos firmados entre empresas de biotecnologia e Estados com a finalidade de estudo e desenvolvimento de produtos baseados em informação genética da população, como o caso da empresa Decode Genetics com a Islândia e a empresa Autogen com Tonga e com a Tasmânia, que recolocam antigas tentativas de se construir um programa eugênico baseado na regulamentação estatal, agora também com interesses mercadológicos. Em uma outra perspectiva, poder-se-ia indicar uma nova forma de eugenia, que poderíamos classificar de razões eugênicas baseadas em decisões pessoais com relação à qualidade do material genético e o compromisso com as futuras gerações, gestores de novos referenciais para se pensar noções como identidade, pessoa e corporeidade (DEL CONT, 2007, p. 23).

Com relação à eugenia e ao desenvolvimento da genética, Mai e Angerami (2006) apontam para a consolidação dos ideais eugênicos instituídos nos novos termos desta área de estudo – movimento que, na sociedade contemporânea, pode ser chamado de “geneticização” ou “genomia”. Nesse movimento, a “eugenética” pode ser associada às respostas políticas e institucionais das sociedades que buscam a implementação de meios para lidar com os indivíduos “anormais”, ou seja, portadores dos “temores” genéticos que podem afetar a saúde e a qualidade de vida de toda a população e tornar esses meios disponíveis para todos os segmentos da sociedade. Isso implica no avanço das pesquisas genéticas e na ação “benevolente” da “eugenética”, como por exemplo, ao se praticar um aborto após diagnóstico pré-natal em nome da chamada procriação qualitativa ou do direito de se ter uma criança sadia.

Segundo Mai e Angerami (2006), há pessoas que apenas almejam que seus filhos nasçam perfeitos, livres de anomalias genéticas, ignorando a relação desse desejo pessoal da sua própria descendência a fatos de natureza coletiva e excludente. Em consequência novos dilemas e desafios legais, éticos e morais dividem as opiniões, tais como testes preditivos, responsabilidade para realização do aconselhamento genético, diagnóstico pré-natal, diagnóstico pré-implantacional e seleção sexual preconcepção, abortamento terapêutico, programas de triagem neonatal e populacional, métodos de identificação humana, normalização dos laboratórios de genética, acesso e uso do genoma humano, criação de bancos de células e DNA, terapia génica, clonagem terapêutica, entre outros (NEVES, 2006).

Segundo Bizzo (1995), as perspectivas do Projeto Genoma Humano e da manipulação genética representavam uma reedição das ideias eugênicas. Para ele, a clonagem e replicação de embriões humanos e o avanço das técnicas da engenharia genética para modificá-los demonstrariam a não superação das propostas da eugenia. Todavia, mesmo com a percepção da complexidade do sistema molecular, evidenciada principalmente após o PGH, as novas

biotecnologias aplicadas aos seres humanos continuam permeando o imaginário das pessoas e vêm sendo utilizadas de forma cada vez mais crescente na seleção de embriões, principalmente em casos de doenças genéticas na família. Portanto, já não é possível visualizar uma fronteira tão bem delimitada entre a seleção das características genéticas desejadas e a prevenção e eliminação de embriões com fatores indesejados, ou seja, uma decisão de caráter eugênico (FARAH, 2007; BONZANINI; BASTOS, 2005; ZATZ, 2011).

Muitos equívocos ainda hoje são provocados pela falsa ideia de classificar a eugenia como um tema referente apenas ao início do século XX e na dificuldade de compreender a relação entre as práticas eugênicas da época e a utilização das Novas Tecnologias Reprodutivas Conceptivas (NTRc) do século XXI. De acordo com Mai e Angerami (2006), a busca da implantação de embriões “perfeitamente sadios” nas tecnologias reprodutivas representa a clara expressão da preocupação do ser humano em relação à sua descendência, o que há algum tempo atrás seria expresso pelo discurso dos ideais eugênicos ao tentar “aperfeiçoar as qualidades e reduzir ao mínimo as imperfeições humanas” (MAI; ANGERAMI, 2006, p. 253). Portanto, existe uma mudança do discurso eugênico do passado para o presente, ao passo que no passado a “seleção” das características desejáveis buscava alcançar o “melhoramento da espécie humana<sup>1</sup>” por meio dos cruzamentos entre as consideradas “raças superiores”, atualmente os cientistas transitam no campo das manipulações genéticas em laboratório, nos bancos de gametas e na reprodução assistida.

A seleção de características para a fertilização *in vitro* é um fato consumado na atualidade, um exemplo claro é a reportagem do programa de televisão “Fantástico<sup>2</sup>” sobre a busca por maiores informações no perfil do doador de sêmen para fertilização *in vitro*. Uma pesquisa evidenciou que o perfil mais procurado é de pele branca e de estatura ao redor de 1,80m. A busca por um doador com determinadas características é uma forma de seleção ocultada.

---

<sup>1</sup>A palavra melhoramento, que muitas vezes, é utilizada em livros didáticos de Biologia, implica um julgamento de valor que é atribuído de acordo com uma dada sociedade, ou seja, configura-se em uma visão antropocêntrica sobre a diversidade dos seres vivos. Cabe ressaltar que o ser humano é apenas mais uma espécie – recente – na história da evolução biológica e que em termos biológicos não existem seres vivos ou características “melhores” ou “piores”, uma vez que o ambiente é mutável e os seres que sobrevivem estão aptos às contingências ambientais nas quais se inserem.

<sup>2</sup>Mais brasileiras procuram importar sêmen de bancos internacionais. Edição do dia 02/08/2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/08/mais-brasileiras-procuram-importar-semen-de-bancos-internacionais.html>

Mai e Boarini (2002) chamam a atenção para o “deslocamento do referencial” da eugenia em forma de práticas macrossociais, de violência racial e esterilizações em massa, para formas ultramoleculares da genética. Como podemos exemplificar, no seguinte caso:

No início do século XX, em pleno auge do movimento eugenista mundial e brasileiro, uma medida eugenista de caráter negativo era limitar que casais com doenças genéticas procriassem para evitar o nascimento de filhos portadores de tais doenças. Propunha-se, então, a esterilização, a segregação de doentes mentais, ou o aborto, medidas socialmente muito criticadas. Hoje, casais nas mesmas condições têm à sua disposição biotecnologias que vêm prometendo retirar o gene defeituoso, o que reflete uma mesma medida eugenista de caráter negativo. O que mudou? Mudou o caminho intervencionista para a obtenção do mesmo resultado e o ideário a que se veicula. Se comparado à crítica sobre os métodos anteriormente propostos, hoje é possível que seja condenado o casal que não faça uso dessa biotecnologia para alcançar o mesmo fim. Ambas são medidas eugenistas. Condena-se uma, pelo histórico abuso praticado sobre determinados grupos sociais em nome da boa procriação; aceita-se outra, por justificar um benefício à futura prole da família. Qual o limite entre as duas? (MAI; ANGERAMI, 2006, p. 253).

O mapeamento completo do DNA, terapia gênica, manipulação genética, *Screening* genético (identificação de indivíduos afetados por doença genética), PCR (*Polymerase Chain Reaction* ou Reação em Cadeia da Polimerase – replicação de DNA), testagem preditiva para genes defeituosos, vacinações genéticas, entre muitas outras técnicas, constituem um amplo conjunto que reflete a velocidade com que a engenharia genética vem desenvolvendo-se. De fato, os benefícios gerados por todas essas possibilidades são inúmeros, porém, cabe aos indivíduos compreender estes conhecimentos e assumir posicionamento crítico, fazendo respeitar sua escolha, de modo a evitar um novo padrão ideológico discriminatório e de violência racial como as práticas eugênicas do século XX (MAI; BOARINI, 2002).

Tendo em vista o desenvolvimento da genética, da biologia molecular, torna-se de extrema importância compreender e adquirir uma postura crítica a respeito do conhecimento científico vinculado a velhos discursos ideológicos discriminatórios e racistas. É, por isso, importante indagar até que ponto a engenharia genética contribui para a saúde e bem estar da população e até que ponto os conhecimentos e tecnologias por ela gerados podem constituir mais uma forma de discriminação social (BRAZ, 2007; DEL CONT, 2007). Porém, para compreender e se posicionar diante destas informações, é necessária uma base de conhecimento sobre ciência e tecnologia que deve ser oferecida na escola, sendo esta a principal responsável em promover a imprescindível alfabetização científica.

Diante de tantas novas informações, torna-se urgente uma educação científica que proporcione o desenvolvimento da capacidade crítica de modo que o sujeito tenha condições de avaliar os impactos das transformações científicas e biotecnológicas para a vida, sociedade e ambiente (BONZANINI; BASTOS, 2005), bem como os papéis dos discursos e ideologias

que permeiam a ciência e a tecnologia. Nessa perspectiva, as diversas instituições escolares têm o compromisso de integrar esses conteúdos a uma abordagem que permita o desenvolvimento da argumentação, reflexão e ação referentes às questões éticas, políticas e sociais envolvidas nessas temáticas, imprimindo ainda mudanças de hábitos na mentalidade da sociedade (FÁVARO et al., 2004; FERREIRA; JUSTI, 2004).

Como afirma Vilas-Boas (2006), as grandes transformações científicas que ocorreram recentemente nas diversas áreas das ciências biológicas, especialmente na genética, geraram um volume muito grande de novas informações e de conhecimentos, nem sempre disseminado ou abordado de maneira adequada nos meios de divulgação sensacionalista e nos livros didáticos destinados à educação básica. Dentre os fatores que prejudicam a transposição didática dos conhecimentos científicos e biotecnológicos produzidos nas academias e centros de pesquisa, Banet e Ayuso (1995) adicionam a complexidade dos fenômenos e da construção conceitual na área da genética. Essa dificuldade se deve tanto à complexidade dos conceitos que essa área comporta quanto à forma da escola conceber, organizar e desenvolver o ensino (BANET; AYUSO, 1995).

O ensino e aprendizagem de conceitos moleculares e genéticos é um desafio também para os professores envolvidos com a educação em ciências (JUSTINA; FERRARI, 2010). Neste sentido, observa-se a barreira alocada pela forma como estes conteúdos são abordados no ensino, costumeiramente com longas explicações teóricas, de forma fragmentada na qual os conceitos são vistos isoladamente, sem estabelecer as devidas correlações entre eles (SELLES; FERREIRA, 2005; PEDRANCINI et al., 2007; GOLDBACH; EL-HANI, 2008). Os conceitos biológicos também são trabalhados de forma descontextualizada, separados do contexto histórico em que foram formulados, não permitindo compreender a ciência como um processo, colaborando para promover uma perspectiva ingênua da ciência como verdade e empreendimento neutro. No entanto, é importante destacar que um dos objetivos do ensino de ciências é justamente mostrar que os conceitos são dependentes do contexto histórico no qual se inserem, estando sujeitos a constantes reformulações (GIL-PEREZ et al., 2001). Nessa linha de pensamento, buscamos, a seguir, expor a necessidade da alfabetização científica para que a população se posicione em relação à aplicação da engenharia genética em humanos.

### **2.3 Abordagem educacional sobre conhecimentos da biologia molecular e engenharia genética**

A sociedade contemporânea necessita de uma alfabetização científica que atenda às exigências decorrentes do estado atual do conhecimento científico e suas aplicações, especialmente na área das biotecnologias e engenharia genética. Frente às controvérsias sociocientíficas, tem-se tornado consenso entre autores a substancial importância de que o público em geral obtenha informações que lhe permita compreender e elaborar formas de pensamento acerca das aplicações e implicações do desenvolvimento científico e biotecnológico, formando cidadãos críticos para discutir os rumos e os usos dos avanços científicos e seus efeitos sociais, éticos, políticos e econômicos (XAVIER et al., 2005; SCHEID; FERRARI, 2006; LIMA et al., 2007; JUSTINA; FERRARI, 2010).

A partir de 1996, com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, nº 9.394/96), o sistema educacional brasileiro vem passando por uma reestruturação, visando à melhoria da qualidade de ensino e o efetivo papel da escola na sociedade. O artigo 26 da LDB destaca a importância da flexibilização curricular, propondo a inclusão de conteúdos diversificados, que atendam as características socioculturais e econômicas de cada região ou escola. Em conjunto com a LDB, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) enfatizam a necessidade de se relacionar a aprendizagem de conhecimentos científicos e suas tecnologias, cada vez mais em destaque nos meios de comunicação e no cotidiano do cidadão (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006). Nessa perspectiva, trabalhar o conhecimento científico em conjunto com o desenvolvimento tecnológico deve contribuir, entre outras coisas, para o aluno desenvolver capacidades e habilidades que permitam entender o processo de construção das ciências como uma produção humana que se desenvolve por continuidade e/ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com as transformações da sociedade (QUEIRÓS et al., 2009).

Dessa forma, para que a formação científica ocorra é necessário que as instituições dos diversos níveis de ensino insiram em seus currículos as novidades da ciência e da tecnologia fornecendo uma base sólida de conhecimento sobre o assunto. Segundo Xavier et al. (2005), o acelerado desenvolvimento do conhecimento, especialmente em algumas áreas como biotecnologia e genética molecular, apresenta um grande desafio referente à definição (ou organização) do conteúdo programático das disciplinas científicas na educação. Neste contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002) sugerem que as aulas sejam orientadas com assuntos de interesses atuais, afinal, “a linguagem

científica tem crescentemente integrado nosso vocabulário; termos como DNA, cromossomo, genoma, clonagem, efeito estufa, transgênico.” (BRASIL, 2002, p. 33).

No âmbito das propostas dos PCNEM, o DNA é um tema que pode ser amplamente trabalhado mediante uma abordagem interdisciplinar, integrando, principalmente, as áreas de química, física e biologia, de modo a promover uma relação entre progresso científico e avanço tecnológico que, por sua vez, pode imprimir mudanças de hábitos na sociedade. Para o ensino de biologia, os PCNEM deixam clara a necessidade da descrição do material genético em sua estrutura e composição, vinculada a uma abordagem que permita o desenvolvimento de um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo (FERREIRA; JUSTI, 2004).

O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo (BRASIL, 2000, p. 14-15).

Em específico, as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná-Brasil de Biologia determinam como um dos conteúdos estruturantes da disciplina a manipulação genética. Neste documento os conteúdos estruturantes são concebidos como “saberes, conhecimentos de grande amplitude, que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para as abordagens pedagógicas dos conteúdos específicos e consequente compreensão de seu objeto de estudo e ensino.” (PARANÁ, 2008, p. 25). Ao propor a manipulação genética como um conteúdo estruturante que deve permear a abordagem dos conteúdos específicos, objetiva-se promover um entendimento biológico e ético sobre as implicações dos conhecimentos da biologia molecular sobre a vida e a possibilidade de inserir, modificar ou excluir determinadas características do genoma de um ser vivo. Esta orientação expõe a importância de abordar o assunto nos diversos anos de escolaridade do ensino médio.

Sobre a abordagem do tema nos materiais didáticos da educação básica de biologia, um estudo realizado em 1995, por Reznik verificou a presença de tópicos básicos isolados tais como: núcleo e material genético; divisão celular; genética mendeliana, concluindo que ainda eram raros os livros didáticos que trabalhavam determinadas aplicações do conhecimento em biologia molecular, como, por exemplo, os estudos de diferenciação e controle da vida celular

e de manipulação genética. Entretanto, as orientações curriculares, tanto estaduais como federal, sobre a necessidade da inserção do tema na educação básica começa a surtir efeito e, cada vez mais, os livros didáticos de biologia apresentam maior enfoque sobre o assunto, como podemos observar nas coleções: *Biologia em Contexto* (AMABIS; MARTHO, 2013), *Biologia Hoje* (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2012), *Ser Protagonista – Biologia* (OSORIO, 2013), entre outras. Sendo assim, as mudanças caminham para uma reorganização curricular de acordo com as exigências da sociedade atual em prol de promover a alfabetização científica dos cidadãos quanto à biologia molecular e à engenharia genética.

Em relação à formação superior, supõe-se que o tema manipulação genética esteja restrito aos cursos que têm em sua grade curricular alguma disciplina relacionada à genética, normalmente, os cursos voltados para as áreas biológicas e da saúde. Entretanto, sendo um tema sociocientífico com interferência cada vez mais direta na sociedade, cabe aos cursos superiores prepararem todos os profissionais, dos mais diversos campos, para compreenderem e atuarem de forma responsável quanto às questões éticas do desenvolvimento científico. Conforme Silva (2012), uma das disciplinas que vem adquirindo reconhecimento mundial para tratar dos debates em torno às pesquisas em genética é a bioética. Embora no Brasil ainda sejam poucas as universidades que a incluem formalmente em seus currículos, fomentar discussões bioéticas sobre o desenvolvimento da genética molecular e a importância da participação social nas pesquisas contribuem para a alfabetização científica dos cidadãos quanto à manipulação genética e suas implicações às gerações futuras.

Assim, espera-se que, ao concluir um curso de ensino superior, o aluno esteja alfabetizado cientificamente e, portanto, além de compreender os conceitos básicos das disciplinas, seja capaz de pensar independentemente, buscar e avaliar informações, aplicando seus conhecimentos na vida diária (KRASILCHIK, 2004). Todavia, pesquisas realizadas por diversos autores demonstram que, apesar de terem passado pelos vários níveis escolares, chegando até mesmo concluir o ensino superior, muitos dos sujeitos investigados retornam as suas concepções primeiras (ou espontâneas) quando solicitados a elaborar explicações referentes a conceitos ou processos científicos e tecnológicos (GIORDAN; VECCHI; 1996; PEDRANCINI et al. 2007; 2008). Ou seja, não está ocorrendo à alfabetização científica esperada. Sendo assim, precisamos estudar medidas que colaborem para viabilizá-la.

Fourez (1997, p. 25) destaca quatorze capacidades desenvolvidas por uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnicamente, as quais são:

1. Utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adaptar decisões responsáveis em sua vida diária;
2. Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias e da mesma forma que as ciências e as tecnologias imprimem seu selo na sociedade;
3. Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias a título de subsídios concedidos a eles;
4. Reconhecer tanto os limites como a utilidade das ciências e as tecnologias no progresso do bem-estar humano.
5. Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los.
6. Apreciar as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que suscitam.
7. Compreender que a produção de saberes científicos depende de processos de investigação e de conceitos teóricos.
8. Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais.
9. Reconhecer a origem da ciência e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças segundo o grau de acumulação de resultados.
10. Compreender as aplicações das tecnologias e decisões implicadas em sua utilização.
11. Ter saber suficiente e experiência para apreciar o valor da investigação e do desenvolvimento tecnológico.
12. Extrair de sua formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.
13. Conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas quando tem que tomar decisões.
14. Ter uma certa compreensão da maneira em que as ciências e as tecnologias foram produzidas na história.

Observa-se que um ponto em comum das capacidades exigidas à alfabetização científica é a compreensão atual e histórica tanto do saber científico como tecnológico, viabilizando sua utilização na prática social cotidiana. Nesse contexto, diversos pesquisadores defendem como um dos meios facilitadores da tão esperada alfabetização científica o ensino de História e Filosofia da Ciência. Explicitamente, a reaproximação da História e Filosofia da Ciência no ensino como proposta transdisciplinar à promoção da alfabetização científica vem sendo defendida por um número crescente de pesquisadores, uma vez que possibilita a contextualização da construção científica como um processo sociocultural (LEDERMAN, 1992; MEGLHIORATTI et al, 2006; PRESTES; CALDEIRA, 2009; CHASSOT, 2010).

Autores como Medeiros (1992); Matthews (1995); Medeiros e Filho (2000); Gil Pérez et al. (2001); Praia et al. (2007); Silva et al. (2008); e Scheid et al. (2009) apontam que, além de conhecer os conteúdos científicos, os cidadãos precisam compreender as formas pelas quais estes conhecimentos são construídos historicamente. Isso lhes possibilita conhecer como se desenvolve e se modifica o pensamento científico ao longo dos anos, quais seus objetivos, métodos, valores e suas relações com a sociedade para, assim, avaliar as influências do contexto social, moral, político, econômico e cultural no conhecimento científico e, ao

mesmo tempo, as contribuições desse conhecimento para a cultura e sociedade. Nesse sentido, Matthews (1995) afirma que abordagens da história, da filosofia e da sociologia da ciência

[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS 1995, p. 165).

Nesta mesma linha de pensamento, Bastos (2009) enfatiza que uma das recomendações importantes para que o professor aperfeiçoe sua atuação em aula é:

Promover entre os alunos uma visão mais realista e crítica sobre a natureza da ciência, por meio da inserção de discussões sobre (a) a *História e a Filosofia da Ciência*, (b) o fundamento lógico e a aplicabilidade dos conhecimentos científicos veiculados pela escola e (c) *as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente* (relações CTSA); pretende-se, com isso, promover um ensino que contribua para a construção de noções epistemológicas, e subsidie a formação para a cidadania (BASTOS, 2009, p. 61).

Contudo, apesar das recomendações teóricas e curriculares sobre a necessidade de ampliar as relações entre os conteúdos científicos, tecnológicos, históricos e cotidianos dos alunos, ainda há inúmeras lacunas para alcançar tal proposição, sendo uma delas, a própria formação docente, a qual, muitas vezes não prepara adequadamente o professor para trabalhar de forma contextual os novos conhecimentos da genética e biologia molecular. Para Trivelato (2000), os professores sentem-se presos às estruturas curriculares mais tradicionais, expressas pelos diferentes agentes escolares: materiais didáticos, exames externos, expectativa de pais e alunos, orientações institucionais etc. A consequência é que os alunos, em grande maioria, não têm sido levados a discutir em sala de aula as causas dos fenômenos naturais e sociais e as diferentes implicações do conhecimento que estão estudando. Entretanto, uma abordagem contextual, que busque dar significado prático aos conteúdos estudados em sala de aula é necessária, pois se o aluno não compreende as consequências e repercussões do conhecimento científico produzido em seu tempo, dificilmente perceberá seu papel na sociedade como cidadão crítico quanto aos rumos da ciência e da tecnologia.

Schneider (2010), ao investigar um curso de formação continuada de professores sobre ciência e ideologia com a exemplificação do movimento eugênico, constatou que os professores têm muitas dificuldades em utilizar a história da ciência em suas aulas. Os

principais desafios apontados foram referentes à própria formação, que abrange de forma muito superficial ou algumas vezes até equivocada aspectos da história da ciência e, ainda, a dificuldade em encontrar materiais didáticos adequados voltados para a educação básica. Assim, o curso de formação continuada mostrou-se como uma ótima oportunidade para discussões históricas e atuais do conhecimento da genética, biologia molecular e sobre as relações das suas aplicações em humanos e as ideologias do movimento eugênico, sendo que, ao final os professores, de maneira geral, desenvolveram a percepção da importância de abordar a História da Ciência de forma contextualizada aos conteúdos escolares, proporcionando aos alunos uma visão geral da ciência em seu contexto histórico, social, político e econômico, permeado pelas ideologias das instituições sociais. E apontaram, também, possibilidades de trabalhar com o episódio da Eugenia de forma interdisciplinar.

Observa-se que outro pressuposto, destacado por Fourez (1997), Bastos (2009), e outros pesquisadores e referenciais curriculares, para que a alfabetização científica e tecnológica aconteça permitindo a população participar criticamente da sociedade, é a integração das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (movimento CTS) na educação. Esta preocupação se configura na pesquisa acadêmica e nas diretrizes curriculares nacionais, ainda que, muitas vezes, não se efetive no currículo concretizado em sala de aula.

Segundo Santos (2011), com o agravamento de problemas ambientais e a obsolescência programada do modelo econômico e do consumismo exacerbado, evidenciados entre as décadas de 1960 e 1970, o movimento de educação/alfabetização científica passou a caminhar junto com os ideais do movimento CTS em uma perspectiva de formação para a cidadania, ou seja, para o comprometimento social. O movimento CTS surgiu neste contexto, com críticas e questionamentos notórios ao modelo desenvolvimentista baseado na perspectiva salvaçãoista, determinista e neutra da ciência, na qual a maior produção científica e tecnológica seria a solução de todos os problemas sociais e ambientais.

O ensino articulado ao enfoque CTS busca promover na escola o interesse dos estudantes em relacionar a ciência e a natureza do conhecimento científico com os aspectos tecnológicos e sociais, aproximando estes conhecimentos às situações cotidianas, com o intuito de contribuir, por meio de discussões e reflexões éticas, para a formação de sujeitos capazes de tomar decisões e desenvolver pensamento crítico, como argumentado por Auler (2007). O mesmo autor ainda aponta que uma das dimensões almejadas entre as repercussões deste enfoque, consiste na interdisciplinaridade, cujo objetivo é romper com a excessiva fragmentação disciplinar e buscar no trabalho coletivo a superação da tradicional divisão entre as ciências humanas, naturais e exatas, bem como auxiliar na construção do conhecimento do

aluno, contribuindo com sua formação integral e sua capacidade de articular conhecimentos de diversas áreas para resolver problemas práticos e atuar no seu cotidiano de forma consciente e responsável.

No entanto, apesar das orientações curriculares possuírem um direcionamento que leva em consideração a abordagem das novas tecnologias, observa-se que isto não procede na prática dos professores. Grande parte desses profissionais não dispõe de uma formação continuada para atualizar-se, de modo a ultrapassar barreiras que dificultam a adequação do conteúdo programático à realidade científica e tecnológica presente. De um modo geral, o ensino desenvolvido nas escolas possui ainda uma forma tradicional de abordagem das disciplinas, que não possibilita espaços para discussões de temas relacionados às relações entre ciências e tecnologias atuais, bem como suas aplicações e implicações sociais (REIS; GALVÃO, 2008). A importância de ter professores capacitados a formar cidadãos críticos com relação à ciência e à tecnologia foi também enfatizada por Oliveira (1998):

Uma vez que a ciência e a tecnologia afetam a humanidade inteira, esta é uma tarefa não apenas para especialistas, mas para todos os cidadãos e, especialmente, para os professores de ciência, pela responsabilidade que têm na determinação das concepções que os alunos vêm a adotar (OLIVEIRA, 1998, p. 03).

Dessa forma, o enfoque didático-metodológico de integração Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem um lugar de destaque nas atuais propostas de ensino de ciências, em que se pretende alcançar a alfabetização científica que leve os alunos a construir o seu conhecimento mediante a compreensão das relações entre os conteúdos específicos da ciência e da tecnologia e seus processos de produção (VANNUCCHI, 2004). Ao estudar a fundamentação metodológica do enfoque CTS, percebe-se esta como uma ótima possibilidade de abordar o tema engenharia genética e suas biotecnologias, integrando conhecimentos sociais, éticos, tecnológicos e científicos. Conforme Santos (2011, p. 23) “o movimento CTS no ensino de ciências contribuiu para a inserção de temas sociocientíficos, como engajamento em ações sociais responsáveis, questões controversas de natureza ética e problemas ambientais contemporâneos”.

Sendo assim, buscou-se evidenciar nesse capítulo a importância da abordagem, nos diversos níveis educacionais, dos avanços da biologia molecular e suas ideologias. Diante das necessidades emergentes da sociedade é essencial abordar a ciência e a tecnologia mediante uma contextualização histórica, demonstrando aos alunos como determinado conteúdo ou conceito foi desenvolvido e explicado pelos pesquisadores ao longo do tempo e quais as

relações estabelecidas com as necessidades e interesses da sociedade na elaboração do mesmo, visando à formação de conhecimentos, valores e atitudes para a prática social e tomada de decisões responsáveis sobre o assunto.

## **CAPÍTULO III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo objetiva detalhar os procedimentos metodológicos para a pesquisa, de natureza quantitativa, adotados na construção da presente tese. Segundo Richardson (1989), Minayo e Sanches (1993), a abordagem quantitativa caracteriza-se pelo estudo estatístico, tanto na coleta de dados quanto no tratamento das informações, mediante técnicas que permitem avaliar numericamente as hipóteses levantadas a respeito de um problema de pesquisa, e, assim, possibilitar ao pesquisador classificar variáveis por meio de indicadores e tendências observáveis. Para melhor descrição da investigação, dividimos os procedimentos metodológicos em cinco etapas: 3.1 Caracterização da pesquisa quantitativa na educação em ciências; 3.2 Descrição dos grupos pesquisados; 3.3 Construção do instrumento de coleta de dados; 3.4) Validação do instrumento; e 4.5) Análise estatística. Enfatizamos que, antes de ser iniciada, esta pesquisa foi satisfatoriamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Maringá (UEM) (ANEXO 1). Delineamos a seguir, cada uma das cinco etapas.

### **3.1 Pesquisas quantitativas: contribuições para a educação científica**

A tradição da pesquisa em educação tornou-se fortemente de natureza qualitativa a partir da segunda metade do século XX, quando pesquisadores das ciências humanas e sociais passaram a questionar os métodos de pesquisa quantitativa, relacionada comumente ao positivismo lógico que considera as ciências naturais como o paradigma de todo o conhecimento. Para esses pesquisadores, os métodos baseados na perspectiva empírica e positivista não deveriam mais continuar atendendo as pesquisas com fenômenos humanos e sociais (TRIVIÑOS, 1987; ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2002; TEIXEIRA, 2003).

Tendo em vista a complexidade dos fenômenos sociais, era necessário adotar e divulgar métodos de pesquisa que considerassem tal complexidade e que, diferentemente da abordagem quantitativa, que necessita quantificar os significados dos fenômenos estudados, ou seja, traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las mediante o uso de recursos e técnicas estatísticas, valorizassem a relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, sendo o ambiente natural a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador o

instrumento-chave, com foco principal no processo e seu significado (LÜDKE; ANDRÉ 1986; TRIVIÑOS, 1987; MINAYO, 1997).

A partir de tais constatações, passou-se a adotar com maior frequência a pesquisa qualitativa em educação, uma vez que esta envolve a obtenção de dados descritivos; o contato direto do pesquisador com a situação; enfatiza mais o processo que o produto e retrata a perspectiva dos participantes (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Com estas características a abordagem qualitativa tem adquirido maior valorização e *status* nas pesquisas voltadas para a área de educação, perante a complexidade e dinâmica dos fenômenos envolvidos e as dificuldades na manipulação de variáveis.

Entretanto, numa pesquisa científica, os tratamentos quantitativos e qualitativos dos resultados podem ser complementares, enriquecendo a análise e as discussões finais (MINAYO, 1997). Conforme Flick (2009), nos últimos anos vários pesquisadores de diversas áreas enfatizam em suas pesquisas as relações, combinações possíveis e também as distinções entre a pesquisa quantitativa e a qualitativa. Para Bryman (1992), citado por Flick (2009), a lógica da triangulação, ou seja, da combinação entre diversos métodos qualitativos e quantitativos, visa a fornecer um quadro mais geral da questão em estudo. Nesta perspectiva, a pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos.

