



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS DE BAURU

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

DIANA FABIOLA MORENO SIERRA

**COMPREENSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE LICENCIANDOS A
PARTIR DA EXPERIÊNCIA COM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS:
POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO INICIAL**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/campus de Bauru, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação do Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho e coorientação da Profa. Dra. Prof^a. Dr^a. Jandira Líría Biscalquini Talamoni

BAURU

2015

DIANA FABIOLA MORENO SIERRA

**COMPREENSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE LICENCIANDOS A
PARTIR DA EXPERIÊNCIA COM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS:
POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO INICIAL**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/campus de Bauru, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação do Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho e coorientação da Profa. Dra. Prof^a. Dr^a. Jandira Lúria Biscalquini Talamoni

BAURU

2015

Moreno Sierra, Diana Fabiola.

Compreensões sobre a natureza da ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas: possibilidades para a formação inicial / Diana Fabiola Moreno Sierra, 2015
248 f: il.

Orientador: Washington Luiz Pacheco de Carvalho

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2015

1. Ensino de ciências. 2. Formação de professores.
3. Epistemologia e Sociologia da ciência. 4. CTSA I.
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências.
II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE DIANA FABIOLA MORENO SIERRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 26 dias do mês de maio do ano de 2015, às 14:00 horas, no(a) Sala 01 do Prédio da Pós-graduação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. WASHINGTON LUIZ P DE CARVALHO do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Profa. Dra. NEUSA MARIA JOHN SCHEID do(a) Departamento de Ciências Biológicas / Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Das Missões-RS, Profa. Dra. DAISI TERESINHA CHAPANI do(a) Departamento de Ciências Biológicas/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. RENATO EUGENIO DA SILVA DINIZ do(a) Departamento de Educação / Instituto de Biociências de Botucatu, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de DIANA FABIOLA MORENO SIERRA, intitulada "COMPREENSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE LICENCIANDOS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA COM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS:POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO INICIAL". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. WASHINGTON LUIZ P DE CARVALHO

Profa. Dra. NEUSA MARIA JOHN SCHEID

Profa. Dra. DAISI TERESINHA CHAPANI

Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA

Prof. Dr. RENATO EUGENIO DA SILVA DINIZ

*Dedico este trabalho ao meu sobrinho Andrés Santiago,
por sua existência em nossa família.
Aos meus grandes amores
Paulo, filhinho desejado
e Leonardo, companheiro de vida.
Aos meus pais Oliva e Julio,
por sua humanidade.*

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi possível de ser realizada graças ao acompanhamento maravilhoso e incondicional de Deus, que foi quem também permitiu que, nesta caminhada, muitas pessoas colombianas e brasileiras fizessem parte de meu processo formativo como mestre e doutoranda. Listar todas as pessoas que estiveram presentes na minha caminhada é um processo difícil, pois realmente todas foram e são importantes. Sou muito grata aos estudantes da “Universidad Distrital Francisco José de Caldas”, pela disposição em participar desta pesquisa; pessoas que acreditam nos processos educativos e que, constantemente refletem sobre vir a serem professores em uma sociedade tão complexa. Ao colega e professor Santiago, da “Universidad Distrital Francisco José de Caldas”, agradeço pela oportunidade de ter aprendido e ter compartilhado dessa experiência docente, bem como pelas nossas constantes conversas, que sempre me impulsionaram para trabalhar pela formação de professores a partir de uma perspectiva interdisciplinar.

Ao Programa de Estudantes-Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG/CAPES/CNPq), pelo apoio financeiro imprescindível para a realização desta pesquisa. É muito importante que as políticas de investimento educativo continuem e que sejam exemplo para outros países, como a Colômbia.

Ao professor Dr. Washington, pessoa de uma afinidade crítica, que sempre me levou a reflexões aprofundadas e que, nos diferentes contextos compartilhados, mostrava que o âmbito acadêmico precisa de outra racionalidade, diferente da técnica, lutando para que a formação de professores se constitua como um trabalho diferenciado. À professora Dra. Janda, por sua competência e compromisso acadêmico que desenvolve com muita humanidade; com ela aprendi sobre a satisfação decorrente do dever cumprido e valorizo muito o seu apoio e amizade.

As professoras Dra. Ana, Dra. Neusa e Dra. Daise, pela disposição em participar da banca examinadora desta tese. Pela leitura atenta deste trabalho e por seus constantes esforços investidos no âmbito acadêmico, resultando nessa participação valiosa de pessoas vinculadas à área de Ensino de Ciências. Ao professor Dr. Renato e Dr. Pedro Reis por suas contribuições e questionamentos por ocasião do Exame Geral de Qualificação, por serem pessoas competentes e envolvidas no campo educativo, trabalhando experiências formativas nos licenciandos.

Ao grupo de pesquisa “Educação continuada de professores e avaliação formativa” (Av formativa), orientado pela professora Dra Lizete, professor Dr. Washington e o professor Dr. Jair, por construir um espaço diferenciado, no qual o referencial teórico e prático mexe com cada um dos seus integrantes, colocando-os diante das possibilidades comunicativas, críticas, analíticas e utópicas da atuação profissional. Aos meus colegas do grupo de pesquisa Avformativa Ana, Paulo, Mariana, Nataly, Michel... por suas interessantes discussões e por compartilharem a utopia de um ensino comprometido e transformador.

Ao professor Dr. Leonardo, pessoa competente e trabalhador incansável pelos processos formativos, que me acompanhou a cada momento e soube lidar com as minhas preocupações e avanços relativos a esta pesquisa. Aos colegas e amigos Thiago e Dani, pessoas maravilhosas, competentes e que sempre me apoiaram.

À minha família, meus irmãos Esperanza, Mauricio e Hector, bem como aos meus sobrinhos Laura, Sofi, Lucho e Santiago, e à família Martínez, que me apoiaram e que fizeram com que

os momentos difíceis se tornassem mais leves. Agradeço pelo carinho e confiança que me dedicaram durante este processo. As muitas famílias e amigos brasileiros que nos acolheram e permitiram-nos um intercâmbio cultural, Regina e a família Munhoz, Eliza e a família Lippe, Renata e a família Duarte, família de dona Sirlei, seu Jose, Toninha, Ana Grijo, Alessandra e Dona Elvira (*In memorian*).

Agradeço também aos coordenadores do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, professores Renato da Silva e Roberto Nardi, bem como à supervisora do Programa, Sra. Andressa, e à secretária do Programa, Denise Barbosa Felipe, pessoa competente e humana que sempre me auxiliou nos processos próprios para o desenvolvimento do curso.

MORENO, D. **Compreensões sobre a natureza da ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas: possibilidades para a formação inicial** 2015. 248f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2015.

RESUMO

As pesquisas cujo foco são as concepções de professores sobre a Natureza da Ciência (NdC), desenvolvidas por mais de 30 anos, têm possibilitado entender que muitos deles ainda mantêm visões positivistas e pouco dinâmicas da ciência, o que tem dificultado o ensino e contribuído para com que os estudantes tenham uma apropriação reduzida sobre a ciência. Além disso, um agravante é que são poucas as propostas de ensino e inovações curriculares que possibilitam compreensões da ciência contemporânea. Alguns esforços têm sido feitos na perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) por meio da abordagem das Questões Sociocientíficas (QSC), mas ainda há grandes demandas para a formação de professores de ciências e de outras áreas, no que concerne a viabilizar a compreensão da ciência e impactar na formação cidadã. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo analisar as compreensões sobre a NdC de licenciandos de diferentes áreas do conhecimento, ao discutirem as controvérsias do Diagnóstico genético de pré-implantação (DGPI) e da Célula Sintética e, identificar as contribuições do processo desenvolvido dessas compreensões para o Ensino de Ciências e para a formação inicial de professores. A pesquisa foi fundamentada em um referencial teórico sobre a ciência enquanto conhecimento metadisciplinar, enfatizando os aspectos epistemológicos e sociológicos. Para a formação de professores foi considerado um referencial crítico. A pesquisa, de caráter qualitativo envolveu uma metodologia caracterizada pela ênfase no processo de interpretação das realidades sociais e na compreensão das experiências vivenciadas pelos diferentes participantes de uma disciplina optativa que lhes foi oferecida e durante a qual foram discutidas as referidas questões. Para a discussão dos dados foi tomada por base a análise qualitativa articulada à análise de conteúdo e, a partir desta, defendemos a tese de que a abordagem de QSC associada às controvérsias científicas (tais como as suscitadas pelo DGPI e a Célula Sintética) possibilitaram a constituição de avanços significativos nas visões de ciência de futuros professores. O fato de a disciplina ter se constituído um espaço formativo destinado a licenciandos de distintas áreas (Inglês, Pedagogia Infantil, Biologia e Ciências Sociais) possibilitou o reconhecimento de visões dicotômicas, integradas, objetivistas, dinâmicas e contextualizadas, as quais se mostraram ampliadas em diferentes níveis pelos licenciandos no processo de participação da disciplina optativa. Da mesma forma, as controvérsias identificadas das QSC trabalhadas, tais como o descarte de embriões, a eugenia e a instrumentalização da vida possibilitaram posicionamentos éticos por parte dos licenciandos. Com respeito às controvérsias relacionadas ao interesse privado, estas possibilitaram posicionamentos políticos dos estudantes diante da desigualdade e das promessas relativas às pesquisas científicas. Finalmente, consideramos que a abordagem de QSC para compreender a NdC de forma explícita se mostrou como importante possibilidade de análise e reflexão diante do desafio de entender a ciência atual e suas constantes controvérsias. Assim, os processos formativos dos licenciandos foram fortalecidos e eles perceberam a importância do constante questionamento crítico de sua prática profissional.

Palavras chave: Perspectiva CTSA; Epistemologia e Sociologia da ciência; Posicionamento éticos e políticos; Formação de Professores

MORENO, D. **Conceptions about the nature of science in undergraduate students taken from an experience with socio-scientific issues: possibilities to initial education** 2015. 248f. Thesis (Doctor degree in Science Education). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2015.

ABSTRACT

The researches that focus on the teachers' conceptions about the Nature of Science (NS), which have been conducted for more than 30 years, have enabled the understanding that many of them still have positivist and not very dynamic conceptions of science. This has hampered teaching and contributed to provide a reduced appropriation of and about science by the students. Besides, an aggravating factor is that there are few teaching proposals and curricular innovations that enable comprehensions of contemporary science. Some efforts have been carried out on the perspective of Science, Technology, Society and Environment (STSE) by the approach of Socio-Scientific Issues (SSI), but there are still high demands to teacher education in sciences and other areas regarding enabling the comprehension of science and influencing in the citizenship education. In this context, this research aimed to analyze the comprehension about NS of undergraduate students in different areas of knowledge when discussing the controversial of the Pre-implantation Genetic Diagnosis (PGD or PIGD) and the Artificial Cell. Moreover, it aimed to identify the contributions of the undertaken process of these comprehensions to Science Education and to the initial education of teachers. The research was grounded on a theoretical framework that understands science as a metadisciplinary knowledge and emphasizes the epistemological and sociological aspects. We used a critical theoretical framework regarding teacher education. The research, which had a qualitative approach, involved a methodology characterized by the emphasis on the process of interpretation of social realities and on the comprehension of experiences lived by the different participants of an elective course, where they could discuss the proposed issues. The qualitative analysis linked to Content Analysis was taken to discuss the data and due to it we advocate the thesis that the SSI associated to the scientific controversies (such as the ones caused by PIGD and Artificial Cell) enabled the constitution of significant advancements on the future teachers' conceptions of science. The fact that the course was an educational activity offered to undergraduate students of different areas (English, Child Pedagogy, Biology and Social Sciences) enabled the recognition of dichotomic, integrated, objectivist, dynamic and contextualized views, which were enlarged in different levels by the undergraduates in the process of taking part in the elective course. Similarly, the controversies identified in the ISS that were used, such as the disposal of embryos, eugenics and instrumentalization of life, enabled ethical positioning by the undergraduates. Regarding the controversies related to private interests, these enabled political positioning by the undergraduates when facing the inequality and the promises related to scientific researches. Finally, we considered that the SSI approach to understand NC in an explicit way is an important possibility of analysis and reflection facing the challenge of understating the current science and its constant controversies. Thus, the educational processes of the undergraduate students were strengthened and they could notice the importance of constant critical questioning of their own professional practice.

Keywords: STSE perspective; Epistemology and Sociology of Science; Ethical and Political Positioning; Teacher Education.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Fases da Pesquisa	61
Quadro 2. Descrição dos encontros segundo os seus objetivos, atividades, materiais e leituras orientadoras.....	71
Quadro 3. Estudantes participantes na disciplina.....	86
Quadro 4. Síntese das propostas de aula produzidas pelos estudantes dos diferentes cursos.....	90
Quadro 5. Instrumentos utilizados na pesquisa.....	96
Quadro 6. Texto elaborados pelas licenciandas Mônica e Kelly (CLPI) encontro 4.....	108
Quadro 7. Texto elaborado pela licencianda Denise (CLPI) encontro 4.....	110
Quadro 8. Texto elaborado pela licencianda Kátia (CLB) no encontro 4.....	116
Quadro 9. Texto elaborado pelo licenciando João (CLB) no encontro 4.....	117
Quadro 10. Texto elaborados pelas licenciandas Silmara e Camila (CLI) no encontro 4.....	121
Quadro 11. Texto elaborado pelo licenciando Rafael (CLB) no encontro 4.....	125
Quadro 12. Texto elaborado pelo licenciando Gabriel (CLB) no encontro 4.....	126
Quadro 13. Texto elaborado pela licencianda Regiane (CLB) no encontro 4.....	129
Quadro 14. Fragmentos de texto elaborados pelos licenciandos Alessandra (CLB) e Saulo (CLCS) no encontro 4.....	131
Quadro 15. Caracterização das visões de ciência apresentadas pelos licenciandos.....	133
Quadro 16. Posicionamento dos licenciandos diante a eugenia positiva e negativa.....	150
Quadro 17. Fragmentos do texto elaborado pela licencianda Fabiana (CLPI) Encontro 15.....	173
Quadro 18. Fragmentos de texto elaborado pela licencianda Silmara (CLPI) Encontro 15.....	174
Quadro 19. Fragmentos de texto elaborado pela licencianda Camila (CLI) Encontro 15.....	175
Quadro 20. Fragmentos de texto elaborado pela licencianda Mônica (CLPI) encontro 15.....	179

Quadro 21. Evidências de avanços de visão da NdC associada ao absolutismo metodológico.....	180
Quadro 22. Fragmentos de texto elaborado pelo licenciando João (CLB) encontro 15.....	183
Quadro 23. Evidências de enriquecimento de visão integrada da NdC.....	184
Quadro 24. Fragmentos de textos elaborados pelos licenciandos Vinicius e Gabriel encontro 15.....	185
Quadro 25. Evidências de enriquecimento de visão contextualizada socialmente da NdC.....	188
Quadro 26. Fragmentos de textos elaborados pelos licenciandos Saulo e Alessandra encontro 15.....	190
Quadro 27. Evidências da importância do diálogo entre diferentes disciplinas.....	204
Quadro 28. Evidências sobre a problematização das hierarquias entre áreas.....	206
Quadro 29. Evidências sobre a necessidade da articulação de diferentes áreas do conhecimento.....	207

LISTA DE SIGLAS

ADN: Ácido desoxirribonucleico

C&T: Ciência e Tecnologia

CLB: Curso Licenciatura em Biologia

CLI: Curso Licenciatura em Inglês

CLCS: Curso Licenciatura em Ciências Sociais

CLPI: Curso Licenciatura em Pedagogia Infantil

CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DGPI: Diagnóstico genético de pré-implantação

NdC: Natureza da Ciência

QSC: Questões Sociocientíficas

PAIEP: Proyecto Académico de Investigación y Extensión de Pedagogía

PE: Professor efetivo

PGH: Projeto Genoma Humano

PP: Professora pesquisadora

PRAE: Projetos Ambientais Escolares

MEN: Ministerio de Educación Nacional

TCC: Trabalho de conclusão de curso

UD: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO EPISTEMOLÓGICA E SOCIOLÓGICA DA NATUREZA DA CIÊNCIA	25
1.1 COMPREENSÃO EPISTEMOLÓGICA DA CIÊNCIA	26
1.2 COMPREENSÃO SOCIOLÓGICA DA CIÊNCIA	31
1.2.1 A Perspectiva tradicional ou normativa da sociologia da ciência	32
1.2.2 A perspectiva relativista na sociologia da ciência	36
CAPÍTULO 2. AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E A NECESSÁRIA FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES	41
2.1 O DIAGNÓSTICO GENÉTICO DE PRÉ-IMPLANTAÇÃO	42
2.1.1 Ter uma base na ciência e estar nas fronteiras do conhecimento científico.....	42
2.1.2 A QSC do DGPI envolve valores e raciocínio ético.....	48
2.1.3 As QSCs lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas ...	50
2.2 A NECESSÁRIA FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES	53
CAPÍTULO 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	59
3.1 TRAJETO DA PESQUISA.....	61
3.1.1 O contexto da pesquisa.....	62
3.1.2 A disciplina optativa Formação de Docentes em Questões Sociocientíficas.....	66
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS LICENCIANDOS COMO FOCO DA PESQUISA E DOS PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS PARTICIPANTES DA DISCIPLINA OPTATIVA.....	84
3.2.1 Os licenciandos como foco da pesquisa	85
3.2.2 O professor efetivo (PE).....	94
3.2.3 A professora pesquisadora (PP).....	94
3.3 COLETA DE INFORMAÇÕES	95
3.4 FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICO PARA A CONSTITUIÇÃO DOS DADOS E DAS INTERPRETAÇÕES	98
3.5 A ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVA.....	102
CAPÍTULO 4. VISÕES DOS LICENCIANDOS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA.....	105
4.1 Visão dicotômica e absoolutista da Natureza da Ciência.....	106
4.2 Visão integrada da Natureza da Ciência	114
4.3 Visão objetivista da Natureza da Ciência	120
4.4 Visão socialmente contextualizada da Natureza da Ciência	122
4.5 Visão dinâmica da Natureza da Ciência	130
4.6 Síntese das visões dos licenciados sobre a Natureza da Ciência nos primeiros quatro encontros	132