Silva et al (2012a) defendem a utilização da abordagem quantitativa nas pesquisas em Educação em Ciências, devida à importância da expansão de estudos dessa natureza no Brasil, tendo em vista sua pouca tradição comparada a países europeus (SILVA et al., 2012a). Grácio e Garrutti (2005) argumentam que é imprescindível aproximar a área de Educação com a quantificação, pois isto possibilita uma concepção mais ampla e completa dos problemas que encontramos em nossa realidade. De acordo com os autores, “as quantificações fortalecem os argumentos e constituem indicadores importantes para análises qualitativas” (GRÁCIO; GARRUTTI, 2005, p. 119). O mesmo posicionamento é apresentado por Gil (1999, p. 35) ao afirmar que “os procedimentos estatísticos fornecem considerável reforço às conclusões obtidas”, tornando-os bastante aceitos entre os pesquisadores.

No presente estudo, optamos por utilizar a abordagem quantitativa, com construção, validação e análise estatística dos dados constituídos por meio de um questionário. Esta escolha metodológica justifica-se pelas vantagens da utilização do questionário, como instrumento de pesquisa, e da estatística, como procedimento de análise, na configuração de um razoável grau de precisão e reforço às conclusões obtidas de dados ou informações sobre

características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicando como representante de uma população alvo (BABBIE, 1999; FREITAS et al., 2000; SILVA et al., 2012a). A utilização do questionário como instrumento para a constituição dos dados e da análise estatística também proporcionam a realização da pesquisa para uma grande amostra de sujeitos, o que promove indicativos de maior amplitude sobre o objeto de estudo.

Em uma busca sobre exemplos de pesquisa de natureza quantitativa em Educação em Ciências, realizada em bancos de dados de teses, dissertações e artigos, evidenciou-se sua maior tradição em países europeus e norte-americanos. Entretanto na América do sul, incluindo o Brasil, já se pode perceber o número crescente de pesquisas desta natureza nos últimos anos. Alguns exemplos do uso dessa metodologia no Brasil são: Xavier, Freire e Moraes (2005), quanto à introdução dos conceitos de biologia molecular e biotecnologia no ensino de genética no nível médio; Cunha (2008), na construção e validação de uma escala de atitudes sobre CTS; Scoaris, Pereira e Santin Filho (2009), sobre a percepção de licenciandos frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências; Silva (2012), em concepções de professores de biologia sobre relações entre ciência e valores; Silva et al. (2012a), referente a elaboração de um questionário estatístico sobre concepções bioéticas; Silva et al. (2012b), na investigação das concepções de futuros professores de biologia sobre valores éticos na ciência; Bizzo, Gouw e Pereira (2013), em relação a ciência e religião; Pedrancini (2015), referente a percepção pública de ciência e tecnologia de medicamentos. Evidencia-se, assim, que a análise quantitativa vem ganhando espaço nas pesquisas em Educação em Ciências também aqui no Brasil.

Polino (2003) destaca que, sobre a percepção pública da ciência e tecnologia, os Estados Unidos foi o país pioneiro em gerar indicadores de pesquisa sobre o assunto e incorporá-los a seus manuais estatísticos desde 1972. Logo se somaram os países da União Europeia e, mais recentemente, a tradição de pesquisa estatística na educação voltou a ampliar-se nos países sul-americanos, como Brasil, Colômbia, México e Panamá. Segundo o autor:

As pesquisas internacionais incluem perguntas comuns que, aplicadas em diferentes países, permitem a comparação internacional, característica básica que se deve contemplar o desenvolvimento dos indicadores. Todavia, a natureza do objeto “percepção” e “cultura científica” faz com que perguntas que podem ser válidas nos Estados Unidos ou em alguns países da Europa não se ajustem às realidades – institucionais ou sociais – dos países ibero-americanos (POLINO, 2003, s/p).

Diante das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade atual, a Declaração de Budapeste (1999) destaca a importância de fazer uso do saber científico para enfrentar, em nossos dias, os problemas éticos, sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais, sendo indispensável o acesso ao conhecimento científico e a participação pública no seu desenvolvimento. Nesse sentido:

Em meados de 2001, a Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI) e a Rede Ibero-Americana de Indicadores de Ciência e Tecnologia (RICYT/CYTED) deram início, com esse propósito, ao Projeto Ibero-Americano de Indicadores de Percepção Pública, Cultura Científica e Participação dos Cidadãos, a fim de contribuir para o desenvolvimento conceitual da matéria; assentar as bases para o delineamento de indicadores que reflitam as particularidades da região e permitam comparação internacional; trazer novos elementos para a definição de políticas públicas; e configurar uma rede de grupos de pesquisa e instituições ibero-americanas para cooperação no âmbito dessa temática (VOGT; POLINO, 2003, p. 19).

Perante esse contexto, estabelecer indicativos de percepção pública sobre o desenvolvimento da genética molecular e as possibilidades e limites das implicações da engenharia genética em humanos é fundamental para popularizar o conhecimento sobre o tema e fomentar discussões bioéticas a fim de promover uma legislação coerente às novidades dessa área. Coube então, como um dos objetivos desta tese, construir um instrumento estatístico e aplicá-lo a um grupo de estudantes do ensino superior, tanto da área de biológicas como de humanas, buscando investigar as concepções ou o que pensa esse grupo representativo acerca das ideologias imbuídas na engenharia genética e suas aproximações com ideias e práticas eugênicas.

### **3.2 Desenho de investigação**

Tendo em vista os objetivos desta tese, realizou-se a pesquisa em duas universidades, sendo uma de nacionalidade brasileira, Universidade Estadual de Maringá (UEM-Brasil) e outra europeia, Universidade do Minho (UMinho-Portugal). A amostra participante da pesquisa foi composta de acadêmicos dos anos iniciais e finais da área biológica (cursos de Ciências Biológicas, Enfermagem, Medicina) e da área das humanidades (Direito, Pedagogia e Letras) da UEM e de correspondentes acadêmicos também da área biológica (cursos de Biologia-Geologia, Enfermagem, Medicina) e da área das humanidades (Educação Básica e Línguas e Literaturas Europeias) da UMinho. O estudo nos anos iniciais e finais dos diferentes cursos das áreas biológicas e das humanidades justifica-se como medida para

averiguar a formação de diferentes áreas do ensino superior na alfabetização científica dos alunos e sua participação crítica nas decisões sócias sobre o tema.

A escolha dos cursos participantes da pesquisa se deu por conta da oferta dos mesmos nas duas universidades envolvidas e justifica-se ainda, porque Ciências Biológicas/Biologia-Geologia, Enfermagem e Medicina são os três cursos da área de biológicas que apresentam currículos que mais se aproximam de conteúdos referentes à reprodução humana, genética molecular, manipulação genética, aconselhamento genético e outros campos relacionados ao tema desta pesquisa.

Ao pensar que a educação científica até o final do ensino básico deve possibilitar ao cidadão a compreensão e participação em debates sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia na realidade atual, também investigamos os conhecimentos, valores e práticas, em relação à engenharia genética e eugenia, na área de humanas, envolvendo os cursos Direito, Pedagogia/Educação Básica e Letras/Línguas e Literaturas Europeias. O curso de Direito foi escolhido devido ser a área de ciências humanas que, provavelmente, abrange em sua grade curricular o tema engenharia genética/eugenia de forma articulada com estudos das legislações e debates sociais<sup>3</sup>. Em relação ao curso de Pedagogia/Educação Básica, resolvemos incluí-lo neste estudo ao considerar ser essa a área de humanas que forma o profissional responsável pelos anos iniciais do ensino fundamental e que necessita de uma base de conhecimentos biológicos para permitir formas de pensamentos não discriminatórios, de modo a garantir o processo de inclusão e o respeito às crianças de diferentes grupos étnicos, com necessidades especiais ou com diferença de gênero. Retomando a reflexão de que a alfabetização científica deve fazer parte dos objetivos da educação básica, e considerando que os cursos de Letras/Línguas e Literaturas Europeias possibilitam a leitura e análise de diferentes gêneros textuais, além de documentários e filmes de natureza científica, alunos desses cursos também fizeram parte da amostra.

Ao iniciar a pesquisa formulamos a hipótese de que os alunos da área de biológicas, tanto do Brasil como de Portugal, por terem na formação disciplinas mais específicas, voltadas para biologia molecular e genética, apresentariam concepções mais integradas entre conhecimentos, valores e práticas acerca da engenharia genética (aconselhamento genético na reprodução, fertilização *in vitro*, seleção de embriões, modificação no DNA, seleção de características, clonagem de órgãos e organismos...) do que alunos da área de humanidades.

---

<sup>3</sup>Ressaltamos, no entanto, que não conseguimos autorização para aplicar o questionário no curso de Direito da UMinho.

Os participantes da pesquisa foram identificados por um código alfabético e numérico, sendo os do Brasil expostos na tabela 3.1 e de Portugal na tabela 3.2, preservando assim sua identidade.

Tabela 3.1 Códigos de identificação dos participantes brasileiros na pesquisa.

<b>BRASIL</b>		
<b>Ciências Biológicas</b>	Inicial	SBB1I, SBB2I...
	Final	SBB1F, SBB2F...
<b>Enfermagem</b>	Inicial	SEB1I, SEB2I...
	Final	SEB1F, SEB2F...
<b>Medicina</b>	Inicial	SMB1I, SMB2I...
	Final	SMB1F, SMB2F...
<b>Direito</b>	Inicial	SDB1I, SDB2I...
	Final	SDB1F, SDB2F...
<b>Pedagogia</b>	Inicial	SPB1I, SPB2I...
	Final	SPB1F, SPB2F...
<b>Letras</b>	Inicial	SLB1I, SLB2I...
	Final	SLB1F, SLB2F...

Tabela 3.2 Códigos de identificação dos participantes portugueses na pesquisa

<b>PORTUGAL</b>		
<b>Biologia-Geologia</b>	Inicial	SBP1I, SBP2I...
	Final	SBP1F, SBP2F...
<b>Enfermagem</b>	Inicial	SEP1I, SEP2I...
	Final	SEP1F, SEP2F...
<b>Medicina</b>	Inicial	SMP1I, SMP2I...
	Final	SMP1F, SMP2F...
<b>Educação Básica</b>	Inicial	SPP1I, SPP2I...
	Final	SPP1F, SPP2F...
<b>Letras</b>	Inicial	SLP1I, SLP2I...
	Final	SLP1F, SLP2F...

A amostra participante do estudo constituiu-se de 274 acadêmicos da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e 329 acadêmicos da Universidade do Minho – Portugal de cursos de graduação das áreas de biológicas e humanidades. A distribuição dos cursos a que pertenciam os respondentes pode ser observada nas tabelas 3.3 e 3.4.

Tabela 3.3 Distribuição da amostra da UEM em relação ao curso.

<b>Curso</b>	<b>Ano/Série</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Ciências Biológicas	Inicial	28	10,2%
	Final	19	6,9%
Enfermagem	Inicial	17	6,2%
	Final	13	4,7%
Medicina	Inicial	39	14,2%
	Final	15	5,5%
Subtotal		131	47,7%
Direito	Inicial	33	12,0%

	Final	38	13,9%
Pedagogia	Inicial	22	8,0%
	Final	18	6,7%
Letras	Inicial	10	3,7%
	Final	22	8,0%
Subtotal		143	52,3%
Total		274	100%

Tabela 3.4 Distribuição da amostra da UMinho em relação ao curso.

Curso	Ano/Série	Frequência	Percentual
Biologia e Geologia	Inicial	18	5,5%
	Final	6	1,8%
Enfermagem	Inicial	74	22,5%
	Final	80	24,3%
Medicina	Inicial	34	10,3%
	Final	57	17,3%
Subtotal		269	81,7%
Educação Básica	Inicial	30	9,1%
	Final	19	5,8%
Letras	Final	11	3,4%
	Subtotal		60
Total		329	100%

A caracterização da amostra quanto a variável sexo pode ser verificada na tabela 3.5. Como pode ser observado, tanto na amostra da UEM como da UMinho a maioria dos participantes foram do sexo feminino, 65,0 e 74,5 respectivamente.

Tabela 3.5 Distribuição dos acadêmicos da UEM e UMinho em relação ao sexo.

	Sexo	Frequência	Percentual
UEM	Masculino	96	35,0%
	Feminino	178	65,0%
	Total	274	100%
UMinho	Masculino	84	25,5%
	Feminino	245	74,5%
	Total	329	100%

Quanto a variável idade, os participantes do Brasil apresentaram a idade mínima de 17 e a máxima de 53. Entre os participantes de Portugal a idade mínima foi 18 e máxima 40. A média de idade nos dois países foi de 21 anos. Os resultados são descritos nas tabelas 3.6.

Tabela 3.6 Distribuição da amostra da UMinho em relação à idade.

	Idade em anos	Frequência	Porcentagem
UEM	Até 20	125	45,5%
	21 a 30	140	51,1%
	31 a 40	9	3,4%
	Total	274	100,0%
UMinho	Até 20	191	58,0%
	21 a 30	125	37,9%
	31 a 40	7	2,3%
	Não respondeu	6	1,8%
	Total	329	100,0%

Observa-se que da UEM a maioria (51,1%) encontra-se em uma faixa etária entre 21 e 30 anos e que a maioria (58,0%) dos acadêmicos da UMinho apresenta idade até 20 anos caracterizando uma população jovem.

### 3.3 Construção do instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados utilizado nesta pesquisa é resultado de estudos e construção própria, a fim de obter as concepções que buscávamos analisar. O questionário foi estruturado na escala do tipo *Likert*, criada em 1932 pelo educador e psicólogo social americano Rensis Likert (1903-1981), e que consiste basicamente de uma série de afirmações em que o respondente deve expressar seu grau de concordância ou discordância, assinalando uma posição representativa de um valor numérico (SCOARIS, PEREIRA; SANTIN FILHO, 2009). Para este instrumento foi utilizada uma escala com quatro variantes, sendo: 1) “concordo plenamente”; 2) “concordo”; 3) “discordo” e; 4) “discordo plenamente”. Segundo Silva et al. (2012a, p. 491),

[...] essa escala apresenta uma série de vantagens, como, por exemplo, fornecer direções sobre a concepção do respondente em relação a cada item do instrumento e a não ambiguidade das categorias de respostas, pois, por estarem previamente determinadas, evitam que os respondentes criem respostas que possam dificultar a interpretação por parte do pesquisador.

A formulação das assertivas foi embasada em referenciais teóricos que enfatizam a presença de ideias eugênicas implícitas no discurso em prol do avanço da engenharia genética, como por exemplo, Stephen Gould (1991), Nélio Bizzo (1995), Fátima Oliveira (2004), Lilian Denise Mai (2004), Nancy Stepan (2005). O estudo e elaboração das assertivas

objetivou classificá-las nos três polos do modelo KVP (Figura 1). O polo K (do inglês, K de “knowledge”), representa os conhecimentos científicos, relacionados às informações provenientes da comunidade científica. Por outro lado, a atenção que cada um dá aos conhecimentos depende frequentemente da interação entre estes e os seus próprios sistemas de valores, que correspondem ao polo V. O polo P refere-se à utilização dos conhecimentos que permitem assimilar, reter, reformular tudo o que é útil às práticas: profissionais, pessoais e/ou sociais (CLÉMENT, 2004; CARVALHO; CLÉMENT, 2007).

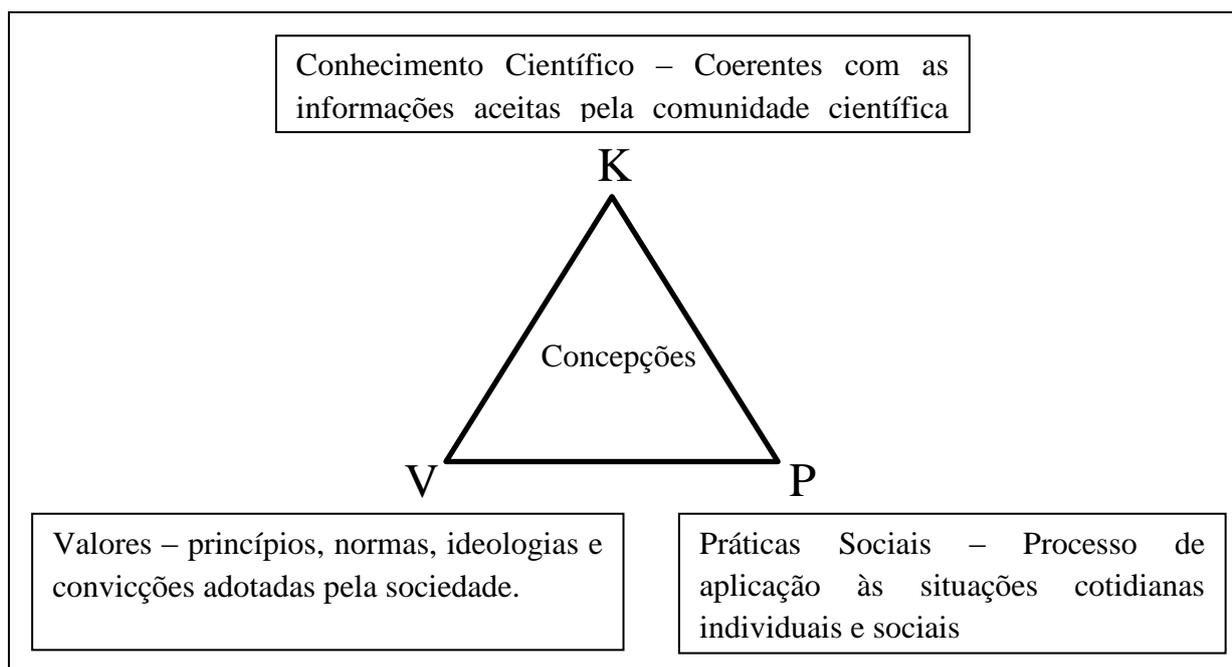


Figura 3.1 Modelo KVP (adaptado de CLÉMENT, 2006; GUIMARÃES et al., 2008).

Dessa forma, procuramos estabelecer relações entre os níveis de alfabetização científica e os fatores intervenientes na construção das concepções científicas. Para o efeito utilizamos o modelo KVP para a caracterização das concepções científicas, como uma ferramenta auxiliar orientadora para a alfabetização científica multidimensional. O modelo KVP foi proposto por Clément (2004), para a análise das concepções – sejam elas de cientistas, de didatas, de professores ou de alunos, ou ainda das concepções presentes nos programas ou nos manuais escolares. De fato, o modelo KVP tem-se mostrado útil para análise de concepções que, segundo Carvalho e Clément (2007), emergem da interação entre os conhecimentos científicos (K), dos sistemas de valores (V) e das práticas sociais (P).

O conhecimento (K) refere-se à informação proveniente da comunidade científica. Os valores (V) são neste modelo assumidos num sentido lato do termo, incluindo opiniões, crenças e ideologias. Por exemplo, o sexismo, o racismo ou a xenofobia

são considerados como valores [...]. As práticas sociais (P) referem-se às dos actores do sistema educacional, como as práticas de ensino dos professores, incluindo as suas concepções relacionadas com as práticas sociais actuais e futuras dos estudantes a que se dirigem; não só o seu futuro profissional mas principalmente a sua responsabilidade de actuais e futuros cidadãos (CARVALHO; CLÉMENT, 2007, p. 3).

Entendemos que a utilização do modelo KVP pode representar um ponto de referência para a alfabetização científica multidimensional que compreenderia a integração coerente dos conhecimentos, valores e práticas sociais dos indivíduos para sua participação crítica e consciente na tomada de decisões sociais. Baseados nesse modelo, buscamos elaborar as assertivas, desde a primeira versão do questionário, classificando-as em um dos polos KVP. Dessa forma, o instrumento divide-se em quatro partes, sendo que a primeira é constituída por questões que compõe um componente de formação de conhecimentos científicos sobre genética, biologia molecular, engenharia genética e eugenia, com as quais buscamos investigar se os participantes compreendem o tema conceitualmente.

Outro conjunto de questões refere-se à formação de valores éticos sobre engenharia genética, manipulação do DNA, terapia gênica e seleção de características, indagando acerca dos sistemas de valores que cada indivíduo da pesquisa confere ao tema.

O conjunto de questões sobre a formação de atitudes práticas em relação às técnicas resultantes da aplicação do conhecimento genético e biomolecular compôs outro componente que teve o objetivo de investigar a construção de conhecimentos que permitem aos indivíduos participantes da pesquisa reformular suas opções na vida profissional, pessoal e/ou social.

Finalmente, a quarta parte do questionário refere-se a questões sobre dados pessoais dos participantes.

### **3.4 Validação do instrumento**

Após a elaboração do questionário, este passou por um processo de validação, buscando aumentar o grau de confiabilidade e evitar futuras incorreções. Este processo ocorreu em duas etapas, sendo a primeira realizada antes da aplicação do instrumento e outra após. Nos tópicos 3.4.1 e 3.4.2, detalharemos estes processos.

#### **3.4.1 Validação semântica do questionário**

Pasquali (2003) argumenta que a validação do instrumento de coleta de dados de pesquisa proporciona maior credibilidade e aumenta o grau de confiabilidade do instrumento.

Todavia, o autor considera que uma das etapas da validação deve ser realizada por juízes, que precisam ser no mínimo seis especialistas relacionados à área de pesquisa do qual trata o questionário.

Nesta perspectiva, o questionário foi encaminhado para a avaliação de especialistas, sendo três da área de educação em ciências, desses um da Universidade Federal da Bahia (UFB) e dois da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), além de três da área de genética da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Para fazer a avaliação do questionário os especialistas seguiram uma folha de validação (Apêndice 1), dividida em duas sessões, que foi encaminhada por e-mail. A primeira sessão referia-se aos dados pessoais dos sujeitos investigados com o questionário, expondo os objetivos desse conjunto de questões e um quadro para o avaliador expor suas sugestões. A segunda sessão apresentava as assertivas do questionário divididas nos eixos conhecimentos, valores e práticas, bem como o objetivo geral de cada eixo, além de uma escala para avaliar cada assertiva, a qual consistia de o avaliador assinalar: *permanece como está, deve ser excluída, não corresponde ao objetivo, comentário ou sugestão de alteração*.

Após o retorno das seis avaliações, as sugestões foram comparadas e compiladas em uma nova versão do questionário. Esta então foi submetida ao teste piloto. O questionário piloto foi aplicado em uma turma de um curso da área de biológicas, um primeiro ano do curso de Ciências Biológicas e, uma turma da área de humanas, um primeiro ano do curso de Letras. Ao aplicar o questionário solicitou-se que os acadêmicos pontuassem, no final, eventuais incorreções e incompreensões identificadas, uma vez que se o instrumento for diagnosticado como incoerente e confuso sua análise pode ser prejudicada. Não foram observadas correções ortográficas, porém alguns apontaram a dificuldade em responder as questões relacionadas à eugenia, pois não sabiam do que se tratava.

A partir do teste piloto, pequenas modificações e algumas adaptações foram realizadas na versão final (Apêndice 2) que foi aplicada primeiramente em Portugal na Universidade do Minho/Portugal e, posteriormente, na Universidade Estadual de Maringá/Brasil. Na sequência, apresentamos a descrição das assertivas que compõe as quatro partes da versão final do instrumento.

1) Assertivas de conhecimentos que compõe, conforme descrito anteriormente, um componente de formação de conhecimentos científicos sobre genética, biologia molecular, engenharia genética e eugenia.

Quadro 3.1 Assertivas do componente conhecimentos.

	Assertivas	Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
10	Todas as doenças são hereditárias.				
11	Condições salubres, como moradia, saneamento, higiene e alimentação saudável interferem na expressão gênica.				
15	Todas as características físicas, comportamentais e intelectuais são transmitidas hereditariamente.				
17	Um diagnóstico genético de uma doença garante que a predisposição se tornará realidade.				
23	A eugenia foi um movimento científico e social em prol da melhoria da espécie humana.				
26	Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves.				
30	Além dos genes, fatores ambientais podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.				
32	Hoje há técnicas genéticas que já possibilitam escolher o sexo dos bebês.				
33	O conceito de raça humana é respaldado na ciência.				
37	Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos os genes que serão expressos.				
40	Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução humana.				
41	É possível melhorar geneticamente a espécie humana.				
46	Há técnicas da engenharia genética que se aproximam dos ideais de seleção de características para o melhoramento humano.				
47	Raça humana é um conceito baseado em características socioculturais.				
48	A área da biologia que estuda a transmissão genética é a eugenia.				
49	Todas as pessoas que nasçam com os genes responsáveis pelo câncer de mama (BRCA1 e BRCA2) desenvolverão esta doença.				

2) Assertivas referentes à formação de valores éticos sobre engenharia genética, manipulação do DNA, terapia gênica e seleção de características.

Quadro 3.2 Assertivas do componente valores.

	Assertivas	Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
5	Em minha opinião a sociedade deve ter participação crítica nas pesquisas científicas.				
7	Considero que as ideologias do contexto histórico e socioeconômicas influenciam a produção do conhecimento científico.				
8	Sou favorável ao aconselhamento (informação aos familiares) genético em casos de doenças raras na família.				
9	Considero um avanço para a população humana				

	poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais resistentes a doenças.				
12	Para casais com probabilidade de gerarem filhos com anomalias genéticas, sou favorável que se recorra à técnicas de reprodução <i>in vitro</i> para selecionar embriões com características físicas favoráveis.				
14	Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.				
18	A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.				
20	Com o avanço da engenharia genética será possível alcançar a perfeição humana.				
22	Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.				
25	Os resultados da aplicação de técnicas genéticas em humanos são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.				
28	É importante a adoção de contraceptivos como medida de controle populacional para classes sócio econômicas menos favorecidas.				
31	Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.				
34	Sou favorável aos países utilizarem-se da engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da sua população.				
36	Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.				
38	Considero a variabilidade das características físicas entre os seres humanos mais importante para a manutenção da espécie do que seu aperfeiçoamento pela engenharia genética.				
39	Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.				
42	Considero o uso das técnicas genéticas para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.				
43	Agrada-me a ideia de se produzir pessoas mais bonitas e mais saudáveis.				
44	Considero importante ter a análise do meu genoma para ser utilizada com relação à vida profissional e financeira.				
45	A liberação dos produtos gerados pela engenharia genética é realizada após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança.				
50	Sou favorável que todas as pessoas tenham acesso a exames pré-diagnósticos para genes do câncer da mama.				

3) Conjunto de assertivas sobre a formação de atitudes práticas em relação às técnicas resultantes da aplicação do conhecimento genético e biomolecular.

Quadro 3.3 Assertivas do componente práticas.

Assertivas		Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
1	Nas minhas aulas de graduação, frequentemente são/foram realizadas discussões sobre biotecnologias.				
2	A divulgação sobre engenharia genética é/foi abordada nas minhas aulas de graduação.				
3	Durante minhas aulas de graduação eu sou/fui muito bem preparado(a) para compreender e fazer uso consciente dos produtos das biotecnologias.				
4	Minhas aulas de graduação enfatizam/enfatizaram os conteúdos programáticos de cada disciplina, sem enfatizar os aspectos sociais, políticos, éticos e filosóficos.				
6	Minhas aulas de graduação enfatizam/enfatizaram o desenvolvimento de uma consciência participativa, crítica, autônoma e reflexiva.				
13	Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização <i>in vitro</i> , seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.				
16	Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.				
19	Se eu fosse governante de um país adotaria a engenharia genética para conhecer o perfil genético da população.				
21	Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueadura como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.				
24	Eu teria filhos biológicos com uma pessoa mesmo sabendo da existência de pessoas portadoras de doenças genéticas graves na sua família.				
27	Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.				
29	Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcólatras.				
35	Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.				
51	Em casos de famílias com distúrbios genéticos, sou favorável à seleção de embriões com características genéticas conhecidas.				

4) Finalmente, a quarta parte do questionário refere-se a questões sobre dados pessoais dos participantes.

Quadro 3.4 Questões sobre os dados pessoais dos participantes.

<b>DADOS PESSOAIS</b>	
P1. Sexo: a. ( ) Masculino    b. ( ) Feminino P2. Idade: _____ Anos. P3. Você é (assinale apenas uma opção): a. ( ) Agnóstico / Ateu Cristão: b. ( ) Católico                      c. ( ) Protestante                      d. ( ) Ortodoxo e. ( ) Outro (especifique): _____	

<p>f. ( ) Muçulmano:  g. ( ) Judeu  h. ( ) Outra religião / crença (especifique): _____  i. ( ) Não quero responder.</p> <p>P4. Curso em que está matriculado:  a. ( ) Ciências Biológicas                      d. ( ) Direito  b. ( ) Enfermagem                                e. ( ) Pedagogia  c. ( ) Medicina                                      f. ( ) Letras</p> <p>P5. Ano/Série que está cursando: _____</p> <p>P6. Cursou alguma disciplina de história e filosofia da ciência ou equivalente?  a. ( ) sim    b. ( ) não  c. Se sim, qual? _____</p> <p>P7. Já estudou ou interessa-se pessoalmente por história e filosofia da ciência?  a. ( ) sim    b. ( ) não</p> <p>P8. Já teve (ou conhece alguém que tenha tido) alguma experiência de aconselhamento e/ou tratamento genético (ex: fertilização <i>in vitro</i>)?  a. ( ) Sim    b. ( ) Não  c. Se sim, de que tipo? _____</p> <p>Data de preenchimento do questionário:    /    /</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Após o questionário ser respondido, tanto por estudantes brasileiros como portugueses, o instrumento passou pela segunda etapa do processo de validação, que consiste na criação de um banco de dados<sup>4</sup> no programa Statistical Package for the Social Science v. 2.0 para Windows (SPSS) e realização da análise de fidedignidade do instrumento mediante a realização do Teste Alpha de Cronbach.

### 3.4.2 Validação estatística: análise de fidedignidade

A estatística é outra forma de validar o instrumento de pesquisa. Assim, para verificar a consistência interna do grupo de variáveis ou itens, foi aplicado o teste Alpha de Cronbach<sup>5</sup>. Este teste foi descrito por Lee J. Cronbach, em 1951, caracterizando-se como uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário (CRONBACH, 1951). Segundo Maroco e Garcia-Marques (2006), a confiabilidade de uma medida refere-se à capacidade desta ser consistente. Dessa forma, para validar um questionário como um instrumento de pesquisa é necessário avaliar sua consistência em inferir ou medir aquilo a que se propõe, conferindo relevância para a pesquisa (HORA et al., 2010).