<i>CAPÍTULO 5. POSICIONAMENTOS ÉTICOS E POLÍTICOS DOS LICENCIANDOS SOBRE AS CONTROVÉRSIAS, AVANÇOS E ENRIQUECIMENTO DAS VISÕES SOBRE NdC</i>	<i>135</i>
<i>5.1 AS CONTROVÉRSIAS SOBRE O DESCARTE DE EMBRIÕES, EUGENIA E A INSTRUMENTALIZAÇÃO DA VIDA.....</i>	<i>136</i>
<i>5.1.1 A dimensão ética na ciência na abordagem em sala de aula para ampliar a compreensão da natureza da ciência</i>	<i>157</i>
<i>5.2 AS CONTROVÉRSIAS SOBRE O INTERESSE PRIVADO, A DESIGUALDADE E AS PROMESSAS DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS.....</i>	<i>159</i>
<i>5.3 AVANÇOS E O ENRIQUECIMENTO DAS VISÕES DOS LICENCIANDOS SOBRE A CIÊNCIA PELA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS</i>	<i>172</i>
<i>5.3.1 AVANÇOS NAS VISÕES DO ABSOLUTISMO METODOLÓGICO E DO OBJETIVISMO</i>	<i>172</i>
<i>5.3.2 ENRIQUECIMENTO DA VISÃO CONTEXTUALIZADA SOCIALMENTE E DA VISÃO DINÂMICA DA CIÊNCIA.....</i>	<i>183</i>
<i>5.4 A ABORDAGEM DE QSC PELOS LICENCIANDOS COMO PROCESSO FORMATIVO</i>	<i>193</i>
<i>CONCLUSÕES.....</i>	<i>210</i>
<i>REFERÊNCIAS</i>	<i>217</i>
<i>APÊNDICES.....</i>	<i>227</i>

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências constitui um campo de pesquisa importante para a formação de cidadãos nos diferentes níveis de ensino, pois pode contribuir para a compreensão da Natureza da Ciência (NdC), na análise dos problemas relacionados ao aprendizado das ciências e para a formação de professores. O campo emergiu fundamentadamente na década de 1970 com as pesquisas sobre as concepções alternativas dos estudantes e, a partir de então, foram se consolidando linhas de pesquisa sobre a história, a epistemologia e a sociologia no Ensino de Ciências, o desenho curricular, a resolução de problemas, a avaliação das aprendizagens, as tecnologias da informação, a comunicação e as interações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) no Ensino de Ciências, entre outras.

O desenvolvimento histórico e a consolidação do campo de Ensino de Ciências são registrados na memória que tem se constituído no decorrer do tempo, por meio de periódicos especializados, livros de pesquisa e *Handbook* referentes ao mesmo (GIL; CARRASCOSA; MARTÍNEZ, 2000; FRASER; TOBIN; McROBBIE, 2012).

Cachapuz *et al.* (2008) realizaram uma análise dos artigos publicados entre 1993 e 2002 em periódicos internacionais representativos do campo de Ensino de Ciências e evidenciaram que os trabalhos da década de 1990, relacionados com a perspectiva CTSA, tiveram destaque diante de trabalhos de outras linhas de pesquisa, tendo sido valorizados por suas contribuições para a análise da dimensão cultural da ciência e para a compreensão pública da mesma. Também foram identificados trabalhos voltados à enculturação científica focada na participação ativa dos cidadãos na sociedade.

Martínez e Parga (2013) analisaram o desenvolvimento da linha CTSA com relação a sua origem, desenvolvimento, consolidação e ampliação. Observaram a relevante influência dos movimentos ambientalista e social na origem da linha, durante as décadas de 1960 e 1970, bem como dos estudos históricos e epistemológicos das ciências que possibilitaram questionar o *status quo* do Ensino de Ciências diante de outros campos de conhecimento então focados na apropriação mecânica dos conhecimentos científicos. O desenvolvimento da linha CTSA, compreendido entre as décadas de 1970 e 1980, constituiu uma tentativa de renovação curricular do Ensino de Ciências a partir da criação de distintos currículos em diferentes continentes. No entanto, alguns desses currículos foram construídos de forma instrumental por profissionais que não possuíam uma formação na Educação e que, portanto, não consideraram as experiências escolares, nem os saberes práticos dos professores. Outros currículos, tais como o *Science in context social* (SISCON) incluíram a participação dos professores e

valorizaram significativamente as experiências da escola, bem como os saberes dos professores.

A consolidação da linha CTSA abrangiu o desenvolvimento de currículos no mundo todo e suscitou a realização de pesquisas didáticas sobre a compreensão da NdC, a formação cidadã, a alfabetização científica e tecnológica, bem como a elaboração de propostas de ensino que contribuíram com o melhoramento e a renovação do Ensino de Ciências.

Segundo Martínez e Parga (2013) a etapa de ampliação da linha CTSA, tem a ver com a sua reconfiguração motivada pelas críticas apresentadas na última década do século XX e início do século XXI. Tais críticas são associadas à falta de análise do papel da tecnologia no ensino, à insuficiência de um desenvolvimento concreto das contribuições da linha nas práticas dos professores e à ausência de uma fundamentação específica sobre o desenvolvimento moral e cognitivo dos estudantes. Diante de tais críticas, autores como Zeidler *et al.* (2005) consideraram que o trabalho com Questões Sociocientíficas (QSC) se constitui como nova forma de focar o Ensino de Ciências visando a uma alfabetização científica ampla e bem fundamentada em uma estrutura epistemológica da ciência, bem como em uma fundamentação teórica sobre o desenvolvimento moral dos estudantes. No entanto, concordamos com Martínez e Parga (2013) que verificaram, revisando os trabalhos desenvolvidos pelo grupo do professor Dana Zeidler do sul da Florida (EEUU) e os de outros pesquisadores que ainda publicam utilizando a denominação CTSA (PEDRETTI; NAZIR, 2011), que são comuns a todos eles as preocupações voltadas para a formação cidadã dos estudantes a partir do Ensino de Ciências para a compreensão da NdC e para a tecnologia e alfabetização científica. Além do exposto anteriormente, Martínez (2012) tem demonstrado em sua pesquisa que a abordagem de QSC em aulas de ciências constitui uma forma concreta de levar à prática os pressupostos teóricos e ideias da linha ou do enfoque CTSA.

Pedretti e Nazir (2011) caracterizaram seis perspectivas no decorrer dos últimos 40 anos da Educação CTSA: histórica, sociocultural, sócio-ecológica focada em valores e duas relacionadas com aplicações/desenhos e raciocínio lógico. Dessas perspectivas ressaltamos aquelas relacionadas ao raciocínio lógico, aos valores, ao sociocultural e à justiça ecológica, pois utilizam QSC em sala de aula para favorecer a alfabetização científica, a tomada de decisão informada e a habilidade para analisar, sintetizar e avaliar informações.

Ao considerar a perspectiva voltada ao raciocínio lógico Pedretti e Nazir (2011) consideraram que, desde as suas origens, a Educação CTSA se constituiu uma fonte importante de controvérsias sociocientíficas que exigiam dos estudantes o desenvolvimento

de competências em várias atividades cognitivas complexas, bem como o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisão responsável. Essa perspectiva está embasada no princípio de que algumas QSC, independente de sua complexidade, podem ser analisadas conforme o raciocínio lógico sobre as consequências dessas questões. A intenção é que os estudantes as compreendam suficientemente para que possam pensar e se posicionarem como um cientista, aumentando assim as possibilidades de refletirem com responsabilidade e participarem como cidadãos em uma sociedade fortemente influenciada pela C&T. Os mesmos autores trazem um exemplo – oferecido por Aikenhead, em 1991 – no qual é tratado o tema relativo ao consumo de bebidas alcoólicas, visando ao estudo dos aspectos químicos envolvidos em testes que objetivam medir o grau de embriaguez de uma pessoa e os efeitos desta em seu corpo. A ideia é que tais análises conduzam os estudantes a um raciocínio lógico que lhes possibilitem concluir sobre os efeitos negativos do consumo de álcool, bem como sobre a importância de evitar os excessos deste. Apesar de a perspectiva CTSA focada no desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes ser importante na abordagem de QSC, existem várias críticas a ela, indicando suas limitações quanto à exclusão de análises mais amplas sobre os valores, os aspectos sociais, culturais e políticos que, presentes nas questões controversas de C&T, deveriam ser considerados e estudados com maior cuidado nas aulas de ciências.

A perspectiva CTSA focada nos valores indica que estes são parte fundamental das pessoas quando consideram questões controversas de C&T. Embora Zeidler *et al.* (2005) argumentem que a perspectiva CTSA não levou a sério o estudo do desenvolvimento moral dos estudantes e as implicações éticas da ciência, Pedretti e Nazir (2011) referenciam os trabalhos de Reiss (1993, 2006, 2008) para evidenciar a existência de, pelo menos, dois modelos CTSA que ressaltaram a questão dos valores, da ética e da moral nas atividades propostas. O primeiro deles foi o programa *Salters–Nuffield Advanced Biology* (SNAB), que entre seus pressupostos considerou que os valores são opções pessoais tão importantes quanto o sistema de valores instalado socialmente. De acordo com essa ideia, as atividades do programa incentivaram os estudantes a analisarem diferentes posturas de valor diante de cada tema de C&T. As unidades didáticas propostas nesse modelo consideraram casos carregados de valores, diante dos quais eram oferecidos aos estudantes princípios básicos de ética da virtude, autonomia, ética deontológica e ética utilitarista para que participassem de um ativo debate e, finalmente, defendessem seu posicionamento próprio.

O segundo modelo CTSA focado em valores foi denominado pelo grupo de Dana Zeidler e seus colaboradores como QSC, dito modelo é baseado em dois princípios fundamentais, o primeiro considera a justiça como o princípio básico universal, a partir do qual os valores são construídos e o desenvolvimento moral dos estudantes é evidenciando quando existe uma compreensão mais ampla desse princípio. Um segundo elemento que fundamenta o modelo de QSC é retomado da teoria de Lawrence Kohlberg, na qual o desenvolvimento moral ocorre em seis estágios. Cada estágio mostra uma compreensão entre o que pode ser justo ou injusto. Dessa forma os estudantes constroem seu juízo moral a partir de um estágio heterônomo altamente dependente de seguir normas estabelecidas por outras pessoas ou pelo contrato social ou o estado até a configuração de um estágio autônomo, no qual os juízos morais são constituídos pela compreensão e seguimento de princípios universais.

A perspectiva sociocultural considera que o Ensino de Ciências ainda focado na transmissão passiva de conteúdos das disciplinas científicas desconhece os saberes dos estudantes e suas culturas, particularmente aqueles que não são próprios da cultural ocidental, dessa forma gerando um processo de aculturação e alienação. É o caso das culturas ancestrais das comunidades indígenas, por exemplo, bem como de outras culturas minoritárias que, geralmente, não são consideradas nos currículos escolares, podendo assim manter uma posição de inferioridade com relação aos conhecimentos científicos que, em muitas ocasiões, são considerados somente como produções mecânicas, técnicas, reducionistas de carácter masculino e vinculado aos processos de exploração humana e da natureza.

A perspectiva sociocultural foca a atenção em analisar a C&T como outra forma do conhecimento humano que é igualmente importante. Trata dos conhecimentos produzidos por outras culturas, como os dos indígenas, reconhecendo-os como possuidores de grande valor, pois, em muitos casos estão associados a valores subjetivos, intuitivos e comunitários, abrangendo uma visão respeitosa sobre a natureza e um compromisso com a paz do planeta. Assim, a perspectiva sociocultural é embasada em uma visão holística, reflexiva, experiencial e afetiva. As atividades didáticas propostas aos estudantes procuram estimulá-los a buscar pelas variadas formas de se analisar e compreender os fenômenos da natureza e não apenas convencê-los de que a melhor explicação é a científica. Várias das pesquisas referentes à perspectiva sociocultural, citadas por Pedretti e Nazir (2011), foram desenvolvidas em contextos multiculturais e estes autores, particularmente, descrevem dois modelos. O primeiro deles é realizado em aulas normais de ciências, que contam com a participação de estudantes

provindos de outras culturas. Nessas aulas o trabalho ainda começa com conteúdos de ciências – como a vida, por exemplo – propondo-se o estudo do tema sob diferentes visões não científicas visando estabelecer a importância destas para uma cultura em particular e para a humanidade em geral. O outro modelo é desenvolvido nos contextos escolares em que os estudantes são pertencentes a outras culturas, tais como a indígena. O trabalho em sala de aula não se inicia com a abordagem de conteúdos de ciências, mas pelo reconhecimento dos saberes das comunidades, particularmente aqueles que possuem os caciques ou os pajés, que geralmente são as pessoas mais velhas e que detêm mais sabedoria. Depois do reconhecimento desses saberes, os estudantes são imersos em conteúdos científicos sobre o tema de interesse para que se posicionem e decidam – por si mesmos – sobre o seu uso, em acordo com as necessidades sociais e pressões próprias da cultura ocidental, mas sem que haja qualquer pretensão no sentido de que devam abandonar suas próprias crenças.

As vantagens da perspectiva sociocultural estão relacionadas à importância que esta apresenta para a divulgação da C&T a um amplo número de pessoas e culturas, levando em conta a importância atribuída a outros saberes. As limitações da perspectiva têm a ver com o tratamento reducionista que pode se apresentar tanto dos conhecimentos da ciência como de outros conhecimentos, pois o processo de diálogo entre ambos exige um planejamento cuidadoso de atividades que possibilitem um tratamento aprofundado dos mesmos.

A perspectiva social da justiça ecológica (*The Socio-Ecojustice current*) é embasada na ideia que o Ensino de Ciências deve favorecer a formação dos estudantes, não apenas para a compreensão das implicações sociais, políticas e econômicas da C&T, mas sobre como essas compreensões devem engajá-los em processos de transformação social que visem à construção de uma sociedade justa e sustentável, pois a perspectiva também é coerente com o ideário filosófico de pesquisadores, educadores e ativistas que trabalham com a Educação Ambiental sob um olhar crítico. A metodologia desta perspectiva utilizada em sala de aula é fundamentada na criatividade, na ação, na reflexão, na experiência e na crítica, focando na análise ativa dos problemas locais dos estudantes, visando a uma atuação concreta em termos de valores de igualdade social e solidariedade.

Existem dois tipos de propostas desenvolvidas sob a perspectiva social da justiça ecológica. A primeira utiliza os problemas socioambientais próximos à escola para favorecer, nos estudantes, ações e atitudes imediatas de reflexão e mudança. De acordo com a estruturação de um plano de trabalho, os estudantes vão aprendendo, na prática, os valores de justiça social. O segundo tipo de proposta – ainda sob esta perspectiva – trata de trabalhar

problemas gerais como, por exemplo, aqueles associados ao aquecimento global ou às fontes de energia, objetivando suscitar discussões e atividades de estudo que favoreçam a construção de alternativas de ação social por parte dos estudantes. Embora a perspectiva apresente interessantes opções de melhoria social a partir do Ensino de Ciências, é necessário alertar sobre suas limitações, principalmente em função de possíveis inclinações ideológicas ou políticas que favoreçam interesses de doutrinação ou alienação de determinados grupos ou pessoais.

A abordagem de QSC ao longo da primeira década do século XXI foi consolidando-se como uma interessante alternativa didática para analisar a ciência como uma construção humana, em permanente discussão, evolução e transformação. Ratcliffe e Grace (2003) indicaram a redução do termo CTS nas publicações especializadas no Ensino de Ciências e o aumento dos trabalhos sobre QSC. Neste sentido, tais autores propuseram uma análise destas questões, as quais são controvérsias públicas de amplo interesse social que possuem uma base em conhecimentos de fronteira, abrangem juízos pessoais e sociais, e são veiculadas frequentemente na mídia.

As controvérsias sociais sobre o uso de transgênicos, a experimentação com animais, a clonagem, o uso de células tronco, a produção de biocombustíveis e a produção de medicamentos, entre outros assuntos, constituem QSC relevantes. Particularmente para esta pesquisa interessa a análise daquelas questões relacionadas à manipulação gênica, à manipulação do vivo, bem como os trabalhos que contribuem para a formação do professor, pois podem favorecer uma melhor compreensão sobre a NdC.

Reis e Galvão (2008) evidenciaram que a discussão de controvérsias na área da Genética Molecular, das Ciências Médicas e da Biotecnologia contribui para a compreensão da NdC de forma ampla e dinâmica, pelo fato de ser entendida como uma construção humana que evoluciona permanentemente diante dos debates que a comunidade científica e a sociedade propõem sobre os limites e as implicações éticas da ciência.

Lewis e Leach (2006) analisaram a capacidade dos estudantes em participar razoavelmente em discussões sobre tecnologia genética, e caracterizaram aspectos científicos de ordem social e pessoal envolvidos nas discussões.

Em outros estudos, como os desenvolvidos por Simmons e Zeidler (2003), os autores assumem que o trabalho com QSC em aulas de ciências contribui significativamente para a compreensão da ciência como uma construção social, cultural e subjetiva, ou seja, como

produto da criatividade humana, assim representando uma nova maneira de melhorar a compreensão da NdC.

Segundo as pesquisas de Guess-Newsome e Lederman (1995), o conhecimento sobre a NdC pode ser entendido como uma tentativa de explicação dos fenômenos da natureza a partir da construção de modelos e teorias específicas e não absolutas, enquanto o conhecimento científico apoia-se em observações, evidências experimentais e argumentos racionais.

Schalk (2009) realizou uma tese doutoral sobre o raciocínio informal e a compreensão da NdC por parte de estudantes de graduação, no decorrer de uma disciplina de microbiologia focada no estudo de micróbios, doenças e resistência a antibióticos. Os resultados de sua pesquisa indicam o desenvolvimento de habilidades dos estudantes para a compreensão da ciência, conforme a discussão de controvérsias existentes nas questões tratadas sobre microbiologia. Os estudantes tiveram a oportunidade de procurar informação e realizar experimentos sobre os temas estudados e, nesse processo, desenvolveram um olhar pessoal embasado em conhecimentos epistemológicos de sua profissão. Na pesquisa, os estudantes realizaram projetos que lhes permitiram evidenciar avanços importantes no sentido de diferenciarem os olhares teóricos das opiniões do cotidiano; também ficou evidente que ao participarem de um currículo que contempla a abordagem de QSC conseguiram melhor discutir e interpretar a informação científica.

Existe uma ampla literatura a respeito das concepções dos professores de ciências sobre a NdC, conforme mostram as pesquisas desenvolvidas por mais de 30 anos, contados a partir da década de 1960 (LEDERMAN; WADE; BELL, 1998). Estas se focaram na análise das concepções conforme instrumentos estruturados a partir da medição de atitudes diante da ciência e de instrumentos de cunho qualitativo, que focaram o uso de episódios históricos para realizar tal análise. Essas pesquisas são importantes, mas pouco se avançou na problematização dessas concepções ou na reconfiguração das mesmas, o que ainda representa um problema importante para a formação permanente do professor.