O Coeficiente Alpha mede, por meio da análise do perfil das respostas dadas pelos respondentes, a “correlação dos itens de um mesmo constructo entre si e a correlação de cada item com o escore total deste constructo” (KOVALESKI; PILATTI 2010, p. 5), ou seja, avalia a magnitude em que os itens de um instrumento estão correlacionados (CORTINA,

<sup>4</sup>As respostas dos sujeitos são digitadas manualmente em uma matriz de dados no programa SPSS.

<sup>5</sup>Os resultados da aplicação do teste Alpha de Cronbach são detalhados nos capítulos 3 e 4.

1993). A medida do “coeficiente alfa vai de 0 a 1, o 0 indicando ausência total de consistência interna dos itens e o 1 de consistência de 100%” (PASQUALI 2003, p. 204). Deste modo, o coeficiente de fidedignidade será melhor quanto mais se aproximar de 1. De acordo com Maroco e Garcia-Marques (2006), um instrumento é classificado com confiabilidade apropriada se o valor de alpha for igual ou maior que 0,70, contudo em alguns cenários de investigação um valor de 0,60 é aceitável para uma análise exploratória, desde que os dados sejam analisados com precaução.

De um modo geral, a medida do coeficiente alpha é considerada pela maioria dos investigadores quantitativos como o índice universalmente aconselhável para o estudo da fiabilidade de uma escala (qualquer que sejam as suas características) (MAROCO; GARCIA-MARQUES; 2006; SILVA et al., 2012a). A partir deste teste é possível averiguar se um conjunto de itens ou variáveis está realmente relacionado a um único componente. Quando o valor de alpha é baixo indica que as variáveis de um componente têm baixa correlação e são representativas em mais de um componente, já quando o alpha é alto significa que há uma alta correlação entre as variáveis (CUNHA 2008; SCOARIS, PEREIRA; SANTIN FILHO, 2009). Dessa forma, é possível determinar quais variáveis que eliminadas do questionário podem aumentar a consistência interna, possibilitando sua validação como instrumento de pesquisa.

### **3.5 Análise estatística dos dados**

A análise dos dados coletados seguiu um procedimento quantitativo mediante a utilização do programa estatístico Statistical Packet for Social Sciences (SPSS). Por meio da matriz dos dados coletados, o programa possibilitou aplicar a análise multivariada que oferece um amplo leque de ferramentas estatísticas em razão do tipo de variável sob análise.

O propósito da análise multivariada é medir, explicar e prever o grau de relacionamento entre as variáveis estatísticas (combinações ponderadas de variáveis). Desse modo, o caráter multivariado consiste nas múltiplas variáveis estatísticas (combinações múltiplas de variáveis) e não apenas no número de variáveis ou observações (HAIR et al., 1998, p. 26).

Dentre as ferramentas da análise multivariada utilizamos neste trabalho a análise fatorial. Esta busca verificar se as covariâncias ou correlações de um conjunto de variáveis observadas podem ser explicadas em termos de um número menor de construtos não observados, denominados variáveis latentes ou fatores/componente comuns (SCOARIS, PEREIRA; SANTIN FILHO, 2009).

Para realizar a análise fatorial é necessário primeiramente testar sua viabilidade. Para isso, aplicamos os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett<sup>6</sup>. Conforme Pestana e Gageiro (2005, p. 490), “o **KMO e o teste de Bartlett** são dois procedimentos estatísticos que permitem aferir a qualidade das correlações entre as variáveis de forma a prosseguir na análise fatorial”. O Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) constitui uma medida global que indica a força da relação entre as variáveis por meio de correlação significativas. O valor desse teste varia de 0 a 1, sendo os valores acima de 0,7 considerados adequados, entre 0,6 e 0,7 permitidos com certa precaução e inferiores a 0,6 considerados inadequados para a análise fatorial (RIBAS; VIEIRA, 2011). O teste de Esfericidade de Bartlett também avalia a correlação entre as variáveis, testando a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade, ou seja, que inexista relação entre as variáveis observada. Caso esta hipótese seja confirmada, não é adequado utilizar a análise fatorial para o conjunto de dados obtidos, pois a falta de correlação entre as variáveis ocasiona em fatores fracos ou mesmo na inexistência deles (MINGOTI, 2005). O teste de Esfericidade de Bartlett rejeita a hipótese de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade se o valor encontrado para a significância (p) seja inferior a 0,05 (5%) (PEREIRA, 2001).

Depois de verificados os valores dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett como satisfatórios, optou-se pela análise de componentes principais (ACP), uma técnica amplamente empregada de redução de dimensionalidade de dados multivariados em um número menor de dimensões independentes. O principal objetivo da ACP é “reduzir a complexidade das inter-relações entre um número potencialmente grande de variáveis observadas a um número relativamente pequeno de combinações lineares com essas variáveis, que resultam nos componentes principais.” (RIBAS; VIEIRA, 2011, p. 47). Para garantir uma melhor interpretação dos componentes principais utilizamos o procedimento de rotação *varimax* da matriz. Este procedimento distribui as cargas das variáveis de tal modo que são eliminadas as cargas intermediárias, possibilitando que se perceba claramente em qual componente a carga da variável é mais elevada (RIBAS; VIEIRA, 2011). Tanto os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett como a ACP foram extraídos pelo *software* SPSS (*Statistical Packet for Social Sciences*).

Por fim, analisamos as frequências e as médias das respostas dos participantes por área de conhecimento, as assertivas mais representativas da ACP, de modo a estabelecer uma comparação entre as áreas pesquisadas sobre suas concepções que emergem de

---

<sup>6</sup>Os resultados são descritos nos capítulos 3 e 4.

conhecimentos, valores e práticas referentes à engenharia genética e suas relações com a idealização do melhoramento humano.

A análise das frequências e das médias foi fundamentada por seis categorias: descritas no quadro 3.5.

Quadro 3.5 Categorias de análise.

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Valores deterministas sobre a utilização da engenharia genética no melhoramento humano	Representações sociais, opiniões, ideologias, convicções de que nossas características físicas, intelectuais e comportamentais são determinadas geneticamente e de que devemos utilizar as biotecnologias para selecionar uma melhor geração de humanos, tal qual a ideologia do movimento eugênico.
Valores sistêmicos sobre a utilização da engenharia genética no melhoramento humano	Representações sociais, opiniões, ideologias, convicções de que o DNA é apenas mais uma molécula a integrar a complexa rede de relações que constituem o organismo e de que as biotecnologias não podem garantir uma melhor geração de humanos, pois isso não depende apenas de fatores genéticos. Valores contrários aos ideais eugênicos.
Práticas eugênicas sobre a utilização da engenharia genética no melhoramento humano	Comportamentos individuais e sociais, referentes a utilizar a engenharia genética para aperfeiçoar a população humana. Favoráveis a práticas eugênicas.
Práticas anti-eugênicas sobre a utilização da engenharia genética no melhoramento humano	Comportamentos individuais e sociais, críticos a utilização da engenharia genética para aperfeiçoar a população humana. Contrários às práticas eugênicas.
Desconhecimento ou Ceticismo em relação à aplicação de técnicas da engenharia genética, leis de biossegurança e eugenia.	Concepção de que todas as nossas características físicas, intelectuais e comportamentais são determinadas geneticamente e que devemos utilizar a biotecnologia para aperfeiçoá-las.
Conhecimento sobre o desenvolvimento científico e tecnológico da engenharia genética e suas implicações eugênicas.	Conhecimento das complexas interações entre gene-organismo-ambiente onde o DNA é apenas mais uma molécula a integrar a complexa rede de relações que constituem o organismo, e de que apenas as biotecnologias não garantem o melhoramento da população humana, pois não envolve apenas fatores genéticos.

Estas categorias foram criadas durante a construção do questionário e serviram de base para analisar o grau de concordância ou discordância dos participantes da pesquisa. Ressaltamos que apesar deste trabalho ser de natureza quantitativa, torna-se relevante a complementariedade da abordagem qualitativa para a interpretação dos dados, de modo a refletir qualitativamente sobre os resultados quantitativos.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS CONCEPÇÕES DE ACADÊMICOS BRASILEIROS E PORTUGUESES SOBRE ENGENHARIA GENÉTICA E A IDEALIZAÇÃO DO “MELHORAMENTO HUMANO”**

Neste capítulo apresentamos a análise dos dados dos acadêmicos das universidades da UEM-Brasil e da UMinho-Portugal dividida em quatro procedimentos. Primeiramente realizamos a aplicação dos testes Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett para verificar a consistência interna do questionário e se há correlações significativas entre as variáveis que justifique a realização da análise fatorial. Em seguida detalhamos a análise dos componentes principais (ACP), um dos tipos de análise de fatores, que nos permite identificar um número menor de variáveis de acordo com suas correlações, agrupando-as em fatores/componentes comuns. E, finalmente, discutimos as frequências e as médias das respostas nas assertivas que se mostraram mais representativas na ACP.

### **4.1 Resultados das aplicações dos testes Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett do instrumento aplicado na universidade brasileira**

Para iniciar o tratamento dos dados e verificar a possibilidade da análise fatorial, após a aplicação do instrumento em uma determinada amostra, foi necessário aplicar três testes (Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett) que nos possibilitaram interpretar a confiabilidade do instrumento.

Aplicamos o teste Alpha de Cronbach para verificar a consistência interna do grupo de variáveis (assertivas), o qual é considerado pela maioria dos investigadores quantitativos como o índice universalmente aconselhável para o estudo da confiabilidade de uma escala (qualquer que sejam as suas características). Este teste baseia-se na correlação das variáveis, assim, é possível determinar quais delas devem ser eliminadas do instrumento para aumentar sua consistência interna e validá-lo como instrumento de pesquisa. O valor de Alpha vai de 0 a 1, sendo 0 ausência total de consistência interna dos itens e o 1 consistência de 100%. Para a análise fatorial, um valor considerado bom para o Alpha é acima de 0,8, entretanto, valores entre 0,6 e 0,8 são aceitáveis (PESTANA; GAGEIRO, 2000, CUNHA, 2008).

O valor do Alpha resultante para as 51 variáveis foi de 0,785, considerado aceitável. No entanto, para alcançarmos um valor acima de 0,8, decidimos eliminar algumas assertivas

consideradas não pertinentes para os três componentes extraídos na ACP, cujo método é explicado na sequência. Após a eliminação das assertivas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 24, 28, 33, 47, 49 e 50, o valor do teste resultou em 0,810, ou seja, a consistência interna do instrumento de medida foi aumentada satisfatoriamente.

Posteriormente à realização do Teste Alpha de Cronbach, aplicamos dois testes que determinam a possibilidade ou não da análise fatorial para o conjunto de dados que possuímos. O teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) avalia se há número suficiente de correlações significativas entre as variáveis para justificar a análise fatorial. A medida do KMO varia de 0 a 1, sendo considerada inadequada a amostra cujo KMO resulte número inferior a 0,60, indicando, portanto, que a análise fatorial não se firma como um bom método neste caso. Valores entre 0,6 e 0,8 permitem o uso desta análise com certa precaução e um valor KMO acima de 0,8 indica uma boa análise (PESTANA; GAGEIRO, 2000; RIBAS; VIEIRA, 2011).

O teste de Esfericidade de Bartlett testa a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade, ou seja, que inexista relação entre as variáveis observadas. Caso esta hipótese seja confirmada, não é adequado utilizar a análise fatorial para o conjunto de dados obtidos, pois a falta de relação entre as variáveis ocasiona em fatores fracos ou mesmo na inexistência deles (MINGOTTI, 2005; RIBAS; VIEIRA, 2011). Assim, é recomendado que o valor encontrado para a significância (p) neste teste seja inferior a 0,05 (5%) (PEREIRA, 2001).

Os valores de KMO 0,835 e de significância no valor de  $p = 0,000$  no teste de Bartlett, apontam que há correlação entre as variáveis, resultado satisfatório para a realização da análise fatorial.

Como o questionário foi aplicado em duas realidades distintas, acadêmicos de universidades de países diferentes, decidimos realizar os mesmos testes para o conjunto de dados de Portugal.

#### **4.2 Resultados das aplicações dos testes Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett do instrumento aplicado em Portugal**

Conforme descrito no item 4.1, para verificar a confiabilidade do instrumento e a possibilidade da análise fatorial aplicamos os testes Alpha de Cronbach, KMO e Bartlett.

A consistência interna do grupo de variáveis (assertivas) para a amostra portuguesa mostrou-se, conforme Pestana e Gageiro (2000), aceitável, resultando no valor 0,797.

Entretanto, assim como na amostra brasileira optamos por excluir, as assertivas que demonstraram baixa carga fatorial ou que não são representativos para os três componentes principais foco do nosso estudo. A eliminação dos itens considerados não pertinentes aumenta a consistência interna do instrumento. Dessa forma, após a exclusão das assertivas 1, 2, 3, 4, 6, 11, 24, 28, 33, 47, 48, 49, 50, o valor do alpha aumentou ligeiramente para 0,810, considerado um valor bom para a análise fatorial exploratória (PESTANA; GAGEIRO 2000).

Depois de verificada a confiabilidade do instrumento pelo valor do Alpha de Cronbach, aplicamos os testes Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Esfericidade de Bartlett para confirmar a viabilidade na análise fatorial para os resultados coletados com os acadêmicos portugueses.

Os valores de KMO 0,838 e de significância no valor de  $p = 0,000$  no teste de Bartlett, apontam que há correlação entre as variáveis, resultado satisfatório para a realização da análise fatorial.

Após verificarmos que a confiabilidade e consistência interna do instrumento apresentam valores satisfatórios, iniciamos as análises estatísticas e interpretação dos dados. Apresentamos a seguir a Análise dos Componentes Principais (ACP), tanto do instrumento aplicado no Brasil quanto para o aplicado em Portugal.

### **4.3 Resultados da análise dos componentes principais do instrumento aplicado na universidade brasileira**

A análise dos componentes principais possibilitou extrair as cargas fatoriais das variáveis, classificando as que apresentam correlações entre si em três componentes principais. As assertivas que não apresentaram carga fatorial, ou seja, não representativas para os três componentes principais foram eliminadas.

No quadro 4.1, podem ser observadas as assertivas que compõem cada um dos três componentes extraídos. A carga fatorial (valores presentes no quadro) é determinada de acordo com o grau de correlações entre as assertivas do componente que elas se encontram. De acordo com Ribas e Vieira (2011), as correlações são consideradas elevadas se resultarem em valores acima ou na vizinhança de 0,6, entre 0,6 e 0,3 elas estão situadas em uma faixa intermediária e abaixo de 0,3 são consideradas muito reduzidas. Por isso, os valores abaixo de 0,3 já foram suprimidos. Para facilitar a visualização, a ordem das assertivas é apresentada de modo que as de um mesmo componente fiquem agrupadas. Algumas assertivas podem apresentar representatividade em mais de um componente, com mais ou menos intensidade.

No entanto, para esta análise, consideramos que cada assertiva esteja presente em somente um componente, no qual ela possui maior representatividade.

Quadro 4.1 Matriz dos componentes (fatores) rotacionada.

	Matriz de componente rotativa <sup>a</sup>		
	Componente		
	I	II	III
31. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.	0,758		
14. Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.	0,754		
13. Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização <i>in vitro</i> , seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.	0,712		
9. Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais resistentes a doenças.	0,658		
51. Em casos de famílias com distúrbios genéticos, sou favorável à seleção de embriões com características genéticas conhecidas.	0,658		
12. Para casais com probabilidade de gerarem filhos com anomalias genéticas, sou favorável que se recorra às técnicas de reprodução <i>in vitro</i> para selecionar embriões com características físicas favoráveis.	0,609		
22. Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.	0,604		
34. Sou favorável aos países utilizarem a engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da sua população.	0,587		
16. Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.	0,565		
18. A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.	0,535		
43. Agrada-me a ideia de se produzir, por técnicas genéticas, pessoas mais bonitas e mais saudáveis.	0,489		
44. Considero importante ter a análise do meu genoma para ser utilizada com relação à vida profissional e financeira.	0,472		
19. Se eu fosse governante de um país adotaria a engenharia genética para conhecer o perfil genético da população.	0,467		
39. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.	0,420		
21. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueação das trompas como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.		0,603	
35. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.		0,571	
23. A eugenia foi um movimento científico e social em prol da melhoria da espécie humana.		-0,540	
10. Todas as doenças são hereditárias.		0,531	
29. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcólatras.		0,520	
20. Com o avanço da engenharia genética será possível alcançar a perfeição humana.		0,487	
27. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.		0,471	
17. Um diagnóstico genético de uma doença garante que a predisposição se tornará realidade.		0,456	
36. Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.		0,443	
15. Todas as características físicas, comportamentais e intelectuais são transmitidas hereditariamente.		0,428	
48. A área da biologia que estuda a transmissão genética é a eugenia.		0,394	
30. Além dos genes, fatores ambientais podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.			0,640
40. Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução humana.			0,531
38. Considero a variabilidade das características físicas entre os seres humanos mais importante para a manutenção da espécie do que seu aperfeiçoamento pela engenharia genética.			0,515
41. É possível melhorar geneticamente a espécie humana.			-0,462
25. Os resultados da aplicação de técnicas genéticas em humanos são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.			0,461
45. A liberação dos produtos gerados pela engenharia genética é realizada após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança.			0,431

46. Há técnicas da engenharia genética que se aproximam dos ideais de seleção de características para o melhoramento humano.			0,425
7. Considero que as ideologias do contexto histórico e socioeconômicas influenciam a produção do conhecimento científico.			0,415
42. Considero o uso das técnicas genéticas para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.			0,380
32. Hoje há técnicas genéticas que já possibilitam escolher o sexo dos bebês.			0,363
37. Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos os genes que serão expressos.			0,336
26. Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves.			0,302
Método de Extração: Análise de Componente Principal. Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.			
a. Rotação convergida em 6 iterações.			

A análise nos permite verificar que o componente I – **valores** sobre a engenharia genética e a idealização do melhoramento humano as assertivas – integra as assertivas A31, A14, A13, A9, A51, A12, A22, A34, A16, A18, A43, A44, A19 e A39. As assertivas A21, A35, A23, A10, A29, A20, A27, A17, A36, A15 e A48 foram classificadas no componente II – **práticas** quanto à engenharia genética e o melhoramento humano. Por sua vez, as assertivas A30, A40, A38, A41, A25, A45, A46, A7, A42, A32, A37 e A26 fazem parte do componente III – **conhecimentos científicos** sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano.

Para avaliar as diferenças ou similaridades dos componentes extraídos do instrumento aplicado no Brasil realizamos a ACP do instrumento com os dados coletados na universidade portuguesa. Os resultados são apresentados a seguir.

#### 4.4 Resultados da análise dos componentes principais do instrumento aplicado em Portugal

Como a análise dos componentes principais (ACP), ou seja, a correlação entre as assertivas é determinada pelo padrão de respostas, optamos por repetir a ACP com o conjunto de dados das respostas dos acadêmicos portugueses. Conforme observado no quadro 4.2, os três componentes principais resultaram em um conjunto de assertivas e suas cargas fatoriais bastante aproximados ao resultado do Brasil.

Quadro 4.2 Matriz dos componentes (fatores) rotacionada.

Matriz de componente rotativa <sup>a</sup>			
	Componentes		
	I	II	III
14. Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.	0,698		
34. Sou favorável aos países utilizarem a engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da sua população.	0,684		
31. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.	0,679		

13. Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização in vitro, seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.	0,643		
9. Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais resistentes a doenças.	0,639		
19. Se eu fosse governante de um país adotaria a engenharia genética para conhecer o perfil genético da população.	0,603		
39. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.	0,596		
43. Agrada-me a ideia de se produzir, por técnicas genéticas, pessoas mais bonitas e mais saudáveis.	0,595		
18. A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.	0,558		
22. Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.	0,549		
16. Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.	0,493		
44. Considero importante ter a análise do meu genoma para ser utilizada com relação à vida profissional e financeira.	0,465		
12. Para casais com probabilidade de gerarem filhos com anomalias genéticas, sou favorável que se recorra à técnicas de reprodução in vitro para selecionar embriões com características físicas favoráveis.	0,455		
21. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueação das trompas como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.		0,651	
35. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.		0,630	
27. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.		0,628	
29. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcólatras.		0,608	
10. Todas as doenças são hereditárias.		0,538	
8. Sou favorável ao aconselhamento (informação aos familiares) genético em casos de doenças raras na família.		0,457	
20. Com o avanço da engenharia genética será possível alcançar a perfeição humana.		0,428	
17. Um diagnóstico genético de uma doença garante que a predisposição se tornará realidade.		0,417	
36. Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.		0,407	
15. Todas as características físicas, comportamentais e intelectuais são transmitidas hereditariamente.		0,380	
45. A liberação dos produtos gerados pela engenharia genética é realizada após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança.			0,672
30. Além dos genes, fatores ambientais podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.			0,601
25. Os resultados da aplicação de técnicas genéticas em humanos são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.			0,507
46. Há técnicas da engenharia genética que se aproximam dos ideais de seleção de características para o melhoramento humano.			0,501
41. É possível melhorar geneticamente a espécie humana.			-0,476
38. Considero a variabilidade das características físicas entre os seres humanos mais importante para a manutenção da espécie do que seu aperfeiçoamento pela engenharia genética.			0,462
40. Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução humana.			0,453
37. Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos os genes que serão expressos.			0,436
32. Hoje há técnicas genéticas que já possibilitam escolher o sexo dos bebês.			0,429
51. Em casos de famílias com distúrbios genéticos, sou favorável à seleção de embriões com características genéticas conhecidas.			-0,422
7. Considero que as ideologias do contexto histórico e socioeconômicas influenciam a produção do conhecimento científico.			0,421
26. Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves.			0,386

42. Considero o uso das técnicas genéticas para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.			0,366
5. Em minha opinião a sociedade deve ter participação crítica nas pesquisas científicas.			0,331
23. A eugenia foi um movimento científico e social em prol da melhoria da espécie humana.			0,309
Método de Extração: Análise de Componente Principal.			
Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.			
a. Rotação convergida em 5 iterações.			

A análise dos componentes ficou bem próxima no instrumento aplicado no Brasil. O componente I – **valores** sobre a engenharia genética e a idealização do melhoramento humano – integra as assertivas A14, A34, A31, A13, A9, A19, A39, A43, A18, A22, A16, A44 e A12. O componente II – **práticas** quanto à engenharia genética e o melhoramento humano – integra as assertivas A21, A35, A27, A29, A10, A8, A20, A17, A36 e A15. Por sua vez, as assertivas A45, A30, A25, A46, A41, A38, A40, A37, A32, A51, A7, A26, A42, A5 e A23 fazem parte do componente III, referente aos **conhecimentos científicos** sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano.

Efetivamente, tal como aponta os quadros 4.1 e 4.2, a solução fatorial do instrumento aplicado na universidade brasileira não é igual à solução fatorial de Portugal, o que demonstra que são duas populações com características distintas, realidades de países diferentes. As diferenças observadas foram: quanto às assertivas eliminadas na análise do Brasil, que, além das assertivas 1, 2, 3, 4, 6, 11, 24, 28, 33, 47, 49, 50, a A5 e a A8 não apresentaram carga fatorial nos três componentes principais, sendo então eliminadas; e a assertiva 48, excluída na análise de Portugal, mas com expressão de representatividade no componente II, na análise do Brasil. Além disso, observou-se que as cargas fatoriais, ou seja, a representatividade das assertivas nos componentes são diferentes o que também aponta realidades distintas dos respondentes. Contudo, apenas as assertivas 51 e 23 tiveram representatividade em outro componente, destacando sua validade.

Contudo, em relação a classificação à priori das assertivas em conhecimento, valores e práticas (QUADROS 3.1, 3.2 e 3.3) houve várias modificações na análise dos componentes principais, conforme verificado no quadro 4.3.

Quadro 4.3 Comparação da classificação das assertivas preliminar e ACP

<b>Classificação Preliminar</b>		
Valores	Práticas	Conhecimentos
A5, A7, <b>A8*</b> , <b>A9</b> , <b>A12</b> , <b>A14</b> , <b>A18</b> , A20, <b>A22</b> , A25, <b>A28*</b> , <b>A31</b> , <b>A34</b> , A36, A38, <b>A39</b> , A42, <b>A43</b> , <b>A44</b> , A45 e <b>A50*</b> .	<b>A1*</b> , <b>A2*</b> , <b>A3*</b> , <b>A4*</b> , <b>A6*</b> , A13, A16, A19, <b>A21</b> , <b>A24*</b> , <b>A27</b> , <b>A29</b> , <b>A35</b> e A51.	A10, <b>A11*</b> , A15, A17, A23, <b>A26</b> , <b>A30</b> , <b>A32</b> , <b>A33*</b> , <b>A37</b> , <b>A40</b> , <b>A41</b> , <b>A46</b> , <b>A47*</b> , A48 e <b>A49*</b> .
<b>ACP do instrumento aplicado no Brasil</b>		
Valores	Práticas	Conhecimentos
<b>A31</b> , <b>A14</b> , A13, <b>A9</b> , A51, <b>A12</b> , <b>A22</b> , <b>A34</b> , A16, <b>A18</b> , <b>A43</b> , <b>A44</b> , A19 e <b>A39</b>	<b>A21</b> , <b>A35</b> , A23, A10, <b>A29</b> , A20, <b>A27</b> , A17, A36, A15 e A48	<b>A30</b> , <b>A40</b> , A38, <b>A41</b> , A25, A45, <b>A46</b> , A7, A42, <b>A32</b> , <b>A37</b> e <b>A26</b>
<b>ACP do instrumento aplicado em Portugal</b>		
Valores	Práticas	Conhecimentos
<b>A14</b> , <b>A34</b> , <b>A31</b> , A13, <b>A9</b> , A19, <b>A39</b> , <b>A43</b> , <b>A18</b> , <b>A22</b> , A16, <b>A44</b> e <b>A12</b>	<b>A21</b> , <b>A35</b> , <b>A27</b> , <b>A29</b> , A10, A8, A20, A17, A36 e A15	A45, <b>A30</b> , A25, <b>A46</b> , <b>A41</b> , A38, <b>A40</b> , <b>A37</b> , <b>A32</b> , A51, A7, <b>A26</b> , A42, A5 e A23

\*Assertivas excluídas na ACP.

Para avaliar as concepções dos acadêmicos, que emergem das interações entre conhecimentos, valores e práticas, buscamos comparar as frequências e as médias das respostas às assertivas mais representativas de cada componente. Os resultados são apresentados a seguir.

#### **4.5 Análise comparativa das frequências e das médias das respostas entre as áreas estudadas das duas universidades**

Com o intuito de compreender as concepções dos acadêmicos dos cursos da área de biológicas e de humanas, tanto do Brasil quando de Portugal, referente a seus conhecimentos, valores e práticas sobre o tema em questão, buscamos analisar as frequências de concordância e discordância dos participantes da pesquisa e as médias das áreas para as assertivas que demonstraram maior representatividade em cada componente.

#### 4.5.1 Componente I. Formação de valores sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano

O componente I do instrumento aplicado com os acadêmicos da universidade brasileira agrupou as assertivas na ordem A31, A14, A13, A9, A51, A12, A22, A34, A16, A18, A43, A44, A19 e A39. Com os dados dos acadêmicos portugueses, o componente I agrupou as mesmas assertivas, menos a A51, em ordem de representatividade diferente sendo, A14, A34, A31, A13, A9, A19, A39, A43, A18, A22, A16, A44 e A12. A consistência interna desse componente com os dados do Brasil medida pelo Alpha de Cronbach, resultou no valor de 0,890, e com os dados de Portugal em 0,858, o que indica alta correlação entre as assertivas (acima de 0,6) para uma análise exploratória.

Dentre as assertivas similares do componente I, analisamos as assertivas que apresentam valores deterministas de que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana garantindo seu bem estar (por exemplo, assertivas 14, 34 e 18); assertivas que afirmam a possibilidade do aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças (por exemplo, assertivas 31, 13 e 16), ou ainda, de selecionar características estéticas (por exemplo, assertivas 39, 43 e 22). Para avaliar as concepções dos respondentes em relação a estas ideias analisamos a concordância e discordância para este conjunto de assertivas.

##### *Aperfeiçoamento da população humana*

As três assertivas, A14, A34 e A18, apresentam valores deterministas que incluem crenças e ideologias quanto à possibilidade da engenharia genética aperfeiçoar a população humana, garantindo uma melhor geração de humanos. Delimitamos primeiramente, o que entendemos por melhoramento humano. Nos propósitos dessa tese a definição utilizada será do melhoramento da condição humana, ou seja, “definição de melhoramento a partir do bem estar: qualquer mudança na biologia ou psicologia de uma pessoa que aumente as chances de ela levar uma boa vida no conjunto relevante de circunstâncias.” (SAVULESCO, 2011, p. 29 *apud* FABIANO, 2014, p.12).

O tema melhoramento humano, vem sendo alvo de intensos debates, principalmente no campo da bioética. De um lado temos a vertente intelectual que defende o uso racional da tecnologia para melhorar as condições humanas físicas e cognitivas, conhecida como transhumanistas, de outro, seus opositores, chamados de bioconservadores, alertando sobre os vários problemas que as tecnologias do melhoramento podem causar na sociedade, destacando principalmente o aumento da desigualdade social (FABIANO, 2014). Este

contexto exige que a ética do desenvolvimento e da aplicação das tecnologias de melhoramento humano, cada vez mais possíveis e inevitáveis, seja amplamente discutida, possibilitando aos cidadãos emitir juízos de valor sobre sua aplicação em larga escala. Entendemos, assim, que ao se mostrarem favoráveis nas assertivas 14, 18 e 34, os acadêmicos estarão apresentando valores deterministas de que as condições humanas podem ser melhoradas pelo bioaperfeiçoamento, não levando em consideração a grande influência do ambiente na expressão gênica e também fatores sociais, políticos e econômicos.

As frequências das respostas da assertiva A14 dos acadêmicos **brasileiros** podem ser observadas na figura 4.1 e dos portugueses na figura 4.2.

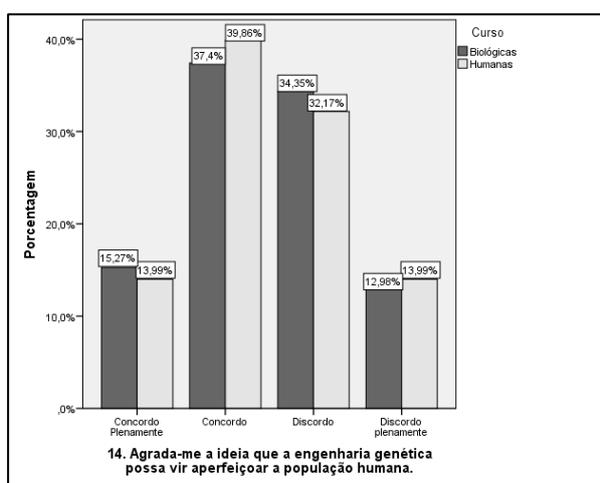


Figura 4.1 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A14.

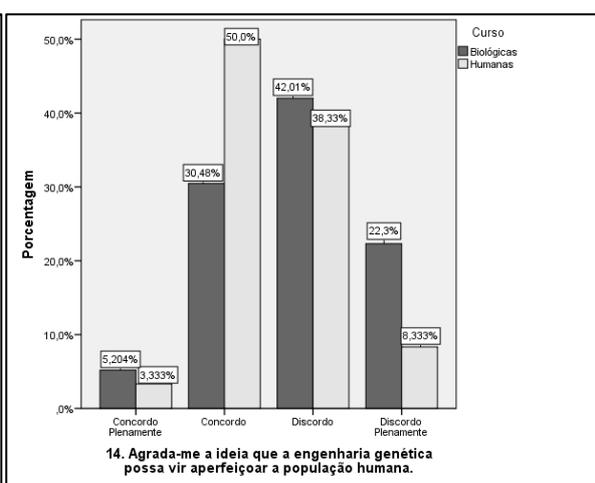


Figura 4.2 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A14.

Os acadêmicos **brasileiros**, tanto de biológicas quanto de humanas, apresentaram bastante variação nessa assertiva. Grande parte dos estudantes das duas áreas demonstraram valores considerados deterministas ao concordarem com a assertiva. Na área de biológicas a soma entre os que concordam plenamente e concordam é de 52,67%, os demais 47,33% discordam. Da área de humanas 53,85% concordam e 46,16% afirmam discordarem da ideia da engenharia genética poder aperfeiçoar a população humana.

Nos resultados de **Portugal**, percebemos que os acadêmicos da área de humanas apresentaram maior frequência entre concordo e concordo plenamente (53,33%) quando comparados com a área de biológicas (35,68%). Esse resultado aponta que uma maior frequência de acadêmicos de humanas de Portugal, demonstraram valores mais deterministas quanto à ideia de aperfeiçoar a população humana por meio da tecnologia.

Em uma pesquisa realizada por Silva (2012), ao questionar estudantes de três cursos se as técnicas de manipulação genética são desenvolvidas para melhorar a qualidade de vida das

pessoas, os acadêmicos do curso de letras, quando comparados ao curso de biológicas, apresentaram frequências maiores de concordância. A autora justifica esse resultado pela falta de disciplinas científicas nesse curso e pela ampla influência da mídia, que geralmente apresenta uma imagem neutra e salvacionista da ciência. Em nossa pesquisa, no caso dos estudantes brasileiros, os resultados não mostraram diferenças entre as frequências de concordância e discordância entre as áreas pesquisadas. Já com relação aos acadêmicos portugueses, da mesma forma que a autora, pode-se inferir que o resultado deve-se à maior aproximação do conhecimento científico pelos acadêmicos da área biológica, os quais apresentaram valores mais sistêmicos quanto à questão.

Quando comparadas as respostas da A14 com a A18 e A34, observamos uma discrepância positiva, pois a maioria dos acadêmicos da área de biológicas e de humanas dos dois países tende a discordar das duas últimas. Apesar de haver uma maior porcentagem de concordância entre os acadêmicos de humanas, pode-se inferir que os sujeitos pesquisados apresentam valores mais críticos sobre o melhoramento humano (FIGURAS 4.3 e 4.4).

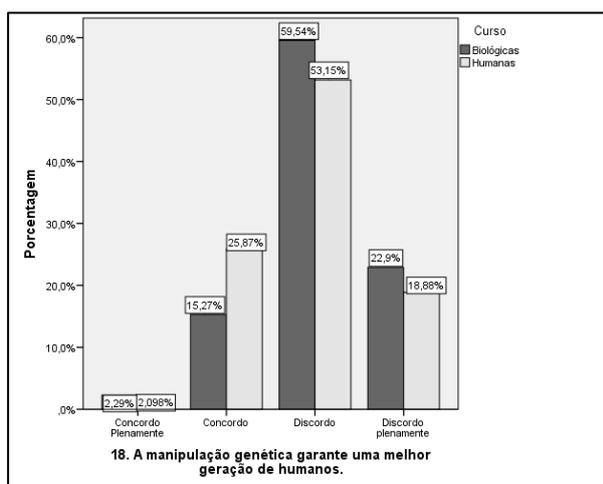


Figura 4.3 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A18.

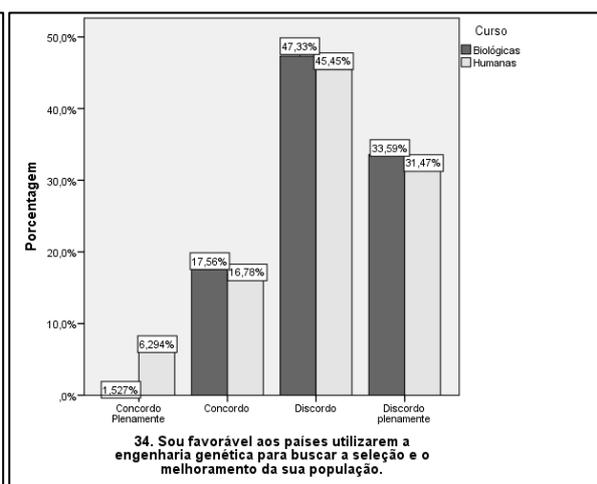


Figura 4.4 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A34.

Na A18, apenas 17,56% dos estudantes de cursos da área de biológicas da universidade **brasileira** concordam que a manipulação genética garante uma melhor geração de humanos e 82,44% discordam. Da mesma forma, entre os acadêmicos de humanas a maioria, 72,03%, discorda dessa assertiva. Esses dados são coerentes com a assertiva A34, na qual, a maioria também se mostrou discordante.

Na assertiva A34, sobre os países utilizarem a engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da população, 80,92% de estudantes brasileiros da área de biológicas e 76,92% de humanas discordaram dessa ideia.

Entre os acadêmicos de **Portugal**, também se observou maiores frequências de discordância tanto na A18 como na A34. Conforme as figuras 4.5 e 4.6, na assertiva A18, 79,55% de biológicas e 71,66% dos acadêmicos portugueses de humanas discordam de que a manipulação genética garante uma melhor geração de humanos, e na A34 79,55% de biológicas e 68,34% dos estudantes de humanas discordam dos países utilizarem a engenharia genética para buscar o melhoramento de sua população.

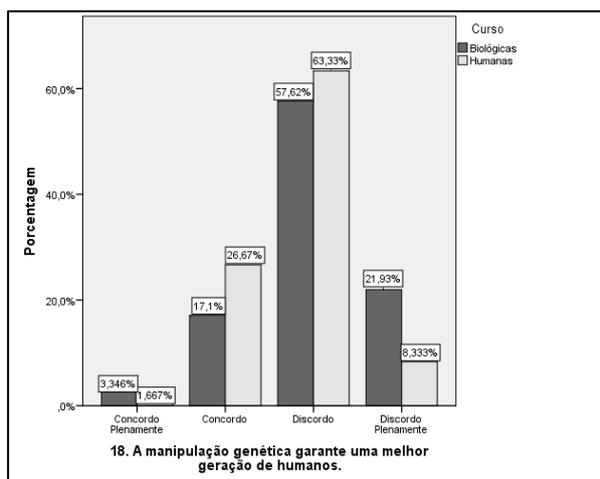


Figura 4.5 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A18.

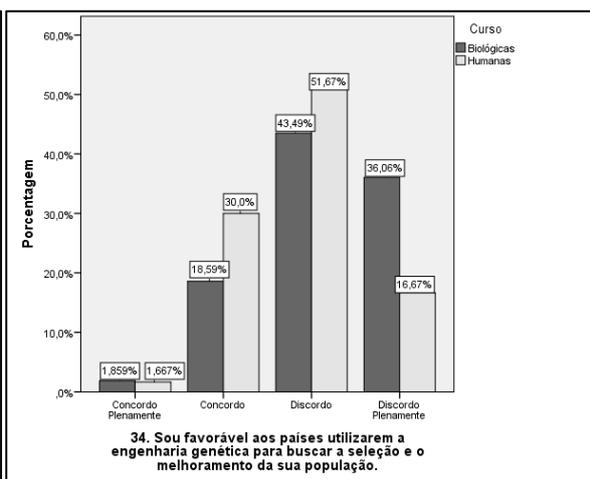


Figura 4.6 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A34.

Esses dados demonstram maiores frequências de indivíduos que detêm valores sistêmicos quanto ao uso da engenharia genética para o melhoramento da população humana, considerando que para melhorar a população apenas a genética não basta, sendo necessário também melhorar os aspectos sociais, como, trabalho, saúde e educação.

A diferença das respostas da A14 para A18 e A34 pode ser interpretada pela formulação das questões que levam a formas de interpretação diferentes. Na A14 a frase “aperfeiçoar a população humana” pode ser interpretada pela perspectiva de no futuro uma melhoria dos males que afligem a humanidade, por exemplo, cura do câncer, AIDS, e outras doenças, pelo desenvolvimento da engenharia genética. Já a formulação das assertivas A18 e A34 manifestam mais claramente valores eugênicos, devido aos termos “melhor geração de humanos”; “seleção e melhoramento”.

De acordo com Oliveira (2004), os incentivos à engenharia genética devem-se principalmente ao *slogan* de erradicação das doenças genéticas e melhoria da qualidade de vida. Entretanto, a face oposta à meta da saúde humana inclui um perfeccionismo por determinadas características tidas como um padrão estético de preferência da população,

destacando-se a cor branca da pele, a silhueta esbelta e estatura alta. Estas e inúmeras outras características, tais como olhos claros, nariz pequeno, cabelos louros e lisos, etc., são fenótipos divulgados pela sociedade burguesa e pelas indústrias de moda e beleza como incomuns e superiores.

O entusiasmo da sociedade para seguir o padrão estético instituído como ideal e alcançar um “melhoramento/aperfeiçoamento” da população humana, pode até incentivar as pesquisas da engenharia genética em manipular e recombinar o genoma para seleção de determinadas características, promover a clonagem terapêutica, a terapia gênica e a utilização de produtos médicos, alimentícios e cosméticos derivados de plantas e animais transgênicos. Entretanto, a busca por um padrão ideal de características humanas, socialmente aceito, não vai ao encontro da ciência biologia, tendo em vista que, para a manutenção das espécies vivas, um dos quesitos é a biodiversidade, ou seja, a variabilidade genética que garante o sucesso populacional no ecossistema.

Portanto, a divulgação e defesa de qualquer programa que caminhe para a homogeneização da população humana pode gerar sérias consequências para a manutenção da espécie. Isto ocorreu, por exemplo, no movimento eugênico que teve repercussão no meio acadêmico e intelectual no início do século XX, divulgando a ideia de que se poderia controlar a reprodução humana para “melhorar” a raça. Na Alemanha este movimento tornou-se mais intenso nos anos de 1930 com o nazismo, ideologia praticada pelo partido Nazista, que levou à morte milhões de pessoas e realizou milhares de esterilizações em prol de uma raça pura. Hoje os conhecimentos da ciência biologia, principalmente os estudos genômicos resultados do PGH, permitem a compreensão de que na espécie *Homo sapiens* não há divisões em raças<sup>7</sup> (OLIVEIRA, 2004; ZATZ, 2011; SCHNEIDER, 2013). Dessa forma, buscamos analisar as concepções dos acadêmicos sobre a utilização da engenharia genética para a promoção da saúde e para a seleção de características.

#### *Melhoria da resistência a doenças*

Sobre a possibilidade de utilizar a engenharia genética para garantir o aperfeiçoamento da população quanto à resistência a doenças, analisamos as frequências e as médias de três assertivas. As assertivas 31 e 13 dizem respeito ao uso da engenharia genética, ou técnicas de *fertilização in vitro*, seleção de embriões e/ou terapia gênica para gerar descendentes mais

---

<sup>7</sup>Os estudos da genética e da biologia molecular sobre os ancestrais dos diferentes continentes demonstram que, há muito mais diferença genética entre um mesmo grupo étnico do que entre diferentes etnias, dessa forma, a Biologia atual não apoia o discurso de existência de raças na espécie humana (SALZANO, 2007).

saudáveis e resistentes a doenças. Autores como Glad (2008) e Bostrom (2005) indicam que seria uma violência não utilizar dessas técnicas para livrar as futuras gerações de males indesejados, porém não podemos prever as consequências desse controle em nível individual para a sobrevivência e sucesso populacional de se adaptar eficientemente a alterações ambientais devido à perda da variabilidade genética. Assim, em uma concepção sistêmica, tende-se a discordar dessas assertivas. Por sua vez a assertiva 16 infere diretamente em uma reflexão pessoal de utilizar a genotipagem para receber um pré-diagnóstico das doenças genéticas que o sujeito pode vir a manifestar. Sendo questões polêmicas e controversas, entendemos que estas podem apresentar muitas divergências entre os sujeitos pesquisados. Os resultados das frequências são observados nas figuras 4.7 e 4.8.

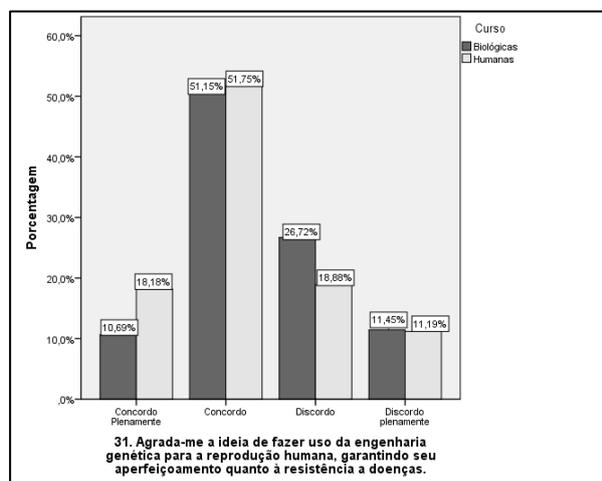


Figura 4.7 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A31.

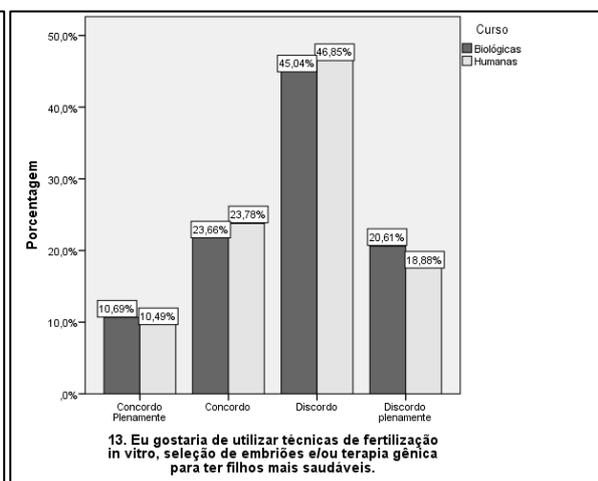


Figura 4.8 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A13.

Na análise das assertivas A31 e A13, observa-se uma discrepância nas respostas dos acadêmicos **brasileiros**. Quanto à ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana garantindo à resistência a doenças 61,84% de estudantes de biológicas e 69,93 de humanas apresentaram concordância com esta ideia. Já na assertiva A13 sobre se utilizariam de técnicas da engenharia genética para ter filhos mais saudáveis, a maioria se mostrou contrária, 65,65% de biológicas e 65,73 de humanas.

O mesmo contrassenso é evidenciado entre os acadêmicos **portugueses** nas assertivas A31 e A13, pois ao serem questionados sobre o uso da engenharia genética na reprodução humana para o seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças, 49,81% dos participantes de biológicas e 70% da área de humanas manifestaram concordarem. No entanto, quanto à assertiva que questiona se utilizariam da manipulação genética para terem filhos mais

saudáveis 72,37% de biológicas e 58,33% dos estudantes de humanas discordaram. Conforme se observa nas figuras a seguir.

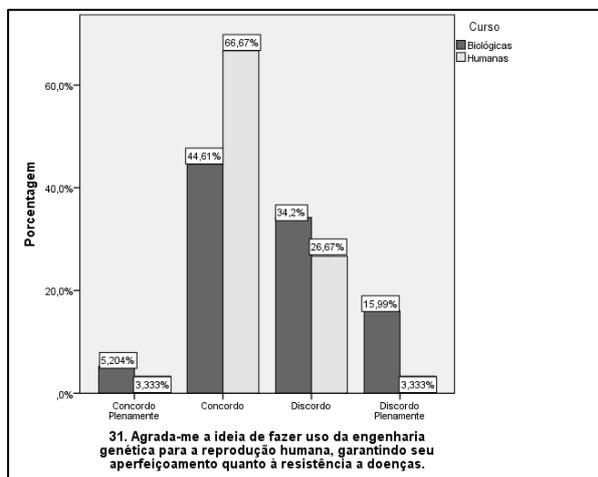


Figura 4.9 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A31.

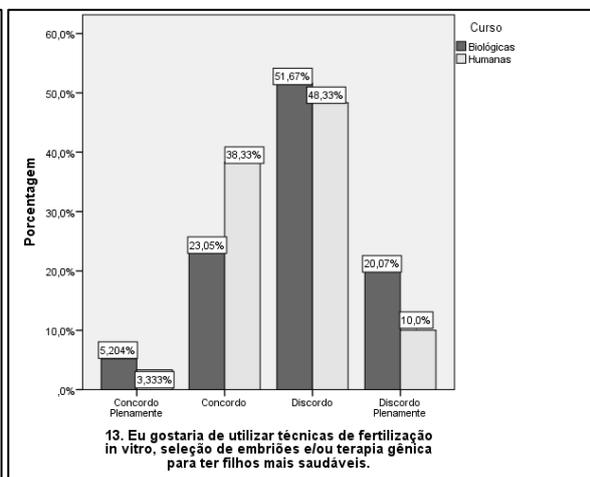


Figura 4.10 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A13.

Com base no estudo realizado por Silva (2012), podemos interpretar a A31 pelo viés salvacionista da ciência, o qual instaura na população a crença de que a ciência e a tecnologia sempre são desenvolvidas para solucionar os problemas da humanidade, nesse caso, de que a engenharia genética pode vir a garantir um ser humano livre de doenças, da mesma forma que na A14 os estudantes apresentaram maiores frequências de concordância. Todavia a A13 pode ser interpretada pelo princípio da precaução<sup>8</sup>, já que a falta de conhecimentos ou a insegurança associada aos riscos quanto à *fertilização in vitro*, seleção de embriões e terapia gênica pode ter levado os sujeitos a manifestarem-se contrários à assertiva.

No quesito engenharia genética e promoção de saúde, também, buscamos analisar as reflexões pessoais dos estudantes sobre a ideia de receberem um pré-diagnóstico das doenças genéticas que podem manifestar. O resultado pode ser constatado nas figuras 4.11 e 4.12.

<sup>8</sup>A autora, baseada em Lacey (2006), defende o princípio da precaução como, as precauções que devem ser tomadas para que os possíveis danos das inovações tecnocientíficas sejam amenizados.

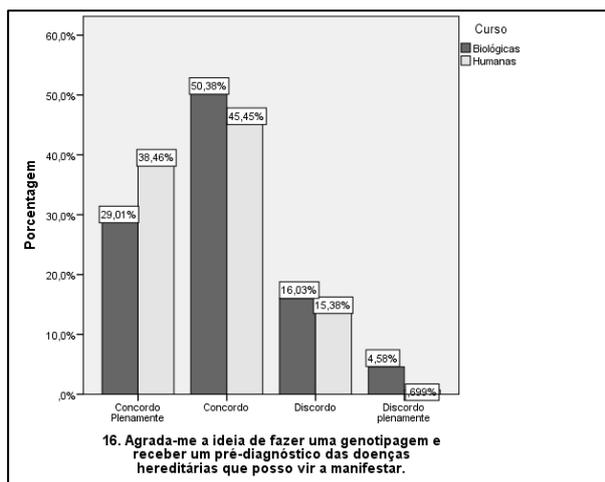


Figura 4.11 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A16.

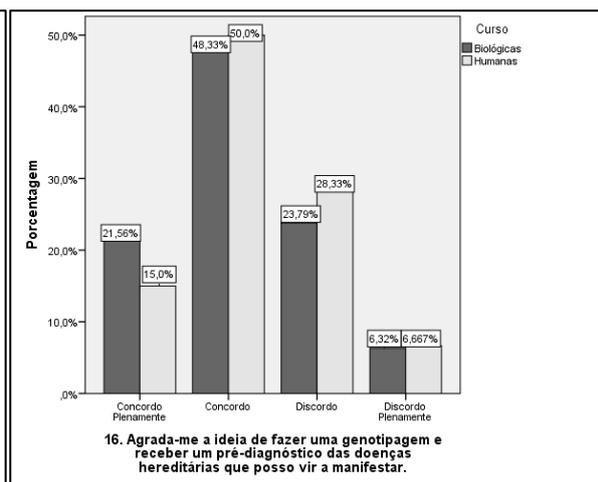


Figura 4.12 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A16.

Entre os estudantes **brasileiros**, 79,39% da área de biológicas e 83,91% da área de humanas concordam com a ideia de realizar uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que podem vir a manifestar.

Da mesma forma, entre os estudantes **portugueses**, as frequências mais elevadas nas duas áreas encontram-se em concordo e concordo plenamente, sendo a soma de concordância de 69,89% entre os acadêmicos de biológicas e 65% de humanas, ou seja, a maioria dos estudantes gostaria de saber previamente as doenças que podem vir a manifestar.

Em uma pesquisa realizada em 2010, Schneider (2010) constatou que dos dez alunos pesquisados seis eram favoráveis em saber a predisposição a doenças, tendo em vista a possibilidade de medidas preventivas. Dessa forma, podemos inferir aqui também que a alta frequência de sujeitos, dos dois países, que gostariam de fazer, realizar ou se submeter a um pré-diagnóstico para saber de doenças que teriam riscos de desenvolver, pode estar relacionada à garantia de adoção de medidas preventivas. Embora receber um diagnóstico antes de manifestar uma doença possa possibilitar sua prevenção, concordar com essa ideia acaba sendo uma visão determinista, uma vez que se desconsidera a influência de outros fatores a não ser os genéticos. Além disso, há doenças que ainda não apresentam cura, sendo também questionável o pré-diagnóstico nesses casos, já que não sabemos como lidar psicológica e afetivamente com tais informações.

Zatz (2011) sinaliza reflexões e questionamentos acerca das possibilidades e das limitações que os testes genéticos nos oferecem. Podemos, por exemplo, questionar até que ponto as informações do nosso DNA são úteis para a vida diária e se temos conhecimento para lidar com estas informações. Até que ponto as informações são confidenciais a nós ou públicas? Qual o limite? Até que ponto é ético? Muitos estudiosos críticos têm se perguntado

se este cenário resultante do desenvolvimento da tecnologia do DNA, das técnicas de reprodução assistida (ou *in vitro*) não se trata de um retorno à eugenia, que nunca se foi totalmente, já que se relaciona com a ideia de aprimoramento de certas características motivadas pelo desejo de gerar crianças melhores e mais perfeitas, bonitas e saudáveis (ZATZ, 2011). Todavia, convenhamos que a seleção de características genéticas consideradas apropriadas ou favoráveis apresenta outro lado da moeda, ou seja, a rejeição e eliminação de embriões com características indesejáveis. Como descrito por Zatz (2011, p. 125),

É fundamental alertar: esses testes permitem excluir doenças, mas jamais garantir um descendente perfeito. Além disso, há aqueles que se opõem, é claro. Estamos falando de uma nova forma de eugenia? Será que as pessoas não vão se sentir estigmatizadas? Como os casais irão lidar com essas informações? Quem vai garantir o sigilo das informações?

Da mesma forma, Sandel (2013) afirma que o mesmo conhecimento genético que promete tratar e prevenir uma série de doenças debilitantes nos seres humanos também pode permitir a manipulação de nossa própria natureza, para melhorar nossos músculos, para escolher o sexo, a altura e outras características físicas e intelectuais de nossos filhos. É o que também nos explica Zatz (2011) sobre o design de crianças, o qual significa que no futuro os pais poderão decidir se querem que seus filhos nasçam mais resistentes a infecções, mais bonitos e mais inteligentes. De acordo com a pesquisadora, não se trata de modificar genes dos descendentes para que eles não tenham doenças fatais, ou mesmo que afetem irremediavelmente a sua qualidade de vida, mas de selecionar, entre vários embriões, um ou outro com as características desejáveis. Dessa forma, os filhos serão uma impressão das ideologias dos pais, qual a ética disso? É uma pergunta que necessita de muita reflexão.

#### *Melhoria de características estéticas e intelectuais*

Nesse contexto, finalizando as discussões desse componente, analisamos as assertivas A39, A43 e A22, as quais inferem sobre a possibilidade de aperfeiçoarmos a população humana em relação a características estéticas e intelectuais por meio da engenharia genética. Concordar com estas assertivas indica uma visão determinista proveniente de valores ingênuos quanto à complexidade do nosso organismo. Lewontin (2000) denomina de ideologia do determinismo biológico o conjunto de três ideias: “de que nos distinguimos nas habilidades fundamentais por causa das diferenças inatas, de que as diferenças inatas são biologicamente herdadas e de que a natureza humana garante a formação de uma sociedade hierárquica” (p. 29). De acordo com a visão determinista, nossa capacidade de solucionar

problemas, ou seja, de ser inteligente, é determinada pelos nossos genes. Por outro lado, entendemos que a discordância destas assertivas sugere que os respondentes apresentam valores mais sistêmicos sobre as implicações da engenharia genética. Os resultados das frequências das três assertivas podem ser observados nas figuras 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18.

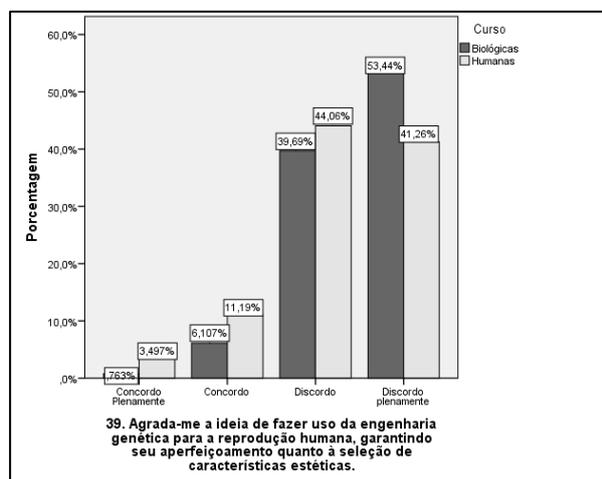


Figura 4.13 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A39.

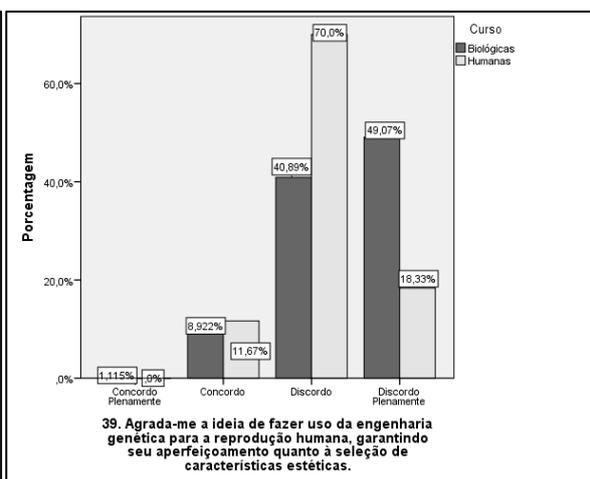


Figura 4.14 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A39.

A análise da assertiva A39 indica que dos estudantes **brasileiros** 93,13% da área de biológicas e 85,32% de humanas discordam de utilizar a engenharia genética na reprodução humana para a seleção de características estéticas. Resultados bastante aproximados foram encontrados entre os estudantes **portugueses**, onde 89,96% da área de biológicas e 88,33% de humanas também discordam dessa ideia. A presença de valores sistêmicos quanto à seleção de características estéticas também é consensual nas assertivas A43 e A22, como observado a seguir.

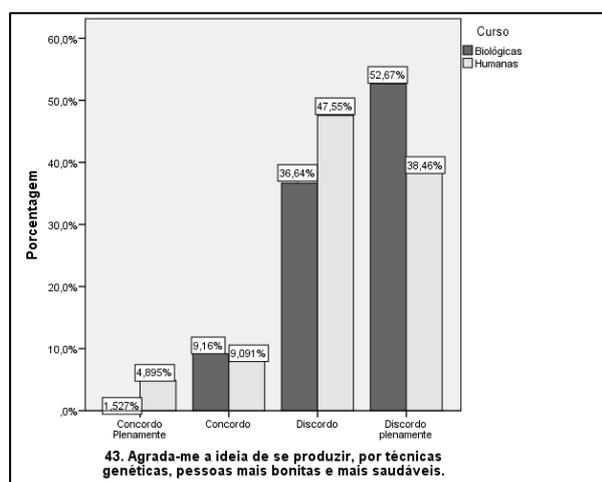


Figura 4.15 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A43.

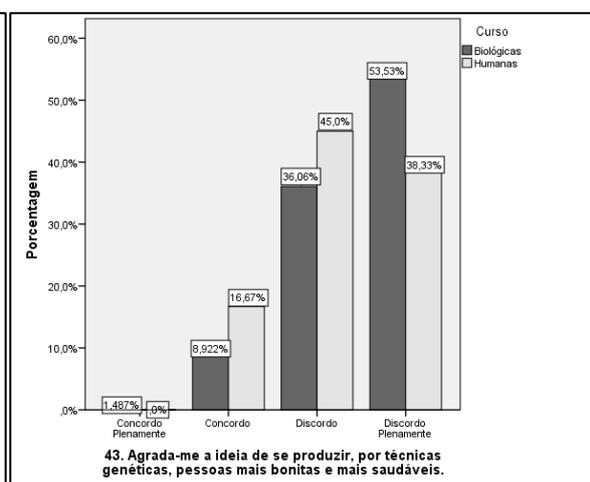


Figura 4.16 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A43.