Em pesquisa realizada por Pedretti (2003), foi evidenciado o favorecimento de uma melhor compreensão da NdC, tanto por parte dos estudantes como dos professores, na medida em que estes percebiam o enfoque CTSA como uma atividade social e cultural, com valores e crenças situadas em um determinado contexto histórico. Apesar dos avanços reportados pela citada autora, a compreensão da NdC pelos professores ainda é uma questão a ser resolvida, assim como ainda é evidente a persistência de dificuldades para se trabalhar com os estudantes uma concepção de ciência na qual as incertezas e dilemas éticos e morais

representem aspectos importantes. As controvérsias inerentes às QSC são de notável interesse para se analisar a formação de professores sobre a NdC, não apenas com base nas concepções destes, mas levando em conta suas práticas docentes. É fundamental que os professores discutam com seus estudantes as QSC que circulam na mídia e que, afetando a vida dos cidadãos, comprometem o futuro da sociedade atual.

Considerando a análise das pesquisas citadas anteriormente, identificamos a necessidade e a importância de se trabalhar com QSC na formação de professores, como uma forma concreta de análise e abordagem, em sala de aula, dos aspectos centrais da NdC. Tal relevância reside no fato de que ainda que se tenha estudado por décadas esta compreensão, foram poucas as propostas para a construção de novas compreensões da ciência diante das implicações éticas e morais do desenvolvimento científico atual (GRAY; BRYCE, 2006). Por exemplo, as pesquisas sobre o melhoramento genético, o uso de células tronco na medicina, o desenvolvimento da Célula Sintética, entre outros, implica a manipulação do vivo e, neste sentido, chamam a atenção sobre os riscos e o alto grau de incerteza social que trazem tais pesquisas. A ideia da ciência em permanente mudança e a necessária discussão pública das questões relativas ao desenvolvimento científico geram importantes desafios para a formação do professor. Assim, delimitamos nossa pesquisa aos seguintes questionamentos orientadores:

- *Quais são as compreensões dos licenciandos de diferentes áreas sobre a Natureza da Ciência no estudo das questões do Diagnóstico genético pré-implantação e as pesquisas sobre a criação da Célula Sintética?*
- *Que contribuições para a formação de licenciandos gera o estudo da Natureza da Ciência no contexto da abordagem de QSC?*

A seleção das duas QSCs sobre o Diagnóstico genético pré-implantação e a Célula Sintética obedeceram a uma escolha intencional dos pesquisadores diante das diversas questões controvertidas referentes à aplicação da biotecnologia. Além das compreensões de NdC apresentadas anteriormente, estas possibilitam análises epistemológicas, sociológicas e históricos do desenvolvimento científico e suas relações éticas e morais, bem como tem potencial de promover uma abordagem interdisciplinar com um grupo de licenciandos de diferentes áreas de conhecimento.

Consideramos, portanto, como objetivo geral dessa pesquisa, analisar as compreensões dos licenciandos de diferentes áreas sobre a NdC, ao discutirem as controvérsias do

Diagnóstico genético de pré-implantação (DGPI) e da Célula Sintética, e identificar as contribuições dessas compreensões para a formação inicial de professores.

Visando alcançar este objetivo geral, propusemos como objetivos específicos: a) a caracterização das visões iniciais da NdC dos licenciandos, bem como a caracterização das suas compreensões durante a abordagem de QSC; b) a identificação das controvérsias propostas pelos licenciandos e seus posicionamentos, a partir da experiência com a abordagem do DGPI e da Célula Sintética; c) o estabelecimento de recomendações para a incorporação da NdC na formação de licenciandos por meio da abordagem de QSC.

Para atender às questões de pesquisa e alcançar os seus objetivos, já anteriormente expostos, este trabalho será apresentado em seis capítulos. O primeiro, denominado "Fundamentação epistemológica e sociológica da NdC", abrange considerações sobre a ciência a partir de critérios de racionalidade que foram historicamente constituídos para determinar qual conhecimento pode ser considerado científico. Apresenta-se a visão empirista, a visão racionalista e hipotética dedutiva da ciência, assim como a visão histórica e social da ciência. Da mesma maneira é discutida a perspectiva tradicional ou normativa da sociologia da ciência e a perspectiva relativista.

No segundo capítulo, mostramos a análise teórica sobre o DGPI identificando o caráter paradoxal do empreendimento científico e, também, materializamos as características das QSC e as possibilidades de sua abordagem na formação de professores.

O terceiro capítulo trata da metodologia da pesquisa, de acordo com uma perspectiva qualitativa e interpretativa fundamentada na análise de conteúdo. Também descreve o contexto em que se desenvolveu a pesquisa em uma universidade pública da Colômbia. Teve a participação de dois professores e 14 estudantes das licenciaturas de inglês, Ciências Sociais, Pedagogia Infantil e Biologia. As fases corresponderam a: 1) caracterização das visões de ciência por parte dos estudantes, 2) abordagem das QSC e compreensões da NdC e 3) relações das QSC e a prática do professor.

No quarto capítulo são apresentados os resultados e as análises constituídas sobre as visões dos licenciandos sobre a natureza da ciência que foram agrupadas em categorias, tais como: visão dicotômica e absolutista da NdC; visão integrada; visão objetivista; visão socialmente contextualizada e visão dinâmica da NdC.

No quinto capítulo, em um primeiro momento, a partir da abordagem das QSC se estabeleceram os posicionamentos éticos e políticos dos licenciandos e as controvérsias em torno do descarte de embriões, a eugenia, a instrumentalização da vida, o interesse privado, a

desigualdade e as promessas das pesquisas científicas. Como segundo momento, descrevemos e analisamos os avanços e o enriquecimento das visões dos licenciandos sobre a ciência pela abordagem das QSC.

Finalmente concluímos que a abordagem das duas QSC representou uma forma explícita de trabalhar a NdC demonstrando avanços nas visões caracterizadas inicialmente. Os diferentes licenciandos identificaram controvérsias que exigiram deles posicionamentos éticos e políticos, os quais constituíram importantes contribuições para sua formação inicial.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO EPISTEMOLÓGICA E SOCIOLÓGICA DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Nesta pesquisa adotamos uma conceitualização ampla da NdC que abrange o que significa a ciência conforme o seu desenvolvimento histórico, epistemológico, social e cultural. Adotamos o significado desta metadisciplina da ampla literatura desenvolvida nos últimos 40 anos no campo do Ensino de Ciências (ABD-EL-KHALICK, *et al.* 1998; ADÚRIZ-BRAVO, 2005; ADÚRIZ-BRAVO, 2005a; ACEVEDO, 2008; GARCÍA-CARMONA, VÁZQUEZ; MANASSERO, 2012).

Segundo Lederman *et al.* (1992, 2002), a NdC refere-se a epistemologia e sociologia da ciência, ou aos valores e crenças próprios do desenvolvimento do conhecimento científico. Dificilmente existe um consenso entre filósofos, historiadores, sociólogos e educadores em ciências sobre o que significa a ciência, no entanto, existem compreensões compartilhadas, tais como: o conhecimento científico é provisório; possui uma base empírica e teórica; é um produto de inferência humana; é próprio da imaginação e criatividade humana e tem influência de fatores sociais e culturais.

Também Acevedo *et al.* (2007) e Vázquez, Acevedo e Manassero (2004) indicam que o campo da NdC é pouco consensual, mas que existe a possibilidade de alguns acordos, especialmente para a incorporação desta no currículo escolar. Os autores entendem a NdC como um metaconhecimento sobre a ciência, inspirado em um trabalho interdisciplinar de especialistas da história, da filosofia e da sociologia. Além disso, a NdC representa uma reflexão sobre os métodos que validam o conhecimento científico, a comunidade científica, os valores que esta carrega, as relações com a tecnologia e as relações com a sociedade.

Os autores Adúriz-Bravo, Dibarboure e Ithurrealde (2013) também consideram a NdC como uma metaciência que envolve de uma parte a epistemologia, a história da ciência, a sociologia da ciência, a psicologia da ciência e a linguística da ciência correspondente à atividade científica. Por outra parte também relacionam a NdC com um componente emergente dentro do currículo das Ciências da Natureza para todos os níveis de ensino e, finalmente, a consideram como uma linha de pesquisa, inovação e extensão. Assim, construímos um referencial teórico sobre a NdC baseado em uma leitura própria das nossas escolhas epistemológicas e sociológicas.

1.1 COMPREENSÃO EPISTEMOLÓGICA DA CIÊNCIA

A compreensão da NdC exige uma reflexão epistemológica sobre o significado da ciência através da história moderna. Neste contexto, alguns questionamentos de cunho epistemológico, porque tem a ver com o estudo das teorias, modelos, princípios e método da ciência, seriam: Que é a ciência? O que a caracteriza? Como é construído o conhecimento científico e qual é a validade deste conhecimento?

O nascimento da ciência moderna esteve definido pelos trabalhos de Galileu Galilei (1554-1642) e Isaac Newton (1643-1727), que geraram uma nova forma de analisar e interpretar a dinâmica da natureza e causaram uma revolução no pensamento humano. Essa nova maneira de interpretação e esse novo conhecimento geraram uma reflexão filosófica sobre as suas características, levando a questionamentos da filosofia aristotélica, dominante por muitos séculos.