Sobre a ideia de se produzir pessoas mais bonitas e mais saudáveis por técnicas genéticas (A43), tanto os acadêmicos da universidade brasileira, 89,31% de biológicas e 86,01% de humanas, quanto da universidade portuguesa, 89,59% da área de biológicas e 83,33% de humanas, afirmaram discordarem.

Corroborando com as respostas dadas à A39 e A43, os estudantes dos dois países também discordaram da utilização da engenharia genética para interferir nas características intelectuais (A22).

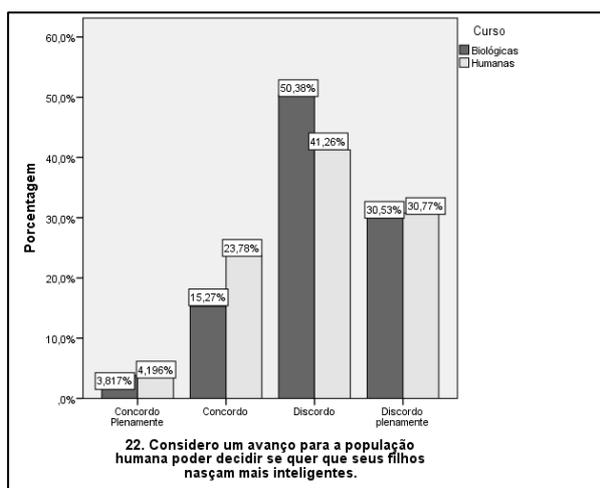


Figura 4.17 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A22.

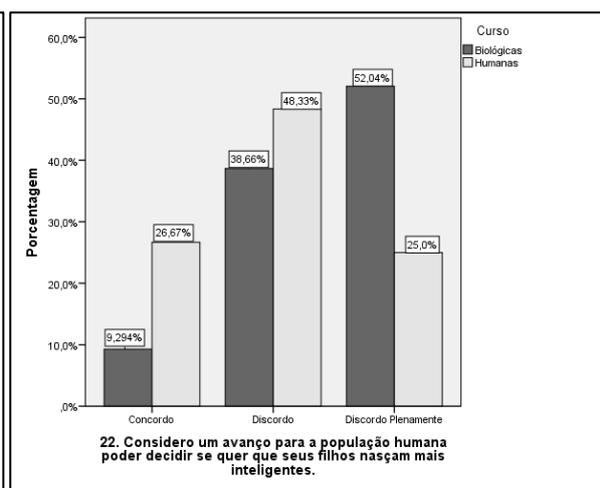


Figura 4.18 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A22.

De acordo com as figuras 4.17 e 4.18, podemos observar que as frequências da soma entre discordo e discordo plenamente são bastante similares entre os dois países. Dos estudantes **brasileiros** 80,91% de biológicas e 72,03% de humanas e dos estudantes **portugueses** 90,70% de biológicas e 73,33 de humanas discordam da ideia apresentada.

A análise das frequências das três assertivas demonstra que, de modo geral, tanto os participantes da universidade brasileira como da portuguesa, representativos das duas áreas, tendem a discordar da busca pelo aperfeiçoamento de características físicas e intelectuais. Esse resultado corrobora com os dados da pesquisa realizada por Silva (2012), na qual, a maioria dos estudantes pesquisados também discordou da seleção de características físicas e intelectuais. Assim como a autora, entendemos que o posicionamento contrário a essas assertivas aponta para valores sistêmicos sobre as consequências sociais dessa seleção, “como, por exemplo, o aumento das diferenças entre os mais ricos e os mais pobres, a ampliação do preconceito, os interesses econômicos existentes por trás destas seleções, entre outros.” (SILVA, 2012, p. 90). Aliás, na nossa espécie, embora existam estudos que apontam

haver determinadas características melhores, mais favoráveis ao esporte, por exemplo, (ZATZ, 2011), nossa conduta ética e moral não nos permite julgar as características como melhores ou piores que outras. Somos todos humanos, cada ser é único, com suas próprias características. Pelo contrário, conforme já mencionado, uma tendência a qualquer homogeneização levaria a perda da variabilidade e ocasionaria conseqüentemente prejuízos ao sucesso populacional da espécie.

Ao discutir as implicações éticas e sociais da manipulação do DNA, Oliveira (2004) aponta a necessidade de se promover discussões contextualizadas e críticas sobre bioética em todos os níveis de ensino, chegando a propor a inserção desta temática como uma disciplina formal dos currículos do ensino superior. A autora justifica esta necessidade como um meio de possibilitar o desenvolvimento de valores em relação à diversidade de opiniões e crenças, evitando-se, assim, qualquer forma de discriminação e preconceito.

#### *Comparação entre as médias do componente I*

Mediante os resultados obtidos, buscamos comparar as médias dos grupos de biológicas e de humanas, do Brasil (QUADRO 4.4) e de Portugal (QUADRO 4.5).

Quadro 4.4 Médias das respostas dos acadêmicos brasileiros às assertivas analisadas do componente I.

<b>Estatísticas de grupo</b>		
	Cursos	Médias
14. Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.	Biológicas	2,45
	Humanas	2,46
34. Sou favorável aos países utilizarem a engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da sua população.	Biológicas	3,13
	Humanas	3,02
18. A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.	Biológicas	3,03
	Humanas	2,89
31. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.	Biológicas	2,39
	Humanas	2,23
13. Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização <i>in vitro</i> , seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.	Biológicas	2,76
	Humanas	2,74
16. Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.	Biológicas	1,96
	Humanas	1,78
39. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.	Biológicas	3,46
	Humanas	3,23
43. Agrada-me a ideia de se produzir, por técnicas genéticas, pessoas mais bonitas e mais saudáveis.	Biológicas	3,40
	Humanas	3,20
22. Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.	Biológicas	3,08
	Humanas	2,99

A análise das médias das respostas dos estudantes **brasileiros** demonstrou que não houve diferenças significativas entre as duas áreas pesquisadas. Das nove assertivas analisadas, os acadêmicos de biológicas apresentaram médias satisfatórias representativas de

valores sistêmicos quanto ao uso da engenharia genética para o melhoramento humano na A34, A18, A39, A43 e A22 e os estudantes de humanas apenas na A34, A39 e A43.

Quadro 4.5 Médias das respostas dos acadêmicos portugueses ás assertivas analisadas do componente I.

Estatísticas de grupo		
	Cursos	Médias
14. Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.	Biológicas	2,81
	Humanas	2,52
34. Sou favorável aos países utilizarem a engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da sua população.	Biológicas	3,14
	Humanas	2,83
18. A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.	Biológicas	2,98
	Humanas	2,78
31. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.	Biológicas	2,61
	Humanas	2,30
13. Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização in vitro, seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.	Biológicas	2,87
	Humanas	2,65
16. Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.	Biológicas	2,15
	Humanas	2,27
39. Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.	Biológicas	3,38
	Humanas	3,07
43. Agrada-me a ideia de se produzir, por técnicas genéticas, pessoas mais bonitas e mais saudáveis.	Biológicas	3,42
	Humanas	3,22
22. Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.	Biológicas	3,43
	Humanas	2,98

A análise das médias das respostas dos acadêmicos **portugueses** indica que também não houve muitas diferenças entre os cursos das áreas de biológicas e de humanas. Apesar de os acadêmicos de biológicas terem apresentado média inferior aos acadêmicos de humanas apenas na A16, as médias das assertivas A14, A18, A31, A13 e A16 ficaram abaixo do valor mínimo satisfatório 3,0, representativo de valores sistêmicos. Ou seja, das nove assertivas analisadas apenas em quatro os acadêmicos de biológicas apresentam médias satisfatórias.

#### 4.5.2 Componente II. Formação para a prática social quanto à engenharia genética e à idealização do melhoramento humano

A consistência interna deste componente foi evidenciada pelo valor de alpha 0,572 para as assertivas A21, A35, A23, A10, A29, A20, A27, A17, A36, A15 e A48 do questionário aplicado no Brasil, e valor de alpha 0,759, abrangido pelas assertivas A21, A35, A27, A29, A10, A8, A20, A17, A36 e A15 no conjunto de dados de Portugal. Desse conjunto, buscamos analisar as frequências das duas primeiras (A21 e A35), que possuem as maiores cargas fatoriais (conforme os quadros 4.1 e 4.2), ou seja, são as mais representativas nesse componente. A assertiva 8 e a 36 referentes sobre aconselhamento genético e clonagem e a A27 e A29 sobre evitar filhos biológicos com homossexuais e alcoólatras.

### Práticas de laqueadura e vasectomia

As assertivas 21 e 35 referem-se à tendência à prática de que, na suposição de se governante, adotaria programas obrigatórios de controle populacional mediante técnicas de vasectomia<sup>9</sup> ou laqueadura<sup>10</sup>.

Medidas de controle populacional são praticadas em países como China e Cuba, por exemplo. Entretanto, o controle de natalidade é uma questão extremamente polêmica, tendo em vista que pesquisadores e políticos incentivam sua prática, porém na maioria das vezes esse controle é direcionado aos países subdesenvolvidos e não aos países ricos, demonstrando, assim, clara desigualdade social (PEREIRA, 1978). Além do mais, apesar de muitos pesquisadores afirmarem ser necessário conter o aumento populacional para o bem estar do planeta terra, não há garantias de que diminuindo a população haverá consequentemente diminuição na extração dos recursos naturais. No nosso entendimento, essa deve ser uma decisão pessoal e o que pode ser feito é a orientação da população para que tenham apenas a quantidade de filhos que consigam garantir suas necessidades básicas, ou seja, incentivo ao planejamento familiar sem qualquer advertência obrigatória. Cabe lembrar, ainda, das práticas invasivas das esterilizações em massa defendidas pelo movimento eugênico e adotadas não só na Alemanha nazista, mas também nos Estados Unidos, Suíça e países escandinavos (WATSON; BERRY, 2005). Assim, é esperado que os indivíduos pesquisados posicionem-se contrários nas duas assertivas.

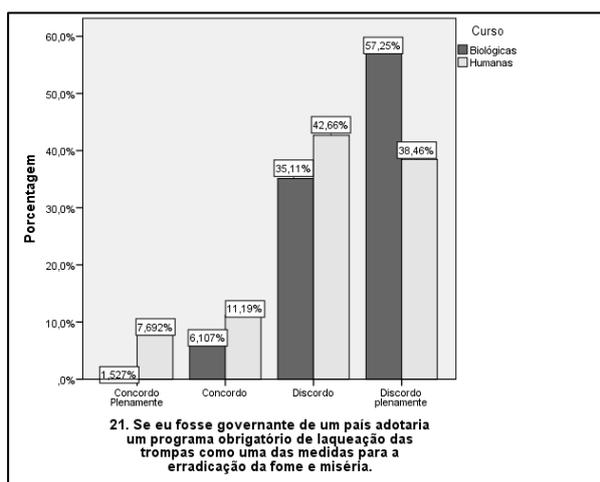


Figura 4.19 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A21.

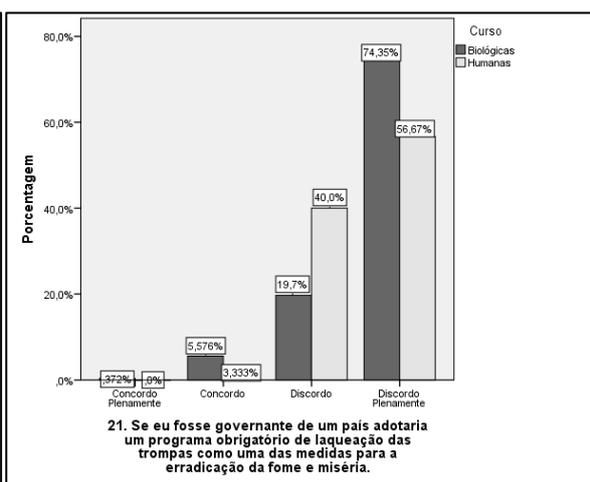


Figura 4.20 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A21.

<sup>9</sup>Método contraceptivo masculino.

<sup>10</sup>Método contraceptivo feminino.

A análise da assertiva A21 demonstra altas frequências, tanto dos acadêmicos **brasileiros**, 92,36% de biológicas e 81,12% da área de humanas, como dos **portugueses**, 94,05% de biológicas e 96,67% de humanas, de discordância a essa assertiva. Discordâncias aproximadas foram expressas na assertiva A35.

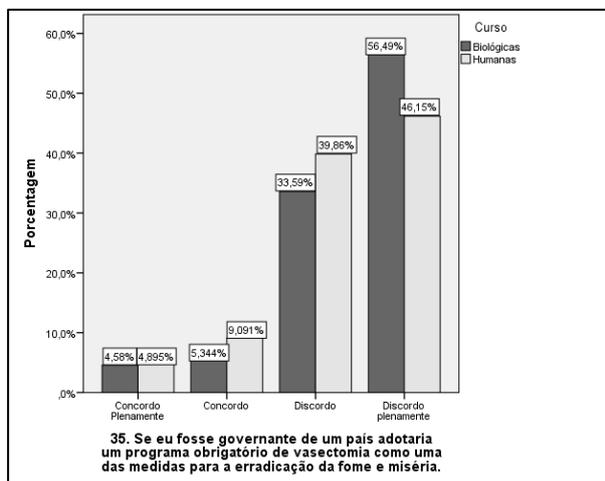


Figura 4.21 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A35.

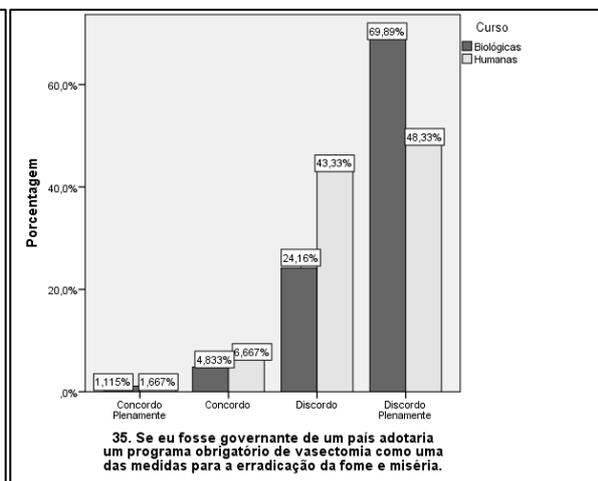


Figura 4.22 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A35.

Tal como na assertiva A21, na A35 os acadêmicos dos dois países, tanto da área de biológicas como de humanas, mostraram-se na grande maioria discordante em relação a esta prática, demonstrando, assim, atitudes/práticas anti-eugênicas.

### *Práticas de aconselhamento genético e clonagem*

Outras duas assertivas, deste componente referiram-se ao que Frota-Pessoa (1994/95) afirma serem práticas eugênicas em curso. A assertiva A8 aborda a prática do aconselhamento genético em casos de doenças raras na família e a A36 a posição favorável quanto à técnica de clonagem em humanos, por exemplo, na condição de imunidade à doença. A questão do aconselhamento genético é também controversa, já que, ao mesmo tempo em que pode evitar a propagação de genótipos indesejáveis (síndromes genéticas, por exemplo) pode gerar a perda de variabilidade genética para nossa espécie. Da mesma forma, a técnica de clonagem promove inúmeros debates entre defensores e opositores.

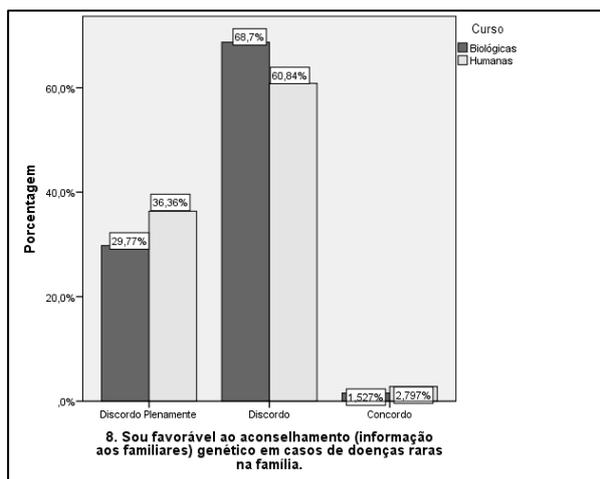


Figura 4.23 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A8.

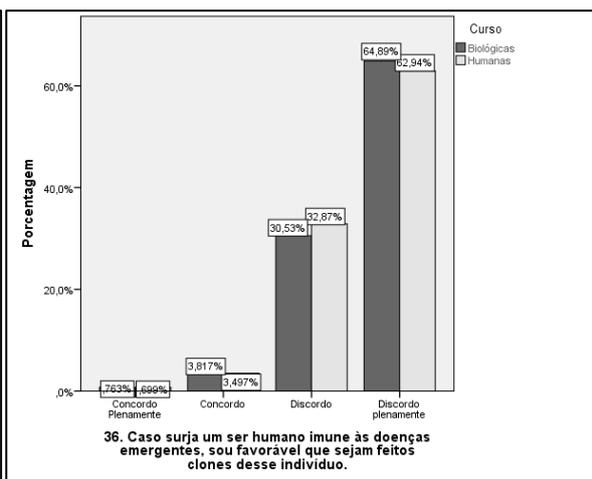


Figura 4.24 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A36.

Entre os estudantes **brasileiros** houve um consenso ao responderem essas duas assertivas. Tanto na A8 como na A36, os estudantes das duas áreas pesquisadas mostraram-se em mais de 90% discordantes com a prática de aconselhamento genético e clonagem. O mesmo não ocorreu entre os acadêmicos **portugueses**, conforme ressaltado a seguir.

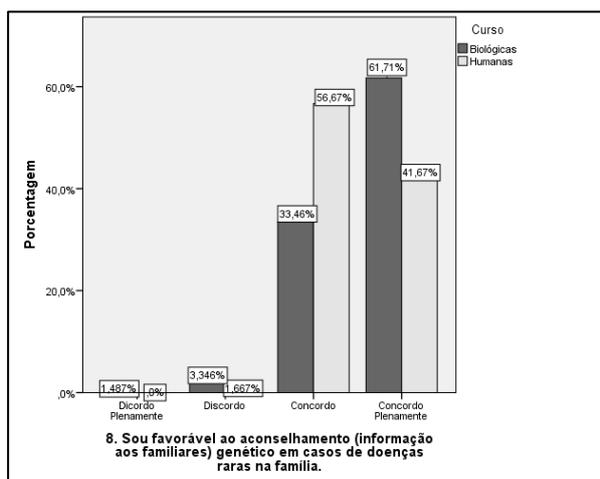


Figura 4.25 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A8.

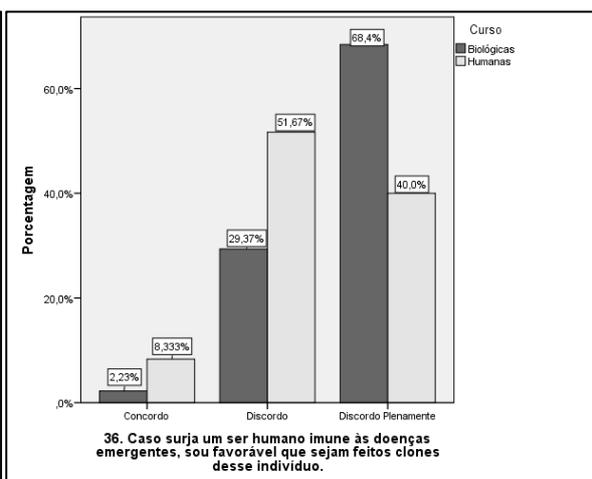


Figura 4.26 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A36.

Observamos nas figuras 4.25 e 4.26 uma discrepância entre as duas assertivas, visto que, quanto ao aconselhamento genético, mais de 90% dos acadêmicos das duas áreas concordam com esta prática. Entretanto, em relação à clonagem ocorreu justamente o contrário, sendo que mais de 90% dos participantes portugueses, tanto de biológicas como de humanas, discordam dessa prática. O padrão de respostas verificado pode estar relacionado à formação cultural dos indivíduos e à divulgação do tema na mídia, a qual muitas vezes aponta a clonagem como uma vilã na ciência. Já com relação ao aconselhamento genético, quando

este é analisado apenas no indivíduo, sem suas implicações no nível populacional, não gera repercussões negativas à prática.

Os resultados da assertiva 36, tanto do Brasil como de Portugal, corroboram com os dados de Silva (2012). Em sua pesquisa a autora também obteve maiores frequências na escala discordo plenamente e infere que a “clonagem reprodutiva é vista como um “conhecimento perigoso” e que apresenta riscos associados (o desfecho do caso da ovelha Dolly reforça essa posição).” (SILVA, 2012, p. 91).

### *Práticas eugênicas/deterministas quanto aos homossexuais e alcoólatras*

Ainda nesse componente, outras duas assertivas analisadas foram A27 e A29. Essas assertivas correspondem a práticas eugênicas e, portanto, discriminatórias. A assertiva 27 apresenta como opção não ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais e a outra se refere a evitar filhos biológicos com pessoa cuja família apresente alcoólatras.

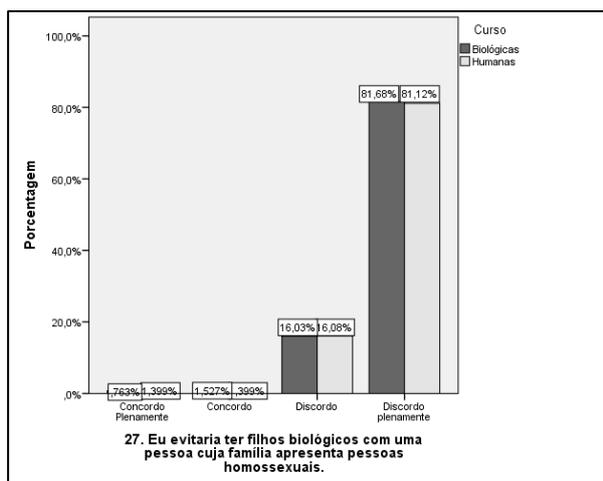


Figura 4.27 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A27.

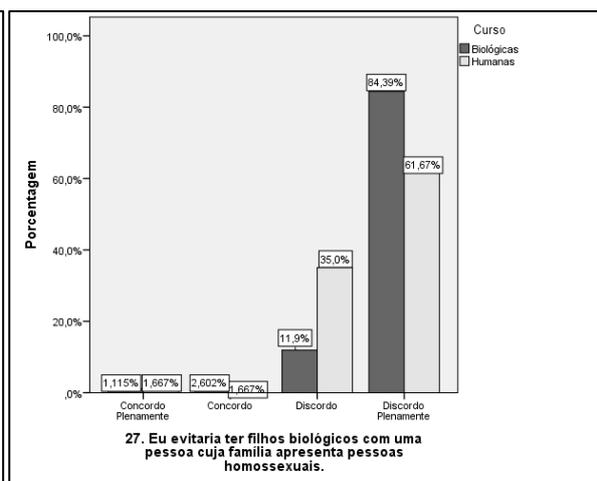


Figura 4.28 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A27.

A análise da assertiva A27 aponta frequências das respostas dos acadêmicos nas duas áreas, tanto do **Brasil** como de **Portugal**, em mais de 90% de discordância. Da mesma forma, ocorre na A29.

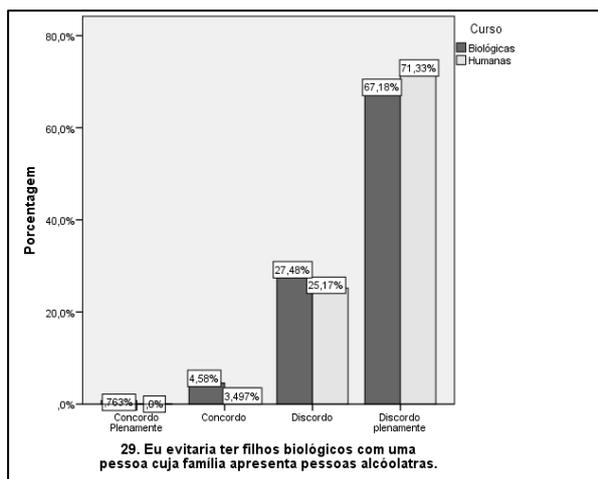


Figura 4.29 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A29.

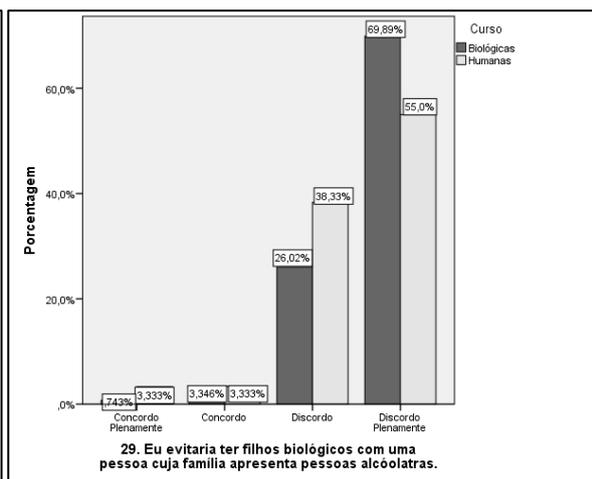


Figura 4.30 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A29.

A análise das frequências da A29 e A27 demonstram concepções práticas coerentes com visões anti-eugênicas, deterministas e discriminatórias, visto que, mais de 90% dos acadêmicos das duas áreas discordam dessas práticas.

Devido à intensa produção científica e tecnológica da biologia molecular e as novas possibilidades das biotecnologias relacionadas às técnicas genéticas com implicações diretas na vida humana, torna-se cada vez mais urgente à popularização do conhecimento sobre o tema e a promoção de um debate ético (bioética) ao alcance de toda a sociedade, rompendo o tabu, citado por Oliveira (2004, p. 218), de que “quem não é cientista ou governo não sabe, não pode e não deve opinar sobre ciência”. Por esse e outros equívocos que garantem a supremacia e o biopoder de quem detêm o conhecimento e as técnicas da manipulação genética é necessário encarar o desenvolvimento dessa área também como questão filosófica, ética e política, que precisa ser amplamente discutida para ser compreendida para tomada de decisões democráticas, coletivas, com participação das diversas esferas da sociedade, conscientes e responsáveis, com vista a garantir a diversidade da própria espécie.

O processo para viabilizar práticas sociais responsáveis e críticas em relação à engenharia genética consiste em promover a alfabetização científica da população, apresentando informações coerentes para que possa elaborar formas de pensamento e participar das discussões sobre o assunto (CACHAPUZ et al., 2005; FOUREZ, 2009). A cada dia mais nos deparamos com a necessidade de tomar decisões tanto de caráter individual, ao realizar opções no dia a dia, como de caráter coletivo ao reivindicar a elaboração e o cumprimento de legislações para os problemas éticos que surgirão sobre o tema, de lutar contra o patenteamento de genes, defender os direitos humanos e garantir o respeito à diferença e o combate a qualquer forma de discriminação e opressão.

### Comparação entre as médias do componente II

Como modo de constatar as atitudes/práticas dos estudantes dos dois países apresentamos, ainda, as médias de cada assertiva analisada nesse componente.

Quadro 4.6 Médias das respostas dos acadêmicos brasileiros às assertivas analisadas do componente II.

<b>Estatísticas de grupo</b>		
	Cursos	Médias
21. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueação das trompas como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.	Biológicas	3,48
	Humanas	3,12
35. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.	Biológicas	3,42
	Humanas	3,27
8. Sou favorável ao aconselhamento (informação aos familiares) genético em casos de doenças raras na família.	Biológicas	1,72
	Humanas	1,66
36. Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.	Biológicas	3,60
	Humanas	3,58
27. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.	Biológicas	3,79
	Humanas	3,77
29. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcóoltras.	Biológicas	3,61
	Humanas	3,68

Quadro 4.7 Médias das respostas dos acadêmicos portugueses às assertivas analisadas do componente II.

<b>Estatísticas de grupo</b>		
	Cursos	Médias
21. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueação das trompas como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.	Biológicas	3,68
	Humanas	3,53
35. Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.	Biológicas	3,63
	Humanas	3,38
8. Sou favorável ao aconselhamento (informação aos familiares) genético em casos de doenças raras na família.	Biológicas	3,55
	Humanas	3,40
36. Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.	Biológicas	3,66
	Humanas	3,32
27. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.	Biológicas	3,80
	Humanas	3,57
29. Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcóoltras.	Biológicas	3,65
	Humanas	3,45

Como evidenciado nos quadros 4.6 e 4.7 as médias entre os grupos investigados de biológicas e humanas também não apresentaram diferenças significativas nem entre os acadêmicos brasileiros e nem entre os portugueses. No entanto, os grupos dos dois países apresentaram respostas que resultaram em médias mais coerentes com práticas sistêmicas, contrárias às ideologias do movimento eugênico.

#### 4.5.3 Componente III. Formação de conhecimentos científicos sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano

Este componente foi o que obteve o menor valor de consistência interna, medido por meio do Alpha de Cronbach dos dados do Brasil, resultante em 0,510, e de Portugal, com

valor de 0,553. Contudo, por se tratar de uma análise exploratória, torna-se importante avaliar os resultados desse componente. Dentre as assertivas similares entre os dados de Brasil e Portugal, são analisadas as frequências das assertivas 45, 30, 25, 37 e 42, que se referem a conhecimentos sobre genética, biologia molecular e as implicações das suas biotecnologias para a espécie humana; assertivas 32 e 26, sobre as aplicações da engenharia genética, e A40 e A23, que abordam conhecimentos sobre a eugenia.

### *Comitê de ética e biossegurança*

Iniciamos as análises com a A45. Seu objetivo consiste em avaliar o conhecimento dos sujeitos sobre a existência de um comitê de ética e biossegurança e de que este é o responsável pela aprovação ou não dos produtos gerados pela engenharia genética.

As discussões em torno da biossegurança iniciaram no Brasil, com mais afinco, na década de 1990. Desta década foi sancionada a primeira Lei de Biossegurança 8.974/95. Segundo Vieira et al. (2004), esta lei foi uma adaptação da legislação europeia às necessidades da realidade nacional. Passados dez anos de desenvolvimento biotecnológicos, uma nova lei foi sancionada para dar conta das necessidades emergentes. A Lei 11.105 de 2005 revoga a Lei 8.974/95. A legislação em vigor estabelece em seu Art.1º

Art. 1º Esta Lei estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente. (BRASIL, 2005, s/p).

A legislação em vigor estabelece normas de biossegurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, institui o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio e dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança. Sobre a engenharia genética a lei estabelece, no Art. 6º, as atividades proibidas, constituindo crime a sua inobservância.