Bacon (1984) tentou criar uma nova filosofia sobre a ciência, indicando que a construção do conhecimento se dava mediante a observação cuidadosa dos fenômenos da natureza, pelo método indutivo, através do qual os homens de ciência conseguiam produzir leis e teorias que explicavam o funcionamento do mundo. Segundo o estabelecimento de princípios e leis, o homem de ciência predizia fatos que constituíam as evidências e o critério de verdade. Dessa forma, o pensamento metafísico e transcendental era refutado por sua inconsistência diante das observações e dos fatos. A concepção indutivista sobre a ciência foi fortalecida com o trabalho de Descartes (2000), que propôs que o conhecimento sobre a natureza exigia uma divisão entre o objeto de conhecimento e o sujeito, o qual deveria apreciar a realidade sem nenhuma valoração pessoal que pudesse inferir em uma compreensão objetiva da natureza, já que aquela se constituiria em obstáculo para a evolução da ciência.

A ideia de que o conhecimento científico era aquele que correspondia à realidade existente na natureza foi levada a sério no campo filosófico por Comte (1984), ao criar uma filosofia positivista, que organizava as ciências a partir da matemática e da física, as quais estavam acima da especulação abstrata e metafísica.

Popper (1977) questionou a filosofia empirista de Bacon e a filosofia positivista de Comte, pela ingenuidade de seus princípios indutivistas e absolutistas, propondo uma nova concepção epistemológica para a compreensão da NdC, a qual indicava que o conhecimento científico não era construído a partir da observação fiel da realidade. Afirmava que a toda observação precedia uma teoria e que a partir desta era possível elaborar hipóteses a serem contrastadas com medições experimentais. Para Popper, o conhecimento científico era aquele

que se podia confirmar por meio de determinados dados experimentais ou de determinadas considerações teóricas. Assim, o que não fosse refutável, não era considerado científico. O método proposto por Popper para entender a construção do conhecimento científico foi o falseacionismo, que consistia em uma forma racional de avaliação do caráter científico de um conhecimento.

O racionalismo de Popper sobre a construção do conhecimento científico a partir de uma metodologia hipotético dedutiva tem a ver com o caráter universal da ciência e, nesse sentido, não é suficiente para explicar as mudanças que permanentemente ocorrem nas atividades científicas. Diante deste questionamento, Lakatos (1983) propôs a ideia dos programas de pesquisa científica como sendo uma forma de explicar a mudança científica pouco considerada por Popper. Apoiado na história da física, Lakatos afirmava a existência de programas bem diferenciados, tais como o programa newtoniano e o programa da física moderna, cada qual com o seu núcleo firme e não modificável, alias de possuir hipóteses que se poderiam modificar diante de determinadas anomalias.

Embora o racionalismo de Popper fosse importante para criticar a concepção empirista e positivista sobre a ciência, foi questionado por Kuhn (2001), que incorporava com maior precisão as análises históricas e sociais da ciência. De acordo com o autor em questão, não é possível diferenciar um conhecimento científico de outro pelo fato de falsear alguma de suas teorias, pois a teoria científica depende do consenso estabelecido pela comunidade e não simplesmente do critério de universalização. Kuhn propôs uma concepção epistemológica diferente, que evidenciava a relação do conhecimento científico com os processos humanos e sociais em permanente transformação. A concepção histórica e social do desenvolvimento científico proposta por Kuhn permitiu entender que o avanço da ciência não é linear e nem é produto dos esforços individuais de gênios, mas tem a ver com o trabalho coletivo e social da comunidade científica.

O trabalho de Kuhn representou um olhar mais amplo sobre a ciência, levando em conta alguns aspectos sociais e externalistas desta, diante das concepções internalistas embasadas apenas na lógica e na construção particular de cada ciência. As contribuições deste autor foram essenciais para o desenvolvimento dos estudos sociais da ciência e, também, para o questionamento do paradigma funcional da sociologia da ciência proposto por Robert Merton (1910-2003), o qual considerava que a ciência era uma atividade desinteressada, realizada pelos cientistas, visando apenas à construção de um conhecimento universal.

Apesar das importantes contribuições de Kuhn à sociologia da ciência, seu trabalho também é de cunho epistemológico e sua própria formação em física teórica outorgava a credibilidade de sua análise sobre a atividade científica que influenciou, em particular e notadamente, a área do Ensino de Ciências.

Outras críticas sobre o racionalismo de Popper também foram feitas por Habermas (1987), ao demonstrar filosoficamente que o conhecimento científico, como qualquer outro conhecimento humano, também era orientado por interesses técnicos insuficientes para democratizar a ciência. Assim, esta permaneceria restrita a uma racionalidade tecnocrática, levando em conta que se constitui como uma nova força de produção capitalista, portanto, exigindo uma análise crítica para que seja orientada por outro tipo de interesses, que venha beneficiar toda a humanidade e não apenas o mercado.

A filosofia empirista e positivista do conhecimento científico constituía-se como uma concepção dominante que rejeitava outras formas de conhecimento e, neste sentido, Habermas (1987) alertava para o fato de que o desenvolvimento do positivismo implicava a morte da própria filosofia, pois a reflexão diante da construção do conhecimento era eliminada.

Segundo Chalmers (1993), enquanto os trabalhos de Lakatos e de Popper permaneciam em uma concepção racionalista, o trabalho de Kuhn incorporava o relativismo, pelo fato de julgar um conhecimento como científico ou não em função do consenso estabelecido na comunidade de cientistas.

Neste sentido, o caráter valorativo desse consenso obedecia a preferências e valorações subjetivas e, dessa forma Kuhn foi responsável pela forte ruptura na epistemologia da ciência que, até aquele momento, era dominada pelas concepções racionalistas. Estas não aceitavam a possibilidade de se realizar uma análise da ciência como uma atividade social, ou seja, produzida por uma comunidade que tinha determinados valores e que criava teorias que, ao longo do tempo, poderiam ser questionadas e que, em função das anomalias que emergiriam de novas valorações ou novos resultados, poderiam mudar ou favorecer condições necessárias à criação de outra teoria, que atingisse e superasse as anomalias existentes.

O reconhecimento da possibilidade de analisar a ciência no contexto dos valores humanos deslocou a reflexão para um campo sociológico, pois a explicação da natureza do conhecimento em termos sociais não poderia ser suficientemente compreendida conforme um olhar epistemológico. Precisamente, o sociólogo David Bloor (1942-) interpretou as ideias de Kuhn, associadas ao relativismo, e defendeu a tese de que a análise da natureza e a evolução do conhecimento científico não podiam fugir do estudo realizado pelas Ciências Sociais e,

dessa forma, refutava a sociologia de Robert Merton (1910-2003) que pretendeu, por muito tempo, interpretar a ciência como uma atividade autônoma de qualquer dinâmica social.

A partir do trabalho de Conocimiento e imaginário social (1998), as pesquisas na sociologia da ciência cresceram bastante e surgiram diferentes pesquisas baseadas em estudos culturais e etnográficos, tais como os realizados por Bruno Latour, Steven Wolgar e Karen Knorr-Cetina, entre outros autores que têm construído uma obra ampla sobre o funcionamento da ciência. Embora tenham suas particularidades, tais pesquisas podem ser interpretadas, segundo Shin e Ragouet (2008), como uma perspectiva antidiferenciacionista, pois não consideram necessário diferenciar a ciência de outras atividades sociais.

Os posicionamentos relativistas a partir do trabalho de Kuhn – embora ele não desenvolva uma filosofia relativista, analisando sua proposta, conforme as ideias de Chalmers (1993), identifica-se que ele introduz uma concepção relativista, pois considera que a natureza do conhecimento científico se constitui conforme princípios, valores, teorias que são definidos por um determinado paradigma. Dessa forma não é possível julgar um conhecimento como verdadeiro ou falso fora desse paradigma, pois ele é inconmensurável conforme a outro que seja colocado em comparação. O posicionamento relativista desenvolvido amplamente por David Bloor, Bruno Latour e outros autores geraram certas prevenções, pelo afastamento de critérios racionalistas e objetivistas para a compreensão da NdC. Nesse contexto, o realismo e objetivismo defendidos por autores como o próprio Popper e, atualmente, por Mario Bunge (1919-), constituem respostas às ideias relativistas e pós-modernas que questionam os postulados racionais da ciência moderna.

Segundo Chalmers (1993), o realismo científico considera que a ciência procura construir descrições e explicações verdadeiras do mundo. Assim, as teorias científicas oferecem explicações corretas sobre determinados fenômenos, de acordo com um referencial teórico adotado. Embora essas explicações sejam insuficientes para esclarecer outros fenômenos, melhor apontados por outra teoria, não se pode considerá-las falsas. Um exemplo que permite nos aproximar do realismo científico é descrito pela física de Newton e pela física relativista de Einstein; embora a primeira não seja correta para explicar certos fenômenos que ocorrem à velocidade da luz, não se pode dizer que suas explicações não sejam verdadeiras para descrever o movimento dos planetas ou o movimento dos corpos na Terra. De fato, a teoria de Newton tem duzentos anos de sucesso e de construção teórica e experimental que não se pode considerar errada, diante das críticas que provêm da teoria de Einstein.