Art. 6º Fica proibido:

- I – implementação de projeto relativo a OGM sem a manutenção de registro de seu acompanhamento individual;
- II – engenharia genética em organismo vivo ou o manejo in vitro de ADN/ARN natural ou recombinante, realizado em desacordo com as normas previstas nesta Lei;
- III – engenharia genética em célula germinal humana, zigoto humano e embrião humano;

IV – clonagem humana;

V – destruição ou descarte no meio ambiente de OGM e seus derivados em desacordo com as normas estabelecidas pela CTNBio, pelos órgãos e entidades de registro e fiscalização, referidos no art. 16 desta Lei, e as constantes desta Lei e de sua regulamentação;

VI – liberação no meio ambiente de OGM ou seus derivados, no âmbito de atividades de pesquisa, sem a decisão técnica favorável da CTNBio e, nos casos de liberação comercial, sem o parecer técnico favorável da CTNBio, ou sem o licenciamento do órgão ou entidade ambiental responsável, quando a CTNBio considerar a atividade como potencialmente causadora de degradação ambiental, ou sem a aprovação do Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, quando o processo tenha sido por ele avocado, na forma desta Lei e de sua regulamentação;

VII – a utilização, a comercialização, o registro, o patenteamento e o licenciamento de tecnologias genéticas de restrição do uso. (BRASIL, 2005, s/p).

No que diz respeito à engenharia genética em humanos, observa-se que se constitui em crime a manipulação genética de células germinais humanas, a intervenção em material genético humano in vivo, exceto para o tratamento de defeitos genéticos, respeitando os princípios éticos e com aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), e a clonagem humana. A lei é clara e incide nos direitos e deveres humanos, sendo assim, os cidadãos precisam estar cientes das orientações da Lei 11. 105 de 2005 para que esta seja efetiva.

Entre os estudantes **brasileiros** (FIGURA 4.31), apenas 9,92% da área de biológicas e 9,78% de humanas apresentaram discordância dessa assertiva, sendo assim, mais de 90% nas duas áreas concordam que a liberação dos produtos da engenharia genética deve ser aprovada pelo comitê de ética e segurança. Da mesma forma, a maioria dos estudantes **portugueses** (FIGURA 4.32) também apresenta concordância.

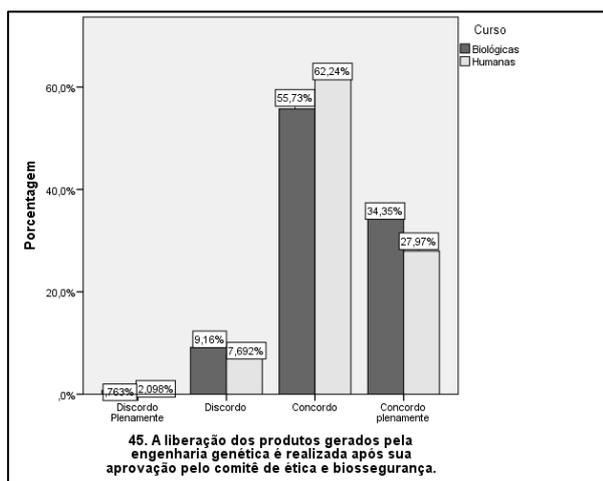


Figura 4.31 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A45.

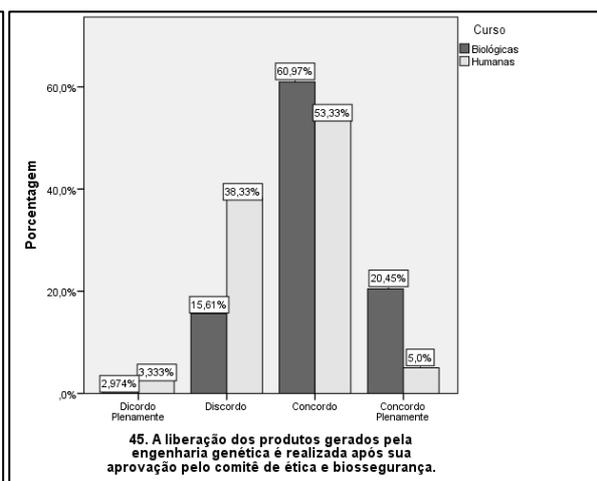


Figura 4.32 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A45.

Na assertiva A45 os estudantes **portugueses** (FIGURA 4.32) apresentam uma maior frequência de concordância entre os acadêmicos de biológicas (81,42%). Contudo, a maioria dos acadêmicos de humanas, ainda que em número menor (58,33%), também demonstra concordar. A maior diferença de respostas desse grupo se deve a uma parcela significativa de estudantes, principalmente de humanas, que discordam sobre a liberação dos produtos da engenharia genética após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança. Estes resultados podem significar que estes estudantes são céticos quanto ao cumprimento da legislação de biossegurança, isto é, sabem que existe a lei, mas não acreditam que esta seja exercida integralmente, ou que desconhecem sua existência. Entretanto, entendemos que grande parte dos estudantes pesquisados, dos dois países, principalmente da área biológica, tem conhecimento sobre a regulamentação dos produtos da engenharia genética.

Ainda, relacionado à biossegurança, buscamos compreender as concepções dos acadêmicos sobre a aplicação de técnicas genéticas em humanos. Atualmente, já é possível a realização de testes pré-diagnósticos como também, vacinas e medicamentos resultantes da engenharia genética. Além disso, uma das projeções da biotecnologia é de que no futuro a geneterapia, ou terapia gênica, poderá tratar e curar doenças hereditárias humanas. Assim, genes normais poderão ser produzidos em laboratório e injetados em células doentes para promover sua cura. No entanto, pesquisas desencadeadas pelo PGH já demonstraram que a complexidade do organismo humano é muito maior do que se imaginava e que ainda será necessário muito estudo para compreender os fundamentos da vida humana (FARAH, 2007). Esta complexidade do organismo parece ser reconhecida pelos participantes da pesquisa, uma vez que a maioria dos **brasileiros**, 92,36% de biológicas e 90,21% de humanas (FIGURA 4.33), e também dos **portugueses**, 92,94% dos acadêmicos de biológicas e 83,33 de humanas (FIGURA 4.34), concorda com a necessidade de mais estudos e pesquisas para a aplicação de técnicas genéticas em humanos.

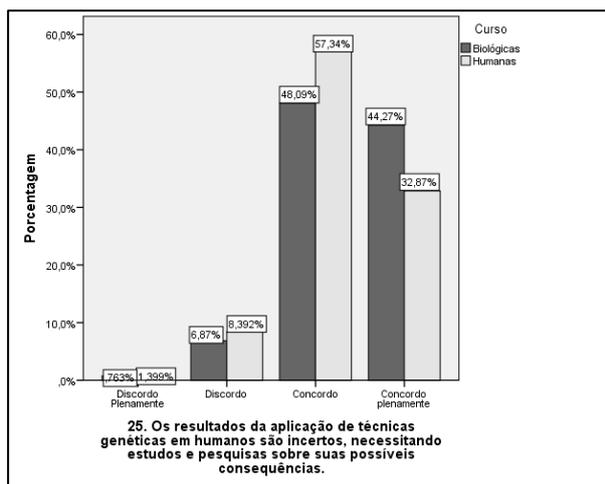


Figura 4.33 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A25.

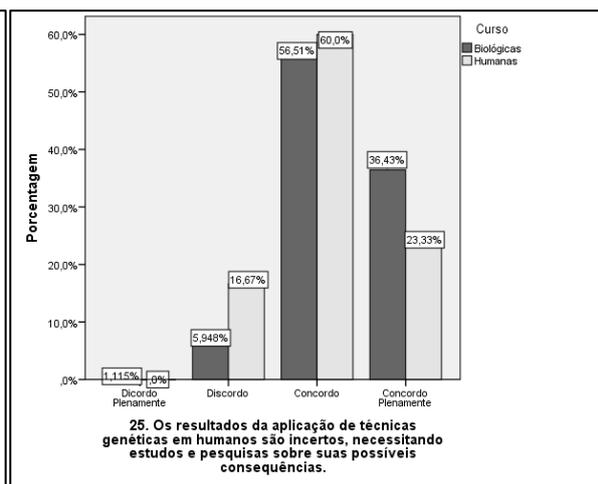


Figura 4.34 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A25.

### *Diversidade biológica*

Uma questão equivalente à aplicação de técnicas genéticas em humanos foi feita para analisar as concepções dos acadêmicos quanto aos seus efeitos na diversidade das espécies. Portanto, para responder a A42 é necessário o conhecimento da importância da diversidade biológica e das implicações da seleção de gametas e embriões humanos para sua continuidade na nossa espécie. Nessa questão, observa-se uma maior concordância entre os acadêmicos de biológicas, 68,70% brasileiros e 82,53% portugueses, em comparação aos de humanas, 55,94% brasileiros e 59,99% portugueses, evidenciando assim, maior aproximação dos primeiros com o conhecimento científico (FIGURA 4.35; 4.36). Todavia, a porcentagem de estudantes de biológicas nesta assertiva é menor que a das questões anteriores. Isso pode significar que os estudantes que discordaram da questão podem desconhecer as implicações da engenharia genética para a biodiversidade humana ou considerarem que o acesso a tais técnicas não são acessíveis ou necessárias a toda a população, e que os poucos casos da prática de seleção de gametas ou embriões não a afetariam.

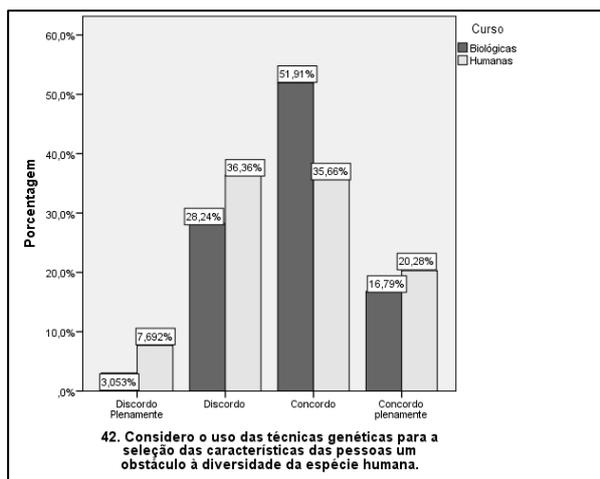


Figura 4.35 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A42.

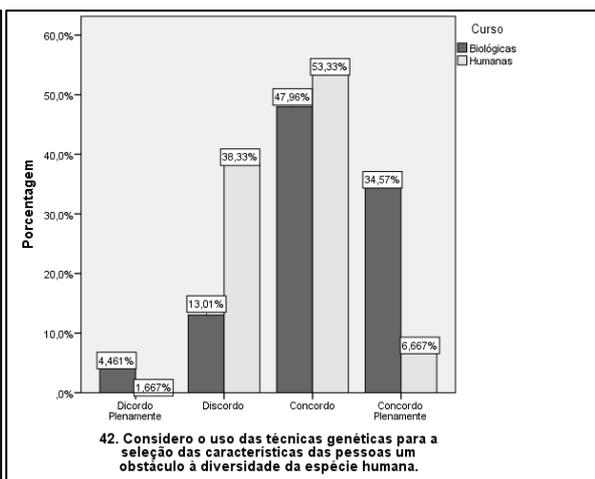


Figura 4.36 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A42.

### *Expressão gênica e fatores ambientais*

Outras duas questões foram analisadas para verificar o conhecimento básico dos sujeitos sobre expressão gênica. A assertiva A37 apresenta uma visão sistêmica de que o funcionamento dos genes é muito complexo e depende de fatores extra genéticos, como os ambientais, para determinarmos quais serão expressos. E a A30 refere-se ao conceito de fenótipo.

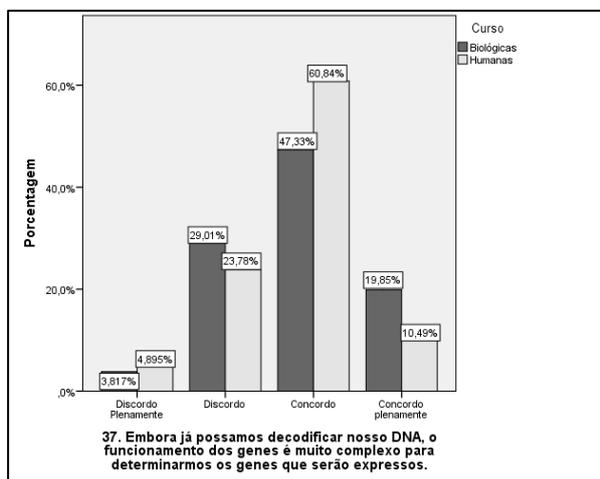


Figura 4.37 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A37.

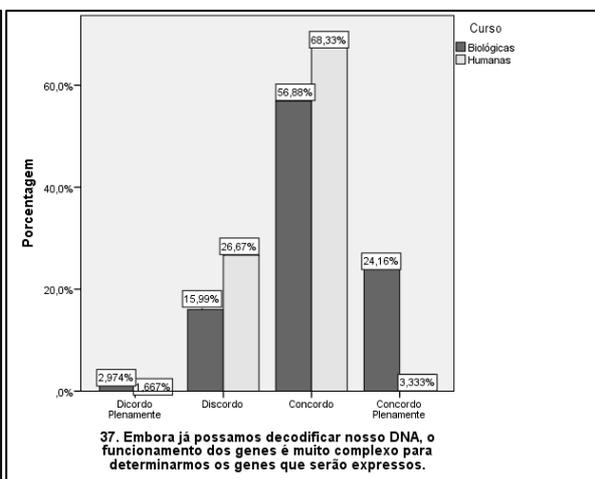


Figura 4.38 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A37.

Novamente, para responder a A37 o sujeito necessita conhecimentos científicos, pois muitas vezes a mídia divulga reportagens sensacionalistas e deterministas, assim como foi idealizado e divulgado sobre a possibilidade de conhecermos a expressão gênica de todas as características humanas ao término do PGH. Conforme as outras questões discutidas acima

(A42, A25 e A45), as maiores frequências, tanto de biológicas quanto de humanas, dos dois países, apresentam concordância demonstrando que os estudantes de ambas as áreas têm concepções próximas do conhecimento científico. Mas, temos que considerar os 32,82% participantes da área biológica e 28,67% de humanas do **Brasil**, bem como os 18,96% de biológicas e 28,33% de humanas de **Portugal**, que revelam-se deterministas genéticos ao discordarem da assertiva.

Justina (2011) afirma que, na visão tradicional da biologia, os seres vivos foram considerados por muito tempo como produtos da interação entre genótipo e fenótipo, sendo o genótipo o conjunto total dos genes de um organismo e o fenótipo considerado a expressão das características resultantes da relação entre genótipo e ambiente. Nesta perspectiva, o organismo é um ser passivo da interação entre seus genes e o ambiente no qual se encontra. Segundo a autora, existem diferentes perfis epistemológicos da relação entre os conceitos de genótipo e fenótipo, desde o realismo ingênuo com a ideia de transmissão de características de geração para geração e o racionalismo clássico representado por duas ideias 1. “O genótipo é o conjunto de genes que são sequências de DNA, que estão nos cromossomos, que codificam a produção de um polipeptídeo ou RNA, determinando as características fenotípicas” ou 2. O genótipo é o conjunto de unidades de herança que são os genes – fragmentos de DNA. E o fenótipo é a manifestação do genótipo sob a influência ambiental” (JUSTINA, 2011, p. 91), até o racionalismo discursivo com a visão sistêmica da interação entre genótipo+ambiente+organismo. Neste perfil,

O genótipo é o conjunto de indicativos físicos-químicos do desenvolvimento, internos ao organismo que permitem a construção do mesmo em caminhos que seu fenótipo se assemelhe às gerações anteriores, dependendo das interações ambientais. O fenótipo é a característica aparente de um organismo em um determinado momento do desenvolvimento, fruto das interações entre herança genotípica (indicadores do desenvolvimento), ruídos do desenvolvimento (aspectos aleatórios do desenvolvimento), herança ambiental, aspectos aleatórios do ambiente e ação do organismo sobre seu ambiente (JUSTINA, 2011, p. 91).

Concordamos que pela A30 é difícil saber se os acadêmicos que concordam interpretam a questão pelo racionalismo clássico ou sistêmico. Mas, podemos inferir que os que discordam expõem um perfil ingênuo, revelando determinismo genético, já que não consideram as influências ambientais no fenótipo.

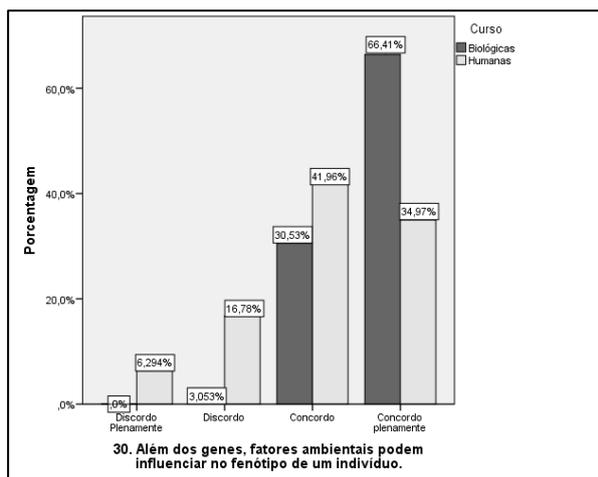


Figura 4.39 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A30.

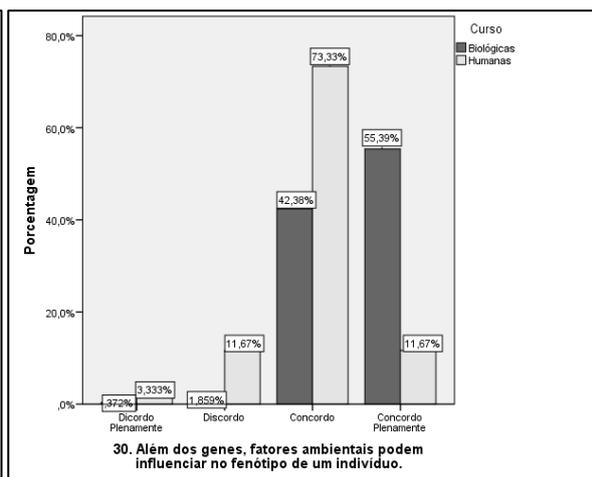


Figura 4.40 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A30.

Observamos nas figuras 4.39 e 4.40 que quase 100% dos acadêmicos de biológicas concordam com essa assertiva. Entre os acadêmicos de humanas dos dois países as frequências de concordância são um pouco menores, sendo que 23,07% de estudantes de humanas do **Brasil** e 15% de **Portugal** não concordam com a assertiva. Consta-se, assim, da mesma forma que na A37 e na A42, que a maioria dos acadêmicos das duas áreas detém conhecimentos sobre o assunto, mesmo que talvez este resida no racionalismo clássico, o qual, provavelmente, ainda prevalece na graduação.

#### *Escolha do sexo dos bebês e seleção de embriões*

As assertivas 32 e 26 apontam aplicações da engenharia genética já alcançadas com o conhecimento científico e tecnológico, porém restringidas na prática no Brasil pela Resolução 1.358/92, do Conselho Federal de Medicina, a qual afirma: “As técnicas de RA<sup>11</sup> não devem ser aplicadas com a intenção de selecionar o sexo ou qualquer outra característica biológica do futuro filho, exceto quando se trate de evitar doenças ligadas ao sexo do filho que venha a nascer”. Dessa forma, são questões controversas, que podem gerar confusões nas respostas dos participantes ao imaginarem que são apenas especulações científicas.

<sup>11</sup>Reprodução Assistida.

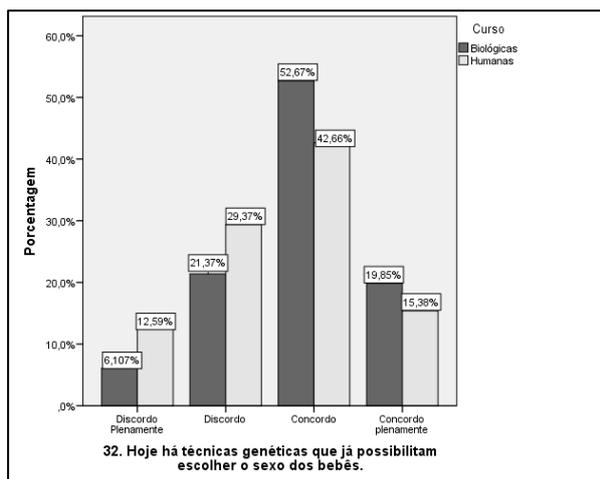


Figura 4.41 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A32.

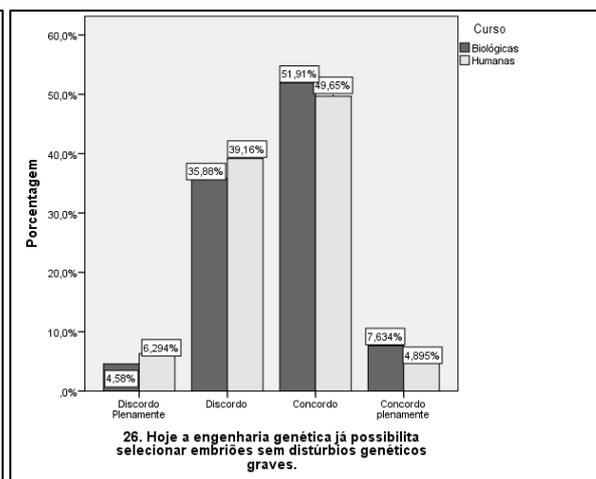


Figura 4.42 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A26.

Na análise das respostas da A32 e A26, observamos que os estudantes **brasileiros** das duas áreas demonstram maior conhecimento científico sobre a possibilidade de escolher o sexo dos bebês, já que, na A32, 72,52% de biológicas e 58,04% de humanas concordaram com essa assertiva. Enquanto que em relação a selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves (A26), encontramos uma maior variação entre as respostas dos acadêmicos de biológicas (40,46% discordam e 59,54% concordam), como também de humanas (45,45% discordam e 54,54% concordam).

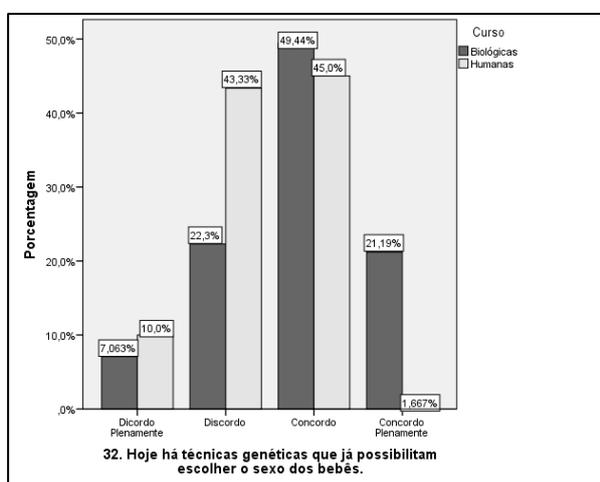


Figura 4.43 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A32.

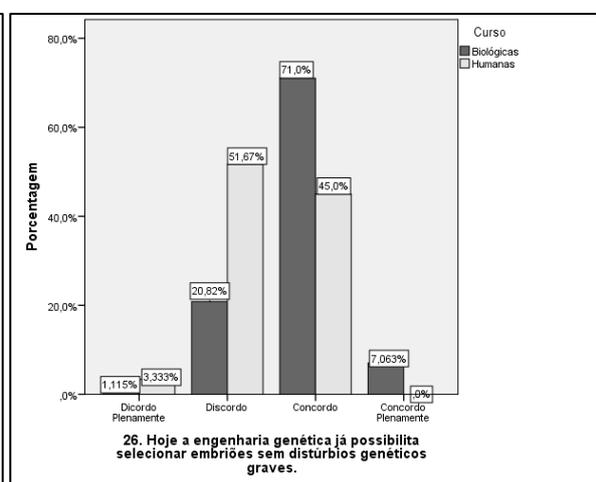


Figura 4.44 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A26.

Nas figuras 4.43 e 4.44, referente à análise dos estudantes **portugueses**, verificamos que nas duas assertivas os acadêmicos da área de humanas apresentam-se bastante divididos, aproximadamente metade (A32 = 53,33%; A26 = 55%) discordou, supondo ser algo fictício ou, ainda, especulações científicas a possibilidade de escolher o sexo dos bebês ou embriões

sem distúrbios genéticos por meio da engenharia genética. Já os acadêmicos da área biológica, pela aproximação do conhecimento científico, podem estar mais familiarizados com os avanços da genética e biologia molecular, apresentando, assim, maiores frequências entre concordo e concordo plenamente (A32 = 70,63%; A26 = 78,06%).

### *Movimento eugênico*

As assertivas A40 e A23 referem-se ao conhecimento sobre o movimento eugênico e sua divulgação sobre os ideais do melhoramento humano mediante o controle da reprodução. Conforme descrito no referencial teórico, a Eugenia em seu formato científico foi cunhada e conceituada por Francis Galton, em 1883, no livro *Inquiries into human faculty and its development*, como uma genuína ciência da hereditariedade humana ou do melhoramento biológico do tipo humano, que teria como propósito identificar os portadores das melhores características genéticas (realismo ingênuo) e estimular a sua reprodução, bem como, encontrar os que representavam características degenerescentes e, neste caso, evitar que se reproduzissem (MAI, 2004; DEL CONT, 2007; STEPAN, 2005).

Aos poucos as ideias de Galton se fortaleceram e se transformaram em movimentos de caráter supostamente científico, cuja abrangência alcançou inúmeros países. Entretanto, após as atrocidades do nazismo em prol de uma raça pura, a eugenia foi condenada e abolida dos discursos científicos. Apesar disso, conforme afirma Del Cont (2007), muitos ideais divulgados pela eugenia não desapareceram totalmente do cenário científico. Mai, Angerami (2006) e Frota-Pessoa (1994-95) reforçam esta ideia ao argumentarem que é um grande erro relegar o termo eugenia ao passado, ao invés de compreendê-lo em suas relações com o desenvolvimento técnico-científico da engenharia genética e suas contradições e limites. Sem dúvida, o discurso de garantir uma melhor geração de humanos, livre de anomalias genéticas, parece tentador. Entretanto, precisamos desenvolver uma visão crítica e amparada em informações coerentes sobre o assunto para não promover a volta de ideais eugênicos discriminatórios e racistas, tendo em vista que muitos autores, como Frota-Pessoa (1994-95), Barth (2005), Rocha et al. (2013) e Mondini et al. (2013), afirmam que toda utilização dos conhecimentos genéticos e moleculares voltados aos pressupostos de seleção são considerados medidas eugênicas em curso na atualidade.

Todavia, os contextos históricos do movimento eugênico e, também a possibilidade de seu retorno por meio do desenvolvimento das técnicas de fertilização in vitro e engenharia genética parecem não ser devidamente discutidos nos cursos de graduação tanto da área

biológica como de humanas, uma vez que a maioria, ao discordarem das assertivas demonstrou não conhecer o termo ou o conceito de eugenia.

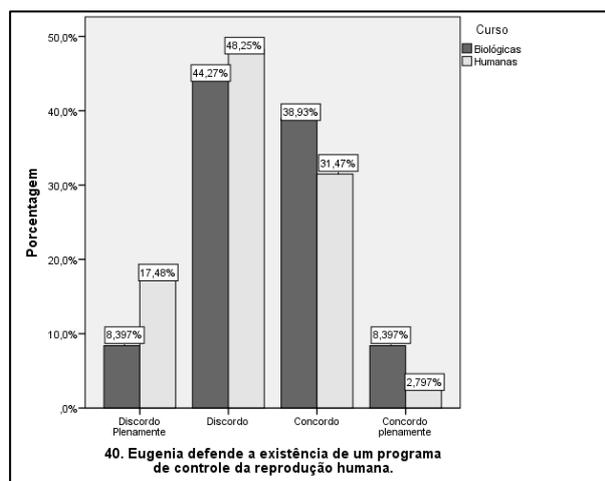


Figura 4.45 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A40.

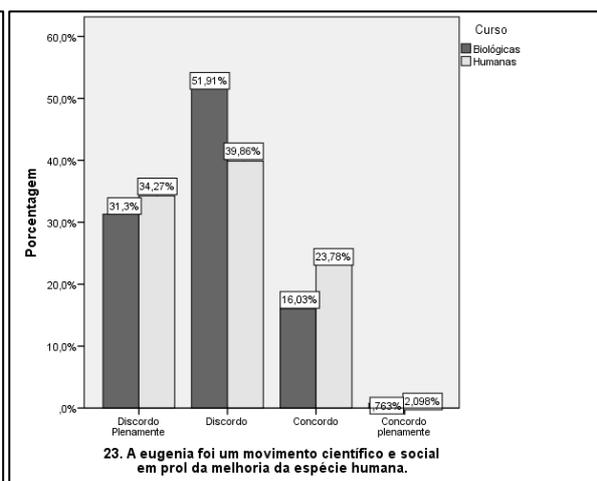


Figura 4.46 Frequência das respostas dos estudantes brasileiros à assertiva A23.

Na análise das respostas dos estudantes **brasileiros**, a A40 evidenciou maior coerência entre os respondentes do que a A23. Da área de biológicas 47,32% e de humanas 34,26% concordaram com a assertiva A40. Já em relação a A23, apenas 16,79% de biológicas e 25,87% de humanas apresentaram concordância.

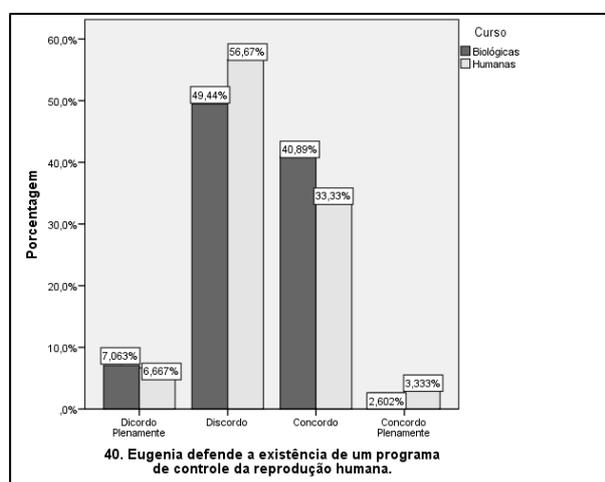


Figura 4.47 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A40.