Para o realismo, o mundo existe independentemente de nós, seres humanos, de nossas teorias ou modelos e, neste sentido, uma teoria é considerada correta se explica esse mundo da melhor forma possível. Temos que precisar que o realismo é diferente do instrumentalismo, o qual também considera que o homem de ciência constrói explicações verdadeiras, pois a teoria que subsidia a construção dessas explicações não é considerada por sua verdade ou falsidade, mas pela utilidade que representa como instrumento para a medição dos fenômenos. Dessa forma, a ciência, sob a concepção instrumentalista, tem por finalidade a produção de teorias que se constituam como instrumentos adequados para se relacionar um conjunto de situações observáveis, enquanto para o realismo científico as teorias são essenciais para nos aproximar da compreensão do mundo e seu valor não depende somente das medições que possam ser estabelecidas pelo instrumentalismo.

De fato, o realismo não representativo, proposto por Chalmers (1993), considera que as teorias são aplicáveis ao mundo, dentro e fora das situações experimentais, pois fazem mais que estabelecer correlações entre um conjunto de enunciados observacionais. Segundo as próprias palavras de Chalmers (1993, p. 208), podemos dizer o seguinte:

[...] O realista não representativo não supõe que nossas teorias descrevam entidades do mundo, tais como as funções ondulares ou campos, da maneira que nossas ideias de senso comum entendem, que nossa linguagem descreve gatos e mesas. Podemos avaliar nossas teorias do ponto de vista da extensão em que lidam com sucesso com algum aspecto do mundo, mas não podemos ir mais além e avalia-las do ponto de vista da extensão em que descrevem o mundo como ele realmente é, simplesmente porque não temos acesso ao mundo independentemente de nossas teorias, de maneira que nos capacite a avaliar a propriedade daquelas descrições. Isto colide com nossas noções de senso comum, segundo as quais nossas conversas sobre gatos e mesas incluem o que é tomado por descrições de tais coisas.

As reflexões epistemológicas apresentadas nos permitem compreender algumas características da NdC que são importantes para o estabelecimento de um referencial teórico que oriente as nossas análises sobre as compreensões de ciência dos professores. Assim, em seguida, destacamos algumas dessas características:

- a ciência é uma construção racional que envolve teorias e modelos, os quais orientam a observação e o desenho de experimentos. O conhecimento científico pode ser questionado e refutado por resultados experimentais ou por meio do estabelecimento de teorias mais abrangentes;
- a ciência é uma atividade humana e social, realizada por um coletivo que apresenta valores e interesses específicos relativos à pesquisa que desenvolvem;

- as teorias científicas são construções históricas que procuram descrever e explicar o mundo e estão restritas aos seus pressupostos e a evidência experimental que suporta a sua validade;
- existem várias teorias científicas sobre o mundo que possuem seus próprios fundamentos e evidências experimentais;
- a ciência muda com o decorrer do tempo em função de novos questionamentos que surgem na comunidade científica, gerando novos paradigmas ou programas de pesquisa científica. Nesse sentido, a ciência é sempre uma tentativa racional voltada para uma melhor compreensão do mundo.

Essas características, identificadas segundo a análise epistemológica, são relevantes e necessárias, mas não são suficientes para a compreensão atual da NdC, pois ao aceitarmos que o conhecimento científico é construído por determinadas comunidades, que possuem seus valores e interesses, é necessário realizarmos uma reflexão sociológica sobre a natureza coletiva, social e institucional dessa atividade.

Também, se reconhecemos que a institucionalização da ciência na modernidade ocupou um lugar importante na produção de mercadorias, bem como de fins e serviços, estamos aceitando que hoje a ciência é alvo de grandes controvérsias quanto ao seu uso e papel social. Por essa razão é que julgamos ser necessário realizar a discussão sociológica apresentada a seguir.

1.2 COMPREENSÃO SOCIOLÓGICA DA CIÊNCIA

Na análise epistemológica da ciência, realizada anteriormente, evidenciamos a existência de diferentes perspectivas, tais como a empirista, a positivista, a racionalista, a paradigmática e a realista. Desta análise apresentamos a nossa compreensão sobre a NdC em função de algumas características essenciais da atividade científica, que identificamos. No entanto, sabemos que a abordagem de QSC no Ensino de Ciências exige uma compreensão mais ampla, que não pode estar restrita às questões epistemológicas e, por essa razão, é necessária uma análise dos aspectos sociais da ciência que favoreçam a compreensão das complexas controvérsias envolvidas nessas questões, algumas perguntas orientadoras para esta compreensão são: A ciência é uma atividade autônoma e diferenciada? De que forma se institucionaliza a ciência? O que se pretende com a “democratização” da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea?

No que diz respeito à análise sociológica, também discutiremos as perspectivas centrais que nos possibilitem identificar os importantes aspectos para a interpretação das compreensões dos professores sobre a ciência, conforme um olhar sociológico. Focaremos nossa análise na perspectiva funcionalista e normativa da ciência, proposta por Robert Merton que, pela coerência teórica do seu trabalho, é considerado um dos fundadores da sociologia da ciência. Em seguida caracterizaremos a crítica a essa perspectiva, a partir do trabalho de Thomas Kuhn e das contribuições do programa de pesquisa sociológica relativista, liderado por David Bloor e Barry Barnes. Também ressaltamos que os trabalhos denominados por Shin e Ragouet (2008) sob o guarda chuva de antidiferencacionista compartilham, de diferentes maneiras, o princípio relativista moderadamente proposto pelo próprio Kuhn. Finalmente, consideraremos algumas críticas a essas perspectivas antidiferencacionistas.

1.2.1 A Perspectiva tradicional ou normativa da sociologia da ciência

A perspectiva tradicional ou normativa da sociologia da ciência foi desenvolvida entre as décadas de 1940 e 1970 e seu principal representante foi Robert Merton, o qual produziu um estudo aprofundado sobre a atividade social da ciência na Inglaterra do século XVII, propondo a existência de uma importante relação entre o desenvolvimento científico e as condições sociais, econômicas, políticas e culturais da época. Robert Merton também fundamentou a ideia de que o progresso científico é produto, principalmente, da atividade autônoma de cientistas que constroem um conhecimento que acumula importantes conquistas e que, posteriormente, será utilizado por novos empreendedores da ciência.

O nascimento da ciência moderna abrangeu esforços individuais, tais como os realizados por Galileu, Newton e Descartes. Naquela época, os trabalhos desses autores ainda permaneciam em uma dimensão muito restrita a atividades individuais, o que seria modificado durante os séculos XVII e XVIII, período no qual a ciência deixou de se constituir como um esforço individual e passou a ser um esforço coletivo que, paulatinamente, foi se institucionalizando na sociedade. A criação do primeiro coletivo de cientistas se deu no ano de 1662. Estes se organizaram na primeira sociedade científica, conhecida como *Royal Society*, o que representou a evidência concreta de que a ciência constituía-se como um trabalho especializado, realizado por determinadas pessoas que estabeleciam critérios de avaliação e certificação dos resultados de seus estudos, podendo assim caracterizá-los como conhecimentos científicos. Pelo contrário, aqueles trabalhos ou práticas que não fossem coerentes com o que estava estabelecido pelo coletivo científico eram rejeitados e

considerados como conhecimento não científico. Os coletivos de cientistas proliferaram pela Europa surgindo, assim, as academias de ciência na Prússia, em 1700, na Rússia, em 1735 e na Suécia, em 1739. Juntamente com a criação dessas primeiras sociedades científicas nasceu a profissão de cientista e, desta forma, a ciência se constituiu como atividade reconhecida pela sociedade, representada pelos detentores de um tipo de conhecimento particular em comparação com os pré-existentes.

Merton também considerou que o puritanismo e a importância tecnológica para o desenvolvimento da indústria da mineração, da indústria têxtil e militar exerciam alguma influência no desenvolvimento científico, embora não o determinassem. Muitos membros da *Royal Society* eram puritanos e, provavelmente, suas crenças sobre a ordem perfeita de Deus, representada na natureza, resultaram em uma motivação levemente manifesta para a busca de um conhecimento rigoroso e aprofundado sobre o funcionamento da mesma e para a aceitação das reflexões e críticas como aspectos essenciais para que os indivíduos enfrentassem a realidade.

Merton realizou aprofundamentos na tese de que a ciência era uma atividade autônoma e, embora estivesse relacionada com as atividades sociais, políticas e econômicas da época, estas não poderiam determinar o seu desenvolvimento, pois a ciência tinha um *ethos* específico, constituído pelo conjunto de normas e valores envolvidos no julgamento do trabalho e do comportamento dos cientistas, com o qual a comunidade concordava. Assim, a integridade e o valor da pesquisa científica eram cuidados. Merton (1973) afirmou que a institucionalização social da ciência representava o reconhecimento de que aquele conhecimento era verdadeiro e acreditável na medida em que apresentava uma estrutura lógica e procedimentos rigorosos de verificação e de constatação. Nesse sentido, era possível propor quatro princípios ou normas que fundamentavam o *ethos* da ciência moderna: 1) universalismo, 2) comunalismo, 3) desinteresse e 4) ceticismo.

O universalismo é representado pelo fato de o conhecimento científico ser objetivo e verdadeiro na medida em que sua estrutura e construção não dependem de crenças ou valores pessoais ou sociais. Dessa forma, a natureza desse conhecimento não depende de atributos pessoais dos cientistas, tais como classe social, religião ou nacionalidade, mas dos critérios de validade adotados na estrutura lógica e racional da ciência. Embora na história de alguns países, tais como a Alemanha Nazi ou a União Soviética comunista, existisse a pretensão de justificar certas práticas de cientistas como universais, as pretensões ideológicas e

antidemocráticas colocavam-se contra a ideia do universalismo, ao que se devia atentar também no contexto de uma política democrática da ciência.