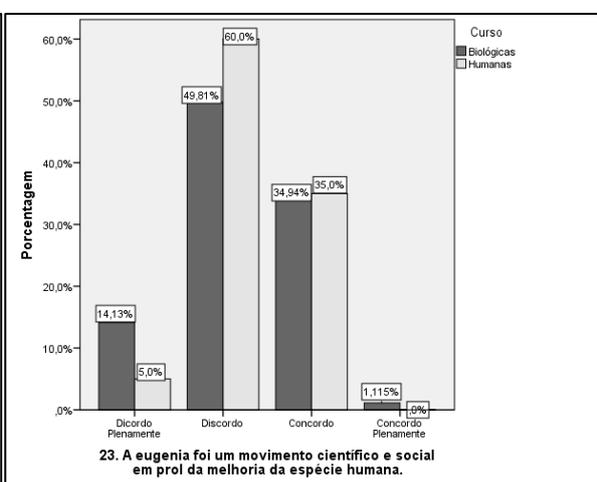


Figura 4.48 Frequência das respostas dos estudantes portugueses à assertiva A23.

Na análise dos alunos de **Portugal** os acadêmicos das duas áreas apresentaram, assim como os brasileiros, tanto na A40 como na A23, frequências maiores entre discordo e discordo plenamente, o que aponta, uma ausência de conhecimento sobre o termo eugenia, ou sobre o tema.

Tendo visto as aproximações da manipulação genética com a eugenia, como apontam Fraga e Aguiar (2010, p.124), “após uma fase de latência, novas descobertas sobre o genoma humano e o aperfeiçoamento e difusão das práticas de reprodução assistida ofereceram enorme potencial instrumental ao pensamento eugênico”, é extremamente importante voltar a divulgar o tema eugenia de modo a refletir criticamente os caminhos trilhados pelas aplicações do conhecimento genético em humanos ou, ainda, pela seleção embrionária na reprodução assistida e do aborto terapêutico e suas futuras implicações para a vida humana (BIZZO, 1995, SANDEL, 2013).

Quando nos referimos à hipótese de que a maioria dos estudantes apresenta desconhecimento do tema queremos dizer que estes não construíram formas de pensamento sobre as tentativas históricas, e provavelmente atuais, sobre movimentos ideológicos do melhoramento humano. Todavia ao considerarmos tratar-se de um desconhecimento apenas do termo estamos argumentando a possibilidade desses estudantes apresentarem conhecimentos sobre o movimento nazista por uma raça ariana, por exemplo, ou outros ideários de melhoramento da espécie humana inclusive no Brasil, mas não relacionarem esses movimentos à palavra eugenia. Os resultados do componente II – Formação para a prática social quanto à engenharia genética e à idealização do melhoramento humano – ao demonstrarem que a maioria apresenta atitudes anti-eugênicas – tornam essa hipótese mais viável.

### *Comparação entre as médias do componente III*

Para estabelecermos um panorama geral da análise das assertivas desse componente, detalhamos, a seguir, as médias das respostas dos acadêmicos das duas áreas, do Brasil (QUADRO 4.8) e de Portugal (QUADRO 4.9).

Quadro 4.8 Médias das respostas dos acadêmicos brasileiros às assertivas analisadas do componente III.

<b>Estatísticas de grupo</b>		
	<b>Cursos</b>	<b>Médias</b>
45. A liberação dos produtos gerados pela engenharia genética é realizada após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança.	Biológicas	3,24
	Humanas	3,16
30. Além dos genes, fatores ambientais podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.	Biológicas	3,63
	Humanas	3,06
25. Os resultados da aplicação de técnicas genéticas em humanos são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.	Biológicas	3,36
	Humanas	3,22
37. Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos os genes que serão expressos.	Biológicas	2,83
	Humanas	2,77
42. Considero o uso das técnicas genéticas para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.	Biológicas	2,82
	Humanas	2,69
32. Hoje há técnicas genéticas que já possibilitam escolher o sexo dos bebês.	Biológicas	2,86
	Humanas	2,61
26. Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos	Biológicas	2,63

graves.	Humanas	2,53
40. Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução humana.	Biológicas	2,47
	Humanas	2,20
23. A eugenia foi um movimento científico e social em prol da melhoria da espécie humana.	Biológicas	1,86
	Humanas	1,94

Quadro 4.9 Médias das respostas dos acadêmicos portugueses às assertivas analisadas do componente III.

<b>Estatísticas de grupo</b>		
	Cursos	Médias
45. A liberação dos produtos gerados pela engenharia genética é realizada após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança.	Biológicas	2,99
	Humanas	2,60
30. Além dos genes, fatores ambientais podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.	Biológicas	3,53
	Humanas	2,93
25. Os resultados da aplicação de técnicas genéticas em humanos são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.	Biológicas	3,28
	Humanas	3,07
37. Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos os genes que serão expressos.	Biológicas	3,02
	Humanas	2,73
42. Considero o uso das técnicas genéticas para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.	Biológicas	3,13
	Humanas	2,65
32. Hoje há técnicas genéticas que já possibilitam escolher o sexo dos bebês.	Biológicas	2,85
	Humanas	2,38
26. Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves.	Biológicas	2,84
	Humanas	2,42
40. Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução humana.	Biológicas	2,39
	Humanas	2,33
23. A eugenia foi um movimento científico e social em prol da melhoria da espécie humana.	Biológicas	2,23
	Humanas	2,30

Assim como na análise das médias dos componentes 1 e 2, a análise das médias das assertivas analisadas do componente III também evidencia ausência de diferenças significativas entre os grupos biológicas e humanas. Em relação às médias das respostas dos acadêmicos brasileiros nas assertivas do componente conhecimento, verificamos apenas em três delas valores satisfatórios em relação à perspectiva sistêmica, para as quais os acadêmicos de humanas também obtiveram médias satisfatórias acima de 3,0. Sobre aos dados de Portugal, das nove assertivas analisadas apenas em quatro os acadêmicos de biológicas e em uma os acadêmicos de humanas obtiveram médias condizentes com conhecimentos sistêmicos sobre o tema.

O resultado dos valores das médias e a falta de variação entre as duas áreas pesquisadas, tanto no Brasil como em Portugal, indica que, mesmo os acadêmicos matriculados em cursos que abrangem disciplinas científicas, encontram dificuldades tanto de conhecimentos básicos quanto em seus sistemas de valores e atitudes práticas sobre o tema engenharia genética e a idealização do melhoramento humano. Esse resultado evidencia a importância de inserir nas diferentes áreas do ensino superior reflexões epistemológicas e éticas sobre esses temas sócio científicos que estão presentes no dia a dia das pessoas, seja em mídias de divulgação científica, ou até mesmo em decisões pessoais. Cabe, assim, instigar

mais estudos que caminhem para possibilidades de maior integração entre conhecimentos científicos, valores e práticas sociais dos cidadãos.

Nesse contexto, torna-se imprescindível popularizar o debate em torno do tema engenharia genética e a idealização do melhoramento humano, viabilizando a alfabetização científica multidimensional para que a população compreenda e faça uso consciente das novidades da aplicação do conhecimento genético. Segundo Bybbe (1995) e Krasilchik (2004), a alfabetização científica multidimensional refere-se à dimensão em que os indivíduos são capazes de uma compreensão da ciência que se estende para além dos conceitos das disciplinas científicas e procedimentos de investigação científica, incluindo aspectos filosóficos, históricos e sociais. Neste nível os alunos desenvolvem uma compreensão e análise crítica da ciência e da tecnologia sobre a sua relação com suas vidas diárias. Mais especificamente, eles começam a fazer conexões entre ciência, tecnologia e as questões que desafiam a sociedade. Sendo assim, torna-se necessário que os cursos educacionais viabilizem um processo de ensino e aprendizagem que possibilite a articulação entre o conhecimento científico os valores e as práticas sociais dos cidadãos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento dessa pesquisa nos permite inferir algumas considerações sobre a alfabetização científica de alunos do ensino superior sobre engenharia genética e suas aproximações com a ideologia do movimento eugênico. A alfabetização científica para todos os cidadãos vem sendo defendida como meta atual do ensino das ciências naturais para garantir que a população, de um modo geral, compreenda e participe dos debates sociais relacionados a temas científicos e tecnológicos, utilizando-se desse conhecimento para tomar decisões conscientes e responsáveis no cotidiano.

Nesta tese, compreendemos a alfabetização científica como uma necessidade de popularizar a ciência, sua natureza, teorias, conceitos e ideologias, de modo a permitir a formação de conhecimentos, valores e atitudes práticas para o exercício pleno da cidadania em um contexto cada vez mais influenciado pelos empreendimentos da ciência e tecnologia. Consideramos, assim, que o ensino dos conteúdos científicos não implica apenas no aprendizado de conceitos, teorias e procedimentos, mas também no desenvolvimento de valores e atitudes práticas. Ao defendermos, conforme Freire (1980), Fourez (1997), Chassot (2003, 2010), Cachapuz et al. (2005) e Sasseron (2008, 2013), que a alfabetização científica deve permitir, já na educação básica, que o cidadão compreenda, discuta e utilize o conhecimento científico e integre valores e capacidades para a prática de decisões responsáveis quanto aos desdobramentos da ciência e da tecnologia no cotidiano social, propomos como objetivo geral investigar se está ocorrendo a alfabetização científica dos cidadãos, voltada para a formação de pensamentos, atitudes e valores sobre o desenvolvimento da engenharia genética e o rol de técnicas e testes genéticos que podem ter consequências saudáveis ou não para a população humana, possibilitando-lhes, ainda, compreender e questionar suas aproximações com as ideologias eugênicas, discriminatórias e racistas.

Para essa investigação elaboramos um instrumento de natureza quantitativa baseado na escala *Likert*, validado por meio de testes estatísticos (Alpha de Cronbach, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett) que demonstram sua confiabilidade para traçar um perfil das concepções dos acadêmicos no que diz respeito aos conhecimentos, valores e atitudes práticas (MODELO KVP) sobre o tema pesquisado. Tanto no conjunto de dados do questionário aplicado no Brasil como em Portugal, os três testes aplicados para verificar a confiabilidade

do instrumento de pesquisa e a viabilidade da análise fatorial resultaram em valores satisfatórios.

A análise dos três componentes principais (ACP), ou seja, a correlação entre o conjunto das assertivas resultou em cargas fatoriais bastante aproximadas, tanto dos dados do Brasil como de Portugal, o que evidencia a validade dos componentes e do modelo KVP para analisar as concepções dos acadêmicos sobre o tema.

A partir da análise das frequências e das médias das respostas dos alunos às assertivas delineamos considerações para os três componentes principais.

No Componente I – *Formação de valores sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano* – os estudantes das áreas de biológicas e humanidades, tanto do Brasil como de Portugal, mostram-se divididos quanto à possibilidade de a engenharia genética vir aperfeiçoar a população humana, resultando em altas frequências entre concordo e discordo (A14). Todavia, nas respostas à A18 e A34, observamos uma discrepância, uma vez que a maioria dos estudantes dos dois países e das duas áreas pesquisadas revelam não concordar com a manipulação genética para garantir uma melhor geração de humanos, como também com a possibilidade de os países utilizarem a engenharia genética para a seleção e o melhoramento de sua população. Refletimos que a diferença das respostas dadas a estas três assertivas se deve ao modo como as questões foram formuladas, já que a A14 pode ser interpretada pelo viés da saúde humana, enquanto que a A18 e A34 manifestam mais claramente valores eugênicos devido aos termos seleção e melhoramento.

Sobre a possibilidade de utilizar biotecnologias baseadas na engenharia genética, fertilização *in vitro* e terapia gênica para garantir o aperfeiçoamento da população quanto à resistência a doenças (A31), o nascimento de filhos saudáveis (13) ou a realização de pré-diagnóstico de doenças genéticas (16), identificamos um contrassenso nas respostas, tanto de acadêmicos brasileiros como portugueses, uma vez que são favoráveis à primeira e à última destas assertivas, mas contrários à A13. Compreendemos esses resultados pelo viés salvacionista, representante da crença depositada na ciência e tecnologia para solucionar os problemas da humanidade de um modo geral (A31), e pelo princípio da precaução, que pela falta de conhecimento ou insegurança não fariam uso pessoal das técnicas citadas na questão (A13). Inferimos, também, que as altas frequências de concordância na A16 podem estar relacionadas à garantia de medidas pessoais preventivas.

De modo semelhante às respostas dadas às A18 e A34, os estudantes de ambos os países novamente demonstram a formação de valores anti-eugênicos ao discordarem, em sua

maioria, quanto ao uso da engenharia genética para o aperfeiçoamento das características estéticas da população (A39, A43 e A22).

De um modo geral, pela análise das médias das frequências das respostas às assertivas do componente I, evidenciamos que a maioria dos acadêmicos brasileiros e portugueses, de ambas as áreas pesquisadas, apresenta valores sistêmicos sobre a utilização da engenharia genética para a seleção e melhoramento da população humana em relação às características estéticas e intelectuais. Entretanto, quanto ao uso desta biotecnologia para garantir à saúde humana, a maioria dos participantes enquadra-se em uma perspectiva de valores deterministas.

Para analisar o Componente II, referente à *Formação para a prática social quanto à engenharia genética e à idealização do melhoramento humano*, foram consideradas as assertivas A21, A35, A8, A36, A27 e A29.

Nas assertivas 21 e 35, que dizem respeito à realização de vasectomia e laqueadura como medidas de controle populacional, constatamos que a maioria dos acadêmicos dos dois países, tanto de biológicas como de humanas, demonstra defender atitudes anti-eugênicas, discordando destas práticas.

A análise de A8 e A36, referentes à utilização do aconselhamento genético e da clonagem em humanos, que representam medidas eugênicas no controle de doenças hereditárias, demonstrou uma variação entre os países investigados. Os estudantes brasileiros tendem a discordar das duas práticas, enquanto que os portugueses concordam, em grande parte, com o aconselhamento genético, mas discordam quanto à clonagem. Consideramos que os estudantes de Portugal, como também aqueles do Brasil, favoráveis ao aconselhamento genético, podem estar avaliando e entendendo que esta prática, ao inferir apenas no indivíduo, não gera repercussões negativas no nível populacional. Já referente à clonagem, acadêmicos discordam, provavelmente, devido a fatores morais, éticos e religiosos, como também pelas possíveis consequências fisiológicas.

As respostas atribuídas à A27 e à A29 apontam práticas coerentes com visões anti-eugênicas, deterministas e discriminatórias, visto a maior frequência de discordância da prática de evitar filhos biológicos com pessoas que apresentem homossexuais ou alcóolatrás na família.

Com a análise das médias desse componente constatamos que tanto entre os acadêmicos brasileiros assim como portugueses, os dois grupos investigados, biológicas e humanas, apresentaram respostas coerentes com práticas sistêmicas contrárias às ideologias do movimento eugênico.

Por fim, o componente III – *Formação de conhecimentos científicos sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano* - permitiu-nos compreender os conhecimentos científicos dos sujeitos pesquisados sobre engenharia genética e a idealização do melhoramento humano. Para isso, analisamos as assertivas 45, 30, 25, 37 e 42, que se referem a conhecimentos sobre genética, biologia molecular e as implicações das suas biotecnologias para a espécie humana. Para esse conjunto de questões constatamos que, sobre a liberação dos produtos gerados pela engenharia genética, a maioria dos estudantes das duas áreas, tanto do Brasil como de Portugal, concorda que, primeiramente, precisam ser aprovados pelo comitê de ética e biossegurança. Em relação à aplicação de técnicas genéticas em humanos, segundo a maioria dos participantes da pesquisa, é necessário mais estudos e pesquisas. E, quanto aos efeitos da aplicação de técnicas genéticas para a biodiversidade, os estudantes de biológicas apresentam respostas mais próximas do conhecimento científico do que os estudantes de humanas.

Da mesma forma, nas assertivas 37 e 30, sobre a expressão gênica e a interação entre genótipo e fenótipo, evidenciamos maiores frequências de conhecimento dos acadêmicos da área de biológicas.

Outras duas assertivas analisadas dizem respeito às aplicações da engenharia genética para a escolha do sexo dos bebês e seleção de embriões saudáveis, possíveis de serem realizadas, mas restringidas pela legislação brasileira. Com a análise das respostas observou-se que os estudantes das duas áreas, tanto do Brasil como de Portugal, mostram-se bastante divididos, ou seja, muitos consideram essas práticas como meras especulações científicas, enquanto outros defendem sua prática.

Ainda, neste componente, as frequências de duas assertivas (A40 e A23), que buscam analisar o conhecimento dos participantes sobre a eugenia, evidenciaram que os estudantes não têm conhecimentos sobre o termo ou conceito da eugenia.

A avaliação das médias das respostas às assertivas analisadas confirmou que tanto os acadêmicos brasileiros como portugueses, das duas áreas, não apresentam conhecimento sobre o termo eugenia e são céticos ou desconhecem a possibilidade da escolha do sexo e da seleção de embriões saudáveis. Contudo, a maioria mostra ter conhecimentos sobre leis de biossegurança e da necessidade de mais estudos e pesquisa para a liberação, em larga escala, da aplicação de técnicas genéticas em humanos. Grande parte dos estudantes, também, reconhece a complexidade das interações entre a herança genética, ambiental e do desenvolvimento do organismo.

Apesar dos dados evidenciarem uma ausência de conhecimento dos participantes quanto ao termo eugenia, defendemos que os estudantes apresentam uma formação provinda de outros contextos sociais e culturais, que contribuem para práticas sociais anti-eugênicas, conforme destacado no componente II. Assim, concluímos que eles têm conhecimentos das práticas ou tentativas de seleção e melhoramento da espécie humana, apesar de não associá-las à palavra eugenia.

Para finalizarmos, no que se refere ao desenvolvimento da pesquisa, ressaltamos o número significativo de trabalhos que vêm utilizando essa abordagem metodológica e propondo instrumentos de análise quantitativa para acender dados mais precisos e gerais sobre diversos temas de estudo. Porém, não encontramos na literatura nenhum estudo sobre a elaboração, validação, aplicação e análise quantitativa de um instrumento investigativo sobre o tema proposto nesta tese. Sendo assim, consideramos que o instrumento elaborado e aplicado para estudantes de vários cursos de duas instituições de nível superior de ensino, uma brasileira e outra portuguesa, constitui-se em uma ferramenta que pode contribuir para avaliar a alfabetização científica, em relação à engenharia genética e eugenia, ao ser utilizada em futuras pesquisas na área de Ensino de Ciências.

## REFERÊNCIAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. v. 2. 1. ed. São Paulo: Editora Moderna. 2013.
- AMARAL, I. A. do. Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação. In: BARRETTO, E. S. de S. (Org.). **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2000. p. 201-232.
- ANDRADE, T. de. Reseña de "O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?" de Jürgen Habermas. **Ambiente & Sociedade**, v. VIII, n. 1, enero-junio, 2005.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, s/p, 2007.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisa survey**/Earl Babbie; tradução de Guilherme Cezarino – Belo Horizonte: Ed UFMG, 1999.
- BANET, E.; AYUSO, E. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 137-153, 1995.
- BAPTISTA, V. F. A educação ambiental para um ambiente equilibrado. **Saúde & Amb. Rev.**, Duque de Caxias, v.7, n.1, p. 01-09, jan/jun. 2012.
- BARTH, W. L. Engenharia genética e bioética. **Rev. Trim.**, Porto Alegre v. 35. n. 149, p. 361-391, set. 2005.
- BASTOS, F. Formação de professores de biologia. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (Org.). **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 58-70.
- BATISTA FILHO, A. R.; GOMES, E. B.; KALHIL, J. D. B.; CARVALHO, L. A. M. De; CAVALHEIRO, J. Dos S. Transposição didática no ensino de ciências: facetas de uma escola do campo de Parintins/AM. **Rev. ARETÉ**. Manaus. v. 5, n. 8, p.71-82. jan-jul. 2012.
- BIZZO, N. M. V. Eugenia: quando a biologia faz falta ao cidadão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 92, p. 38-52, fev. 1995.
- BIZZO, N. M. V.; GOUW, A. M. S, PEREIRA, H. M. R. Evolução e religião: o que pensam os jovens estudantes brasileiros. **Ciência Hoje**, v. 300. p. 27-31, 2013.
- BLACK, E. **A guerra contra os fracos**. São Paulo: A Girafa Ltda., 2003.
- BONZANINI, T. K.; BASTOS F. Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e Projeto Genoma Humano. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005.
- BOSTROM, N. Transhumanist Values. **Review of Contemporary Philosophy**, v. 4, p. 87-101, 2005.

BRANDÃO, L.; CORAZZA, M. J. **Produção de Wiki**: uma ferramenta pedagógica para o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes do ensino médio, 2008. Disponível em: <[www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/281-4.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/281-4.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2015.

BRASIL. **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988. 292 p.

BRASIL. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L11105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L11105.htm)>. Acesso em: 29 out. 2015.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL, Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Introdução. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: orientações curriculares educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRAZ, M. Conhecimento das Informações Genéticas: benefícios e riscos individuais. In: EMERICK, M. C.; MONTENEGRO, K. B. M.; DEGRAVE, W. (Org.). **Novas tecnologias na genética humana**: avanços e impactos para a saúde. Rio de Janeiro: [GESTEC-Nit], 2007. p. 183-188.

BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. **The Science teacher**, v. 62, n. 7, p. 28-33, Arlington: United States, 1995.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CANDAU, V. M. A formação de educadores: uma perspectiva multidimensional. In: CANDAU, V. M. (Org.). **Rumo a uma Nova Didática**. 15.ed., Petrópolis, RJ: Vozes, 2003, p. 49-55.

CARVALHO, G. S.; CLÉMENT, P. Projecto “Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania”: análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** v. 7, n. 2, 2007.

CARVALHO, G. S. Literacia científica: Conceitos e dimensões. In: Azevedo, F.; Sardinha, M. G. (Coord.) **Modelos e práticas em literacia**. Lisboa: Lidel, p.179-194, 2009.

CARVALHO, H.; ÁVILA, P.; NICO, M.; PACHECO, P. **A competência dos alunos – Resultados do PISA 2009 em Portugal**. CIES, Instituto Universitário de Lisboa. 2011.

Disponível em:

[http://www.projavi.mec.pt/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=34&fileName=RELAT\\_RIO\\_NACIONAL\\_PISA2009\\_Link.pdf](http://www.projavi.mec.pt/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=34&fileName=RELAT_RIO_NACIONAL_PISA2009_Link.pdf)

CARVALHO, N. V. de. **Cultura urbana e globalização**. 2006. Disponível em <http://www.bocc.ubi.pt/pag/carvalho-nuno-cultura-urbana-globalizacao.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2014.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5.ed. Ijuí: Ed. Unijui. 2010.

CLEMENT, P. **Science et idéologie: exemples en didactique et épistémologie de la biologie**. A Colloque Science - Médias – Sociétés., Berne. 2004. Disponível em: [http://science.societe.free.fr/documents/pdf/Sciences\\_medias\\_societe\\_2004/Clement.pdf](http://science.societe.free.fr/documents/pdf/Sciences_medias_societe_2004/Clement.pdf). Acesso em: 28 ago. 2015.

CORTINA, J. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and application. **Journal of Applied Psychology**, v. 78, p. 98-104, 1993.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, Greensboro, NC, v. 16, n. 3, p. 297-334, set. 1951.

CUNHA, A. M. **Ciência, tecnologia e sociedade na óptica docente: construção e validação de uma escala de atitudes**. 2008. 103 p. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação da Universidade Estadual De Campinas, Campinas, 2008.

DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE. **Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico**, 1999. Disponível em: [http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm). Acesso em: 25 set. 2015.

DEL CONT, V. D. **A ciência do melhoramento das especificidades genéticas humanas**. 370 f. Tese (doutorado) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo, 2007.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DIWAN, P. **Raça Pura**. Uma história da eugenia no Brasil e no mundo. São Paulo: Contexto, 2007.

FABIANO, J. L. de A. **Melhoramento humano: heurística evolutiva e riscos existenciais**. 2014. 93f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2014.

FARAH, S. B. **DNA Segredos & Mistérios**. São Paulo: Ed. Sarvier, 2007.

FARDILHA, M.; SILVA, O. C.; SILVA, E. C. A importância do mecanismo de *splicing* alternativo para a identificação de novos alvos terapêuticos. **Acta Urológica**, v. 25, n. 1, p. 39-47, 2008.

FÁVARO, R. D.; DINIZ, R. E. S.; MAIA, I. G.; DOMINGUES D. S. **Engenharia genética e biologia molecular: possibilidades e limites do trabalho do professor de biologia do ensino médio.** IV Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências, p. 1-11, 2004.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. A abordagem do DNA nos livros de Biologia e Química do ensino médio: uma análise crítica. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 6, n. 1. *En publicacion:* FaE, Faculdade de Educação, UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil: Brasil. 2004. p. 1415-2150

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Tradução Joice Elias Costa. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405p.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias.** Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências: As Lógicas das Invenções Científicas.** Porto Alegre, RS: Instituto Piaget Brasil, 2009. 405p.

FRAGA, I. O; AGUIAR, M. A Neoeugenia: o limite entre a manipulação gênica terapêutica ou reprodutiva e as práticas biotecnológicas seletivas da espécie humana. **Revista Bioética**. v. 18, n. 1. p. 121-130, 2010.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** São Paulo: Paz e Terra, 1980.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-112, julho/setembro. 2000.

FROTA-PESSOA O. Quem tem medo da eugenia? **Rev USP**. São Paulo, v. 24, p. 38-45, dezembro-fevereiro. 1994/95.

GADOTTI, M. **Escola Cidadã.** São Paulo: Cortez, 1992.

GATTÁS, G. J. F. SEGRE, M.; WÜNSCH FILHO, V. Genética, biologia molecular e ética: as relações trabalho e saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**. v. 1, n. 7, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**. v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 31-53, 2006.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes às concepções científicas.** 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

GIORDAN, A. Culture scientifique et technologique, régulation de la démocratie et vie quotidienne. In: FOUREZ, G. (Coord.). **Enseigner les sciences en l'an 2000.** Presses Universitaires, Namur, 1989. p. 29.

GIROUX H. **Teoria crítica e resistência em educação.** Petrópolis: Vozes, 1986.

GLAD, J. **Futura Evolução humana**: eugenia no século XXI. Trad. de Lilian Denise Mai. Copyright, 2008.

GOULD, S. J. **A falsa medida do homem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

GOLDBACH, T; EL-HANI, C. N. Entre receitas, programas e códigos: metáforas e ideias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. **Alexandria** - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. 2008. Disponível em: [http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero\\_1/artigos/CHARBEL.pdf](http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_1/artigos/CHARBEL.pdf). Acesso em: 14 jun. 2015.

GRÁCIO, M. M. C.; GARRUTTI, É. A. Estatística aplicada à educação: uma análise de conteúdos programáticos de planos de ensino de livros didáticos. São Paulo: **Revista de Matemática e Estatística**, v. 23, n. 3, p.107-126, 2005.

HAIR, J. F.; TATHAM, R. L.; ANDERSON, R. E.; BLACK, W. **Multivariate Data Analysis**. 5.ed. Prentice Hall. 1998.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85-103, 2010.

JAPIASSU, H. **O mito da neutralidade científica**. Rio de Janeiro: Imago, 1975.

JUSTINA, L. A. D.; FERRARI, N. **A ciência da hereditariedade**: enfoque histórico, epistemológico e pedagógico. Cascavel: Ed. Edunioeste, 2010.

JUSTINA, L. A. D. **Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço coletivo de formação inicial de professores e pesquisadores de biologia**. 2011, 238 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.

KELLER, E. F. **O século do gene**. Belo Horizonte: Editora Crisálida. Tradução: Nelson Vaz. 2002.

KOVALESKI, A.; PILATTI, L. A. **Ferramenta *freeware* para a realização do cálculo do Coeficiente Alpha de Cronbach**. Ponta Grossa: Fundação Araucária, 2010, 10p.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez. 1988.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4.ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LEAL, M. C.; GOUVÊA, G. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciências na escola e no museu. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 1, p. 5-36, 2002.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**. New York, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEWONTIN, R. C. **Biologia como ideologia**: a doutrina do DNA. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2000.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, A. C.; PINTON, M. R. G. M.; CHAVES, A. C. L. O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia Hoje - Volume 3 - Ed. Ática*. 2012.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. De. **Pesquisa em Educação**: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LONARDONI, M. C; CARVALHO, M. **Alfabetização Científica e a formação do cidadão**. PDE-2007.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais, **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p. 37-50, 2001.

MAI, L. D. **Análise da produção do conhecimento em eugenia na revista brasileira de enfermagem REBEn 1932 a 2002**. Tese (Doutorado) – Escola de enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

MAI, L. D.; ANGERAMI, E. L. Eugenia negativa e positiva: significados e contradições. **Revista Latino-americana Enfermagem**, v. 14, n. 2, p. 251-258, 2006.

MAI, L. D.; BOARINI, M. L. Estudo sobre forças educativas eugênicas no Brasil, nas primeiras décadas do século XX. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 1, n. 1, 2002.

MAMEDE, M. ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza De Las Ciencias**, 2005. Número extra. VII CONGRESO.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, v. 4, n. 1, p. 65-90, 2006.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: A atual tendência de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico**: diversidade, evolução e herança. Tradução Ivo Martinazzo. Brasília: Ed. UNB, 1998.

MEDEIROS, A. **Teachers of physics understanding of the nature of Science with particular reference to the development of ideas of force and motion**. Tese (Doutorado) – Leeds: University of Leeds, 1992.

MEDEIROS, A.; FILHO, S. B. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M.; BORTOLOZZI, J. Recorrência da ideia de progresso na história do conceito evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural. **Filosofia e História da Biologia**, v.1, p. 107-123, 2006.

- MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MIZUKAMI, M. da G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos da educação e ensino).
- MONDINI, C.; CRETTELLA, J.; SANCHES, L. C.; GARBELINI, M. C. L. Eugenia – A Ovelha Negra da Ciência. **In: Jornada Interdisciplinar de Pesquisa em Teologia e Humanidades**, v. 3, p. 155-169, 2013.
- NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de biologia e física. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, 2006.
- NEVES, N. C. **Ética para os futuros médicos: é possível ensinar?** / Nedy Cerqueira Neves. – Brasília: Conselho Federal de Medicina, 2006. 104p.
- OLIVEIRA, F. **Engenharia genética: o sétimo dia da criação**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- OLIVEIRA, M. B. A crise e o ensino de Ciência. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 19, n. 62, p. 01-17, 1998.
- OLIVEIRA, W. F. A. DE; SILVA-FORSBERG, M. C. Estudo epistemológico sobre alfabetização científica. **Scientia Amazonia**, v. 1, n. 2, p. 37-45, 2012.
- OLIVEIRA, T. H. G.; SANTOS, N. F.; BELTRAMINI, L. M. O DNA: Uma sinopse histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, 2004. Disponível em: [http://agata.ucg.br/formularios/site\\_docente/bio/marcio/pdf/01%20-%200%20DNA%20-%20Uma%20Sinopse%20Hist%C3%B3rica.pdf](http://agata.ucg.br/formularios/site_docente/bio/marcio/pdf/01%20-%200%20DNA%20-%20Uma%20Sinopse%20Hist%C3%B3rica.pdf). Acesso em: 14 jun. 2015.
- ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1948. Disponível em: <http://www.onu.org.br/declaracao-universal-dos-direitos-humanos/>. Acesso em 23/07/2014.
- OSORIO, T. C. **Ser protagonista: Biologia- Ensino Médio**. 2.ed. São Paulo: Edições SM, 2013 (Coleção Ser Protagonista, 3 volumes).
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares de Educação Física para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio**. Curitiba: SEED, 2008.
- PASQUALI, L. **Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação**. Petrópolis: Vozes. 2003.
- PEDRANCINI, V. D. **Percepção pública da ciência e da tecnologia dos medicamentos: subsídios para o ensino de ciências**. 2015. 302 p. Tese (Doutorado Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Bauru, Bauru, 2015.
- PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do

saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PEREIRA, L. C. B. Controle da população e ideologia. **Revista de Administração de Empresas**, v. 18, n. 4, p. 45-50, 1978.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos**: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. 2a Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

PEREIRA, L. V. **Seqüenciaram o genoma humano e agora?** São Paulo: Ed. Moderna, 2001.

PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. de. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 727-741, jul./set. 2012.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 2.ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2000.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.

PIZARRO, M. V.; LOPES JUNIOR, J. Os indicadores de alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental e o uso da história em quadrinhos como recurso didático em ciências. In: BASTOS, F. (Org.). **Ensino de ciências e matemática III**: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 214p.

POLINO, C. Percepção pública da ciência e desenvolvimento científico local. **Revista Comciencia**, Edição “Cultura Científica” de julho de 2003.

PRAIA, J.; GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 13, n. 2, 2007.

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. de A. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

QUEIRÓS, W. P.; BATISTETI, C. B.; JUSTINA, L. A. I. Tendências das pesquisas em história e filosofia da ciência e ensino de ciências: o que o ENPEC e o EPEF nos revelam? In: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais/Florianópolis**: UFSC, 2009.

RAMOS, F. P. **O conceito de gene em discursos de professores pesquisadores**: evolução em andamento ou revolução permanente? 2010. 250 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, 2010.

RAZERA J. C. C.; NARDI, R. Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.11, n. 1, p. 53-66, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/main/artigos/openAbstract.php?idArtigo=145>>. Acesso em: 29 out. 2015.

- REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.
- RIBAS, J. R.; VIEIRA, P. R. da C. **Análise multivariada com o uso do SPSS**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011. 272p.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.
- ROCHA, S. A educação como ideal eugênico: o movimento eugenista e o discurso educacional no boletim de eugenia 1929-1933. **Cadernos de pesquisa**, v. 6, n. 13, 2011.
- ROCHA, C. B. de O.; CASTILHO, L. M.; BOLLER, C.; SANCHES, L. da C. Eugenia: preconceito e racismo baseados na ciência. In: X Enepe- Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão e III Encontro de Bioética. 2013.
- SANDEL, M. **Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética**. Tradução Ana Carolina Mesquita. 1 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013. 160p.
- SANTOS, V. C.; EL-HANI, C.N. Ideias sobre genes em livros didáticos de biologia do ensino médio, publicados no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 21-47.
- SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36 set./dez. 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9 – nº 17 - jul. 2012/dez. p.49-62, 2012.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.
- SASSERON, L. H., **Alfabetização Científica no ensino Fundamental – Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese apresentada à Faculdade de Educação da USP, 2008.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estrutura do ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 41-62, 2013.

SASSERON, L. H. E CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.

SCHEID, N. M. J.; PERSICH, G. D. O.; KRAUSE, J. C. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. In: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais/Florianópolis: UFSC**, 2009.

SCHNEIDER, E. M. **O conceito de gene na visão de professores universitários e acadêmicos de ciências biológicas licenciatura**. 2010. 83f. Monografia. (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2010.

SCHNEIDER, E. M. **O estudo do movimento eugênico e a compreensão das relações entre ciência e ideologia por professores em formação continuada**. 2013. 213f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.

SCOARIS, R. C. O.; PEREIRA, A. M. T. B.; SANTIN FILHO, O. Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, p. 901-922, 2009.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (Org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: Eduff, 2005. p. 50-62.

SILVA, P. R. da. **Análise das concepções de professores de biologia em formação inicial acerca da relação entre ciência e valores**. 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, Bauru, 2012.

SILVA, P. R. da; ARAÚJO, E. S. N. N. de; CALDEIRA, A. M. de A.; CARVALHO, G. S. Construção e validação de questionário para análise de concepções bioéticas. **Rev bioét** (Impr.), v. 20, n. 3, p. 490-501, 2012a.

SILVA, P. R. DA; ARAÚJO, E. S. N. N. de; CARVALHO, G. S. de; CALDEIRA, A. M. de A. Concepções de futuros professores de biologia brasileiros e portugueses sobre valores éticos da ciência. In: ATAS do VIII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) / I CIEC (Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. p.1-12. 2012b.

SILVA, C. P.; FIGUEIRÔA, S.F. M.; NEWERLA, V. B.; MENDES, M. I. P. Subsídios para o uso da história das ciências no ensino: exemplos extraídos das geociências. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 497-517, 2008.

SONG, R. **Genética Humana: fabricando o futuro**. São Paulo: Edições Layola, 2005. 150p.

- SOUSA, M. da G. S. P. M. De. **Ensino Experimental das Ciências e Literacia Científica dos Alunos**: Um estudo no 1º Ciclo do Ensino Básico. Dissertação de mestrado. Instituto Politécnico de Bragança. 2012.
- STEPAN, N. L. **A hora da Eugenia**: raça, gênero e nação na América Latina. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2005.
- TEIXEIRA, E. B. A análise de dados na pesquisa científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 1, n. 2, p. 177-201, 2003.
- TEIXEIRA, P. M. M.; VALE, J. M. F. Ensino de Biologia e cidadania: problemas que envolvem a prática pedagógica de educadores. In: NARDI, R. (Ed.). **Educação em Ciência**: da pesquisa à prática docente. São Paulo: Escrituras, 2010. n. 3, p. 23-40.
- TIZIOTO, P. C.; ARAUJO, E. S. N. N. Fertilização in vitro e bioética nos livros didáticos. In: ARAUJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (Org.). **Práticas integradas para o ensino de biologia**. São Paulo: Escrituras, 2008. p. 147-169.
- TRIVELATO, S. L. F. O ensino de ciências e as preocupações com as relações CTS. **Revista Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 5, n. 1, p. 29-42, mar/set. 2000.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Atlas, 1987. 175p.
- VANNUCHI, A. I. A Relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de C. (Org.). **Ensino de Ciências**: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Thomson Learning, 2004. p. 77-97.
- VIEIRA, A. C. P.; CORNÉLIO, A. R.; SANTOS, J. P.; VIEIRA, P. A. **Legislação de Biossegurança no Brasil**. In: XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. 2004.
- VILAS-BOAS, A. Conceitos errôneos de Genética em livros didáticos do ensino médio. **Genética na escola**, ano 1, v. 1, 2006.
- VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; FREITAS, D. Formação do professor de Ciências no Brasil: tarefa impossível? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF, 7., 2002. **Atas**, 2002. p. 21. 1 CD-ROM.
- VOGT, C.; POLINO, C. (Org.). **Percepção pública da ciência**: Resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. Campinas: Unicamp – FAPESP, 2003.
- XAVIER, M. C.; FREIRE A. S.; MORAES, M. O. A introdução dos conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no Ensino de Genética no Nível Médio: há espaço para a nova Biologia? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., Bauru, **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.
- WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA**: O segredo da vida. Trad. Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 470p.
- WHITTLE, M. R. Screening genético: Implicações e perspectivas. **Revista USP**. São Paulo, n. 24, p. 46-53, dez/fev. 1994/95.
- ZATZ, M. **Genética**: Escolhas que nossos avós não faziam. São Paulo: Globo, 2011.

**APÊNDICE 1. FOLHA DE VALIDAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.****Nome do avaliador:****Sessão 1: Dados pessoais**

P1. Sexo: a. ( ) Masculino b. ( ) Feminino

P2. Idade: \_\_\_\_\_ Anos.

P3. Você é (assinale apenas uma opção):

a. ( ) Agnóstico / Ateu

Cristão:

b. ( ) Católico

c. ( ) Protestante

d. ( ) Ortodoxo

e. ( ) Outro (especifique): \_\_\_\_\_

f. ( ) Muçulmano:

g. ( ) Judeu

h. ( ) Outra religião / crença (especifique): \_\_\_\_\_

i. ( ) Não quero responder.

P4. Curso em que está matriculado:

a. ( ) Ciências Biológicas

d. ( ) Direito

b. ( ) Enfermagem

e. ( ) Pedagogia

c. ( ) Medicina

f. ( ) Letras

P5. Ano que está cursando: \_\_\_\_\_

P6. Cursou alguma disciplina de história e filosofia da ciência ou equivalente?

a. ( ) sim b. ( ) não

c. Se sim, qual? \_\_\_\_\_

P7. Já estudou ou interessa-se pessoalmente por história e filosofia da ciência?

a. ( ) sim b. ( ) não

P8. Já teve alguma experiência de vida, ou conhece alguém que teve, com o uso de engenharia genética?

a. ( ) Sim b. ( ) Não

c. Se sim, de que tipo? \_\_\_\_\_

Data de preenchimento do questionário: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

O objetivo desta sessão é coletar informações pessoais sobre o participante da pesquisa, como por exemplo, idade, gênero, opção religiosa, formação superior e experiências pessoais com o uso da engenharia genética.

Por favor, utilize este espaço se você tiver alguma questão ou sugestão com relação às questões apresentadas desta sessão.

## Sessão 2: Questionário sobre engenharia genética e “melhoramento humano”

Esta sessão tem como objetivo coletar dados sobre as concepções de conhecimentos, valores e práticas sobre engenharia genética e “melhoramento humano” de alunos do ensino superior.

Para fins de validação, esta sessão foi organizada em três eixos: de conhecimento; de valores; de práticas. Gostaríamos de sua opinião sobre todas as questões de cada eixo. Assim, por favor, assinale se para você a questão: *permanece como esta, deve ser excluída, não corresponde ao objetivo, comentário ou sugestão de alteração*.

### *Eixo 1: Assertivas de conhecimento*

Objetivo: Investigar concepções de conhecimentos dos acadêmicos sobre eugenia, hereditariedade, expressão gênica e engenharia genética, a fim de verificar posições deterministas genéticas, favoráveis a ideais eugênicos ou anti-eugênicos.

		Permanece como está	Deve ser excluída	Não corresponde ao objetivo	Comentário ou sugestão de alteração:
1.	Eugenia foi considerada a ciência que estudou as influências, sob controle social, que poderiam melhorar ou aperfeiçoar as características (ou qualidades) humanas, tanto físicas como mentais.				
2.	A eugenia foi um movimento científico e social em prol do melhoramento genético da espécie humana				
3.	Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução				

	humana.				
4.	A área da medicina que estuda a transmissão genética do câncer é a eugenia.				
5.	Há técnicas da engenharia genética que se aproximam dos ideais de seleção de características para o melhoramento humano.				
6.	Todas as doenças são hereditárias.				
7.	Além dos genes, fatores ambientais também podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.				
8.	Todas as características físicas, comportamentais e intelectuais são transmitidas hereditariamente.				
9.	Condições salubres, como moradia, saneamento, higiene e alimentação saudável interferem na expressão gênica.				
10.	Um diagnóstico genético de uma doença garante totalmente que a predisposição se tornará realidade.				
11.	Hoje a engenharia genética já possibilita escolher o sexo dos bebês.				
12.	Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves.				
13.	Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos a totalidade de genes que serão expressos.				
14.	Uma mutação genética é sempre prejudicial.				
15.	Todas as pessoas que nasçam com os genes responsáveis pelo câncer de mama (BRCA1 e BRCA2) desenvolverão esta doença.				
16.	O conceito de raça humana é respaldado na ciência.				
17.	Raça humana é um conceito baseado em características socioculturais.				

### *Eixo 2: Assertivas de valores*

Objetivo: Investigar concepções de valores dos acadêmicos sobre eugenia, hereditariedade, expressão gênica e engenharia genética, a fim de verificar posições deterministas genéticas, favoráveis a ideais eugênicos ou anti-eugênicos.

		Permanece como está	Deve ser excluída	Não corresponde ao objetivo	Comentário ou sugestão de alteração:
18.	Para aplicação da engenharia genética no aperfeiçoamento da espécie humana deve ter-se em consideração o apoio social.				
19.	Considero que cada pessoa tem o direito de escolha das características físicas do				

	filho por meio de fertilização <i>in vitro</i> (como por exemplo, sexo, cor da pele, olhos e cabelo).				
20.	Sou favorável aos países estimularem os pais escolherem as características físicas favoráveis do filho por meio de fertilização <i>in vitro</i> (como por exemplo, sexo, cor da pele, olhos e cabelo).				
21.	Considero a variação das características físicas entre os seres humanos mais importante para a manutenção da espécie do que seu aperfeiçoamento pela engenharia genética.				
22.	Agrada-me a ideia de se produzir pessoas mais bonitas e mais saudáveis.				
23.	Considero importante ter um histórico da minha saúde genética para ser utilizado com relação à vida profissional e financeira.				
24.	Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.				
25.	Considero o uso da engenharia genética para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.				
26.	Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.				
27.	Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais resistentes a doenças.				
28.	Para aplicação da engenharia genética no aperfeiçoamento da espécie humana deve ter-se em consideração o apoio social.				
29.	A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.				
30.	Os resultados da aplicação da engenharia genética são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.				
31.	É importante a adoção de anticoncepcionais como medida de controle populacional para classes sócio econômicas menos favorecidas.				
32.	Considero que as ideologias do contexto histórico, social e econômico influenciam a produção do conhecimento científico.				
33.	Em minha opinião a sociedade deve ter participação crítica nas pesquisas científicas.				
34.	Sou favorável ao aconselhamento genético em casos de doenças graves na família.				

35.	Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.				
36.	Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.				
37.	Com o avanço da engenharia genética será possível alcançar a perfeição humana.				
38.	Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.				
39.	Sou favorável que todas as pessoas tenham acesso a exames pré-diagnósticos para genes do câncer da mama.				

### *Eixo 3: Assertivas de práticas*

Objetivo: Investigar concepções de práticas dos acadêmicos sobre eugenia, hereditariedade, expressão gênica e engenharia genética, a fim de verificar posições deterministas genéticas, favoráveis a ideais eugênicos ou anti-eugênicos.

		Permanece como está	Deve ser excluída	Não corresponde ao objetivo	Comentário ou sugestão de alteração:
40.	Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização <i>in vitro</i> , seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.				
41.	Sou favorável à seleção de características genéticas em casos de doenças graves na família.				
42.	Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.				
43.	Se eu fosse governante de um país adotaria a engenharia genética para conhecer o perfil genético da população.				
44.	Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueadura como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.				
45.	Eu teria filhos biológicos com uma pessoa mesmo sabendo da existência de pessoas portadoras de doenças genéticas graves na sua família.				
46.	Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.				
47.	Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcólatras.				
48.	Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para				

	a erradicação da fome e miséria.				
<b>49.</b>	Nas minhas aulas de graduação, frequentemente são/foram realizadas discussões sobre biotecnologias.				
<b>50.</b>	Minhas aulas de graduação enfatizam/enfatizaram os conteúdos programáticos de cada disciplina, sem enfatizar os aspectos sociais, políticos e éticos.				
<b>51.</b>	Minhas aulas de graduação enfatizam/enfatizaram o desenvolvimento de uma consciência participativa, crítica, autônoma e reflexiva.				
<b>52.</b>	A divulgação sobre engenharia genética é/foi abordada nas minhas aulas de graduação.				
<b>53.</b>	Durante minhas aulas de graduação eu sou/fui muito bem preparado(a) para compreender e fazer uso consciente dos produtos das biotecnologias.				
<b>54.</b>	Para além de ir ao médico, eu utilizo fontes de leitura confiáveis para obtenção de dados sobre doenças.				

Para comentários finais utilize este espaço:

*MUITO OBRIGADA POR SUA DISPONIBILIDADE*

**APÊNDICE 2. QUESTIONÁRIO VERSÃO FINAL.****DADOS PESSOAIS**

P1. Sexo: a.  Masculino    b.  Feminino

P2. Idade: \_\_\_\_\_ Anos.

P3. Você é (assinale apenas uma opção):

a.  Agnóstico / Ateu

Cristão:

b.  Católico

c.  Protestante

d.  Ortodoxo

e.  Outro (especifique): \_\_\_\_\_

f.  Muçulmano:

g.  Judeu

h.  Outra religião / crença (especifique): \_\_\_\_\_

i.  Não quero responder.

P4. Curso em que está matriculado:

a.  Biologia e Geologia

d.  Direito

b.  Enfermagem

e.  Ensino Básico do 1º ciclo

c.  Medicina

f.  Letras: \_\_\_\_\_

P5. Ano/Série que está cursando: \_\_\_\_\_

P6. Cursou alguma disciplina de história e filosofia da ciência ou equivalente?

a.  sim    b.  não

c. Se sim, qual? \_\_\_\_\_

P7. Já estudou ou interessa-se pessoalmente por história e filosofia da ciência?

a.  sim    b.  não

P8. Já teve (ou conhece alguém que tenha tido) alguma experiência de aconselhamento e/ou tratamento genético (Ex: fertilização *in vitro*)?

a.  Sim    b.  Não

c. Se sim, de que tipo? \_\_\_\_\_

<b>Questionário sobre engenharia genética e “melhoramento” humano.</b>					
		Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
1.	Nas minhas aulas da universidade, frequentemente são/foram realizadas discussões sobre biotecnologias.				
2.	A divulgação sobre engenharia genética é/foi abordada nas minhas aulas da universidade.				
3.	Durante a universidade eu sou/fui muito bem preparado(a) para compreender e fazer uso consciente dos produtos das biotecnologias.				
4.	Minhas aulas da universidade enfatizam/enfatizaram os conteúdos programáticos de cada disciplina, sem enfatizar os aspectos sociais, políticos, éticos e filosóficos.				
5.	Em minha opinião a sociedade deve ter participação crítica nas pesquisas científicas.				
6.	Minhas aulas da universidade enfatizam/enfatizaram o desenvolvimento de uma consciência participativa, crítica, autônoma e reflexiva.				
7.	Considero que as ideologias do contexto histórico e socioeconômicas influenciam a produção do conhecimento científico.				
8.	Sou favorável ao aconselhamento (informação aos familiares) genético em casos de doenças raras na família.				
9.	Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais resistentes a doenças.				
10.	Todas as doenças são hereditárias.				
11.	Condições salubres, como moradia, saneamento, higiene e alimentação saudável interferem na expressão gênica.				
12.	Para casais com probabilidade de gerarem filhos com anomalias genéticas, sou favorável que se recorra à técnicas de reprodução <i>in vitro</i> para selecionar embriões com características físicas favoráveis.				
13.	Eu gostaria de utilizar técnicas de fertilização <i>in vitro</i> , seleção de embriões e/ou terapia gênica para ter filhos mais saudáveis.				
14.	Agrada-me a ideia que a engenharia genética possa vir aperfeiçoar a população humana.				
15.	Todas as características físicas, comportamentais e intelectuais são transmitidas hereditariamente.				
16.	Agrada-me a ideia de fazer uma genotipagem e receber um pré-diagnóstico das doenças hereditárias que posso vir a manifestar.				
17.	Um diagnóstico genético de uma doença garante que a predisposição se tornará realidade.				
18.	A manipulação genética garante uma melhor geração de humanos.				
19.	Se eu fosse governante de um país adotaria a engenharia genética para conhecer o perfil genético da população.				

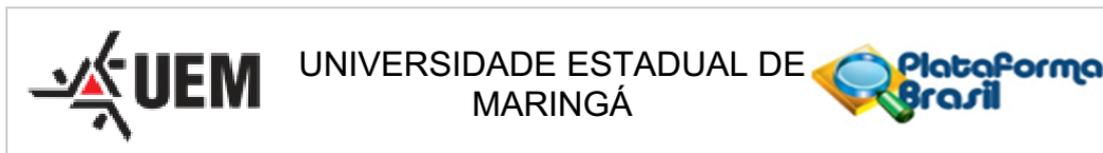
		Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
20.	Com o avanço da engenharia genética será possível alcançar a perfeição humana.				
21.	Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de laqueação das trompas como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.				
22.	Considero um avanço para a população humana poder decidir se quer que seus filhos nasçam mais inteligentes.				
23.	A eugenia foi um movimento científico e social em prol da melhoria da espécie humana.				
24.	Eu teria filhos biológicos com uma pessoa mesmo sabendo da existência de seus familiares portadores de doenças genéticas graves.				
25.	Os resultados da aplicação de técnicas genéticas em humanos são incertos, necessitando estudos e pesquisas sobre suas possíveis consequências.				
26.	Hoje a engenharia genética já possibilita selecionar embriões sem distúrbios genéticos graves.				
27.	Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas homossexuais.				
28.	É importante a adoção de contraceptivos como medida de controle populacional para classes sócio econômicas menos favorecidas.				
29.	Eu evitaria ter filhos biológicos com uma pessoa cuja família apresenta pessoas alcólatras.				
30.	Além dos genes, fatores ambientais podem influenciar no fenótipo de um indivíduo.				
31.	Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à resistência a doenças.				
32.	Hoje há técnicas genéticas que já possibilitam escolher o sexo dos bebês.				
33.	O conceito de raça humana é respaldado na ciência.				
34.	Sou favorável aos países utilizarem a engenharia genética para buscar a seleção e o melhoramento da sua população.				
35.	Se eu fosse governante de um país adotaria um programa obrigatório de vasectomia como uma das medidas para a erradicação da fome e miséria.				
36.	Caso surja um ser humano imune às doenças emergentes, sou favorável que sejam feitos clones desse indivíduo.				
37.	Embora já possamos decodificar nosso DNA, o funcionamento dos genes é muito complexo para determinarmos os genes que serão expressos.				
		Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
38.	Considero a variabilidade das características físicas entre os seres humanos mais importante para a manutenção da espécie do que seu aperfeiçoamento pela engenharia genética.				

39.	Agrada-me a ideia de fazer uso da engenharia genética para a reprodução humana, garantindo seu aperfeiçoamento quanto à seleção de características estéticas.				
40.	Eugenia defende a existência de um programa de controle da reprodução humana.				
41.	É possível melhorar geneticamente a espécie humana.				
42.	Considero o uso das técnicas genéticas para a seleção das características das pessoas um obstáculo à diversidade da espécie humana.				
43.	Agrada-me a ideia de se produzir, por técnicas genéticas, pessoas mais bonitas e mais saudáveis.				
44.	Considero importante ter a análise do meu genoma para ser utilizada com relação à vida profissional e financeira.				
45.	A liberação dos produtos gerados pela engenharia genética é realizada após sua aprovação pelo comitê de ética e biossegurança.				
46.	Há técnicas da engenharia genética que se aproximam dos ideais de seleção de características para o melhoramento humano.				
47.	Raça humana é um conceito baseado em características socioculturais.				
48.	A área da biologia que estuda a transmissão genética é a eugenia.				
49.	Todas as pessoas que nasçam com os genes responsáveis pelo cancro de mama (BRCA1 e BRCA2) desenvolverão esta doença.				
50.	Sou favorável que todas as pessoas tenham acesso a exames pré-diagnósticos para genes do cancro da mama.				
51.	Em casos de famílias com distúrbios genéticos, sou favorável à seleção de embriões com características genéticas conhecidas.				

\*As questões 04, 06 e 36 foram baseadas em SILVA, P. R. da; ARAÚJO, E. S. N. N. de; CALDEIRA, A. M. de A.; CARVALHO, G. S. Construção e validação de questionário para análise de concepções bioéticas. *Rev bioét* (Impr.) 2012; 20 (3): 490-501.

**AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO NESTE PROJETO DE INVESTIGAÇÃO.  
SE TIVER ALGUMA QUESTÃO OU OBSERVAÇÃO A ESTE QUESTIONÁRIO,  
UTILIZE O ESPAÇO ABAIXO.**

## ANEXO 1. APROVAÇÃO DO COMITE DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** A alfabetização científica de alunos do ensino superior frente às implicações da engenharia genética e a idealização do "melhoramento humano"

**Pesquisador:** Maria Júlia Corazza

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 36843614.2.0000.0104

**Instituição Proponente:** Núcleo/Incubadora Unitrabalho

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.024.674

**Data da Relatoria:** 13/04/2015

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

#### Objetivo da Pesquisa:

Compreender a contribuição da formação acadêmica em diferentes cursos (áreas de Biológicas e Humanidades) para a alfabetização científica multidimensional, tomando como pressupostos a integração de conhecimento, valores e práticas, na compreensão crítica e tomada de decisões responsáveis quanto à engenharia genética e a idealização do melhoramento humano.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão sujeitos os participantes da pesquisa serão suplantados pelos benefícios apontados.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa se constituirá em uma investigação quantitativa, devida à importância da expansão de estudos dessa natureza no Brasil, tendo em vista sua pouca tradição comparada a países europeus. Esta escolha metodológica justifica-se ainda pelas vantagens da utilização do uso do questionário como instrumento de pesquisa e da estatística como procedimento de análise, na

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

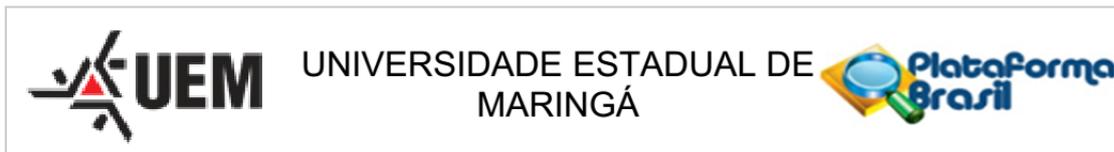
**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4444

**Fax:** (44)3011-4518

**E-mail:** copep@uem.br



Continuação do Parecer: 1.024.674

configuração de um razoável grau de precisão e reforço às conclusões obtidas de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicando como representante de uma população-alvo (BABBIE, 1999; FREITAS et al., 2000; SILVA et al., 2012). Os dados serão coletados mediante a aplicação de um questionário estatístico baseado na escala do tipo Likert, que consiste basicamente em uma série de afirmações em que o respondente deve expressar seu grau de concordância ou discordância assinalando uma posição representativa de um valor numérico. Para este instrumento será utilizada uma escala com quatro variantes, sendo: 1) “concordo plenamente”; 2) “concordo”; 3) “discordo” e; 4) “discordo plenamente”. Segundo Silva et al. (2012), essa escala apresenta uma série de vantagens, como, por exemplo, fornecer direções sobre a concepção do respondente em relação a cada item do instrumento e a não ambiguidade das categorias de respostas, pois, por estarem previamente determinadas, evitam que os respondentes criem respostas que possam dificultar a interpretação por parte do pesquisador. A formulação das assertivas foi embasada em referenciais teóricos que enfatizam a presença de ideias eugenicas camufladas e implícitas no discurso em prol do avanço da engenharia genéticas, como por exemplo, Stephen Gould (1991), Nancy Stepan (2005), Fátima Oliveira (2004), Lilian Denise Mai (2004). O estudo e elaboração das assertivas objetivará classificá-las nos três polos K, V e P. O polo K (do inglês, K de “knowledge”), representa os conhecimentos científicos, refere-se à informação proveniente da comunidade científica, mas também aos conhecimentos que cada um tem, seja ele próximo ou afastado do conhecimento científico. Por outro lado a atenção que cada um dá aos conhecimentos depende frequentemente da interação entre estes conhecimentos e os seus próprios sistemas de valores, que correspondem ao polo V. O polo P refere-se à utilização dos conhecimentos que permitem assimilar, reter, reformular tudo o que é útil s práticas: profissionais, pessoais e/ou sociais (CLÉMENT, 2004; CARVALHO e CLÉMENT, 2007). O contexto da pesquisa, sujeitos, técnicas e instrumentos de coleta de dados: A pesquisa consistirá de três etapas. Primeiramente de uma Pesquisa Bibliográfica acerca do contexto histórico e contemporâneo da alfabetização científica e formação para a cidadania e a história da eugenia e sua relação com a engenharia genética atual. A segunda etapa será a elaboração e aplicação de um questionário quantitativo para alunos universitários de Ciências Biológicas, Enfermagem, Medicina, Direito, Pedagogia e Letras de uma universidade no Brasil e outra em Portugal para identificar diferentes concepções sobre engenharia genética a idealização do “melhoramento humano”. A aplicação da pesquisa em seis cursos diferentes (três correspondentes da área biológicas e três das humanidades) justifica-se como medida para averiguar a contribuição de diferentes áreas do ensino superior na alfabetização científica

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG  
**Bairro:** Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900  
**UF:** PR **Município:** MARINGÁ  
**Telefone:** (44)3011-4444 **Fax:** (44)3011-4518 **E-mail:** copep@uem.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 1.024.674

multidimensional dos alunos e sua participação crítica nas decisões sócias sobre o tema. Os participantes da pesquisa serão identificados por um código alfabético, preservando assim sua identidade. A terceira etapa consistirá na análise quantitativa do questionário com a utilização do programa estatístico Statistical Packet for Social Sciences (SPSS), versão 2.0.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo responsável institucional. O cronograma de execução é compatível com a proposta enviada. Descreve gastos sob a responsabilidade do pesquisador. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contempla as garantias mínimas preconizadas. Apresenta as autorizações necessárias.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá é de parecer favorável à aprovação da emenda ao protocolo de pesquisa.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Face ao exposto e considerando a normativa ética vigente, este Comitê se manifesta pela aprovação da emenda ao protocolo de pesquisa em tela.

MARINGÁ, 15 de Abril de 2015

---

**Assinado por:**  
**Ricardo Cesar Gardiolo**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4444

**Fax:** (44)3011-4518

**E-mail:** copep@uem.br