A norma do comunalismo indica que o conhecimento científico é construído colaborativamente pelos cientistas da comunidade e essa construção é realizada publicamente, pois existem os instrumentos de socialização criados pelas escolas de ciências e as associações de ciências para esse fim. Independentemente da nacionalidade ou da origem do cientista, sua produção não pertence a ele nem ao local de sua origem, mas é parte da comunidade. Porém, embora existam pressões políticas de toda ordem, seja capitalista ou socialista, a ciência cuida do valor da produção comunitária. Merton apresenta exemplos da história da ciência, tais como os conflitos existentes entre o verdadeiro autor do cálculo na disputa desenvolvida entre Newton e Leibniz para indicar que, apesar desses conflitos, a estrutura social da ciência elabora os mecanismos, procedimentos e instrumentos necessários para cuidar da natureza comunitária da ciência, tais como os direitos ou a propriedade intelectual, o que ajuda a reconhecer a produção dos cientistas em uma estrutura comunitária e colaborativa, pois existem os mecanismos de avaliação e certificação criados pela comunidade para dirimir divergências de opinião.

O desinteresse implica reconhecer que a ciência é uma profissão que não se pode julgar pela adesão de valores altruístas ou valores individualistas, mas pela busca objetiva de um conhecimento consistente. Embora os cientistas possam agir de acordo com valores de respeito, honestidade e solidariedade, estes não determinam a natureza do conhecimento por eles produzido; o importante são os processos de justificação e avaliação empregados pelos cientistas mais experientes e detentores de maior autoridade para julgar a qualidade de uma produção científica, em acordo com as próprias regras da comunidade e não em função de seus interesses pessoais.

A norma do ceticismo garante que a ciência, como atividade autônoma, não se torne uma doutrina absoluta e inquestionável, pois garante a necessária crítica e uma discussão aberta dos resultados e conclusões da ciência. Os resultados empíricos e lógicos da ciência podem gerar conflito com as crenças, princípios e atitudes de outras instituições que, ao mesmo tempo, podem gerar pressões sobre a atividade científica na qual os cientistas não consideram distinção entre o sagrado e o profano, e onde a crítica e a análise são realizadas conforme a objetividade do conhecimento e suas possibilidades de refutação e contradição.

De acordo com Shin e Ragouet (2008), as ideias diferenciacionistas de Merton foram também desenvolvidas por outros autores, como é o caso de Joseph Ben-David (1920-1986),

o qual propôs que, além da autonomia da ciência, a competição entre instituições e pessoas, bem como a descentralização institucional e o surgimento de especialistas disciplinares seriam fundamentais para impulsionar o crescimento científico. Alguns aspectos da tese deste autor são questionados por Shin e Ragouet (2008) no sentido de mostrar que não necessariamente os processos de descentralização representaram um maior crescimento da ciência; por exemplo, na França da primeira metade do século XX, onde não houve uma relação linear entre descentralização, centralização e maior avanço científico. Não se trata de um maior investimento em ciência para que esse campo autônomo possa crescer mais rápido e gerar maiores benefícios, mas sim de algo mais complexo e que abrange a geração de estratégias articuladas de investimento e desenvolvimento científico. Recentemente, a sociologia diferenciacionista da ciência também se apoia na cienciometria, para embasar as medidas de notoriedade científica e produtividade em termos de visibilidade dos trabalhos científicos e da qualidade destes; dessa forma, por exemplo, as medidas de índices de citação e impacto mostram que o reconhecimento científico aumenta quando os trabalhos são desenvolvidos pelos pesquisadores com maior perícia.

A perspectiva tradicional e normativa da ciência embasada principalmente no trabalho de Merton, apesar de contribuir para a compreensão do processo de institucionalização da ciência na modernidade, bem como para a elaboração de uma proposta concreta para explicar a construção social da ciência enquanto coletividade social, orientada por determinadas normas, foi indiretamente questionada pelo trabalho fundador de Kuhn (2001) que, ao considerar que a compreensão da ciência dependia da adesão dos cientistas aos valores, normas e princípios de um determinado paradigma, deixou em aberto a possibilidade de se pensar que existem várias versões de ciência e que estas podem entrar em competição de acordo com determinadas evidências experimentais e postulados teóricos. Dessa forma a ciência é semelhante a outros tipos de conhecimentos, nos quais há diversidade de opções e não pode mais ser governada por normas que definam sua autonomia absoluta.

A partir da análise de casos notáveis da história da ciência, Kuhn (2006) demonstrou que o desenvolvimento científico experimenta importantes mudanças e que não segue somente uma ordem linear, nem cumulativa, pois existem episódios extraordinários nos quais a tradição da ciência é questionada, podendo gerar a substituição total ou parcial de um determinado paradigma científico. Os três casos estudados por Kuhn foram: a invenção da segunda lei de Newton, a invenção da pilha elétrica por Alessandro Volta, e o problema do corpo negro proposto por Max Planck. Quando os cientistas são partidários de determinado

paradigma, fazem adesões que não são exclusivas de seus compromissos acadêmicos, mas que podem expressar compromissos políticos e ideológicos, assim, a ideia de um comunalismo autônomo, que nada tenha a ver com tais compromissos, é rechaçada a partir da análise histórica de Kuhn.

No denominado programa forte da sociologia, proposto por David Bloor e Barnes Barry, membros da Escola de Edimburgo, estes retomaram a ideia relativista de Kuhn e decidiram desenvolver uma nova alternativa sociológica para compreender a natureza da atividade científica, um referente importante foi o livro de Bloor, *Knowledge and social imagery* publicado em 1976, propondo os princípios de causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade inspirados no funcionamento de outras ciências.

1.2.2 A perspectiva relativista na sociologia da ciência

A tese da necessária adoção do relativismo para uma melhor compreensão sociológica da ciência é fundamentada em uma crítica importante à sociologia funcionalista e normativa de Merton. Barnes e Dolby (1994) questionam os quatro princípios dessa sociologia (universalismo, comunalismo, desinteresse e ceticismo) que seguem um racionalismo excessivo, o qual define regras estritas – adotadas somente pela comunidade científica –, desconhecendo que as pessoas e os coletivos de pessoas também devem aceitar normas estabelecidas; por exemplo, para conseguir a comunicação entre elas, necessariamente são seguidas normas impostas pela linguagem que envolve processos de negação, contradição e discriminação. Assim, o relativismo defende a tese de que o conhecimento da ciência é relativo a pessoas e locais, a culturas e história. Segundo Barnes e Bloor (1997), o relativismo é fundamental para todas as disciplinas interessadas na pesquisa da diversidade de sistemas de conhecimento e na distribuição e padrões de mudança dos mesmos. Os princípios básicos do relativismo são definidos, em primeiro lugar, na ideia de que as crenças sobre um tema variam permanentemente; em segundo lugar, que o uso dessas crenças depende dos contextos particulares que as definem e, em terceiro lugar, o fundamental do relativismo que é o postulado de simetria ou equivalência, o qual não considera que todas as crenças sejam igualmente verdadeiras ou falsas, mas sim que a credibilidade destas exige pesquisas empíricas para determinar suas causas locais ou específicas. Vários trabalhos históricos e antropológicos desenvolvidos por Bruno Latour, por exemplo, seguem esse princípio e constituem-se em uma base importante da perspectiva sociológica atual.

O relativismo aceita que as suas preferências e avaliações estão ligadas ao contexto e têm credibilidade local. Assim, o sociólogo deve focar-se nas causas das crenças e explicar os padrões institucionalizados do conhecimento. A realidade é um fator comum em todas as respostas cognitivas e, ao mesmo tempo, é diferente por não depender somente de uma razão incondicional e por ser um processo de aquisições de convenções específicas da cultura; em consequência não há significados padronizados, pois, as regras em termos linguísticos são específicas ao contexto, mais que universais.

A sociologia com o programa forte faz uma crítica aos princípios essenciais da sociologia mertoniana e, nesse sentido, o universalismo não pode ser um princípio exclusivo da atividade científica, pois toda sociedade têm determinados princípios que são de aplicação impessoal e não é pertinente confundir os critérios de verdade com os indicadores de verdade (BARNES; DOLBY, 1994). Os cientistas constroem critérios de verdade de acordo com seus trabalhos particulares e locais, a partir dos quais defendem suas conclusões e, dessa forma, têm um posicionamento e preferências por uma determinada teoria, o que não é coerente com o princípio do ceticismo que garante a objetividade do conhecimento e, assim, as possibilidades de sua refutação e de oposição. Em alguns casos, há cientistas que articulam elementos de teorias que estão em conflito e, portanto, assumem uma perspectiva que os torna céticos diante de alguns resultados; no entanto, podem aceitar outros.

A natureza social ou coletiva do conhecimento científico não é considerada conforme o comunalismo mertoniano que defende a autonomia absoluta da ciência; diferentemente, os cientistas baseiam suas ações e decisões no paradigma que seguem e, dessa forma, é possível considerar, no trabalho científico, a transmissão de conhecimentos sob um paradigma que orienta a formação de crenças de seus partidários e se constitui como espaço de formação dos futuros cientistas. Considerando historicamente o princípio de comunalismo, é possível evidenciar que o mesmo não estava amplamente desenvolvido no século XVIII, quando ainda existiam cientistas que não estavam interessados em publicar seus trabalhos ou que agiam de forma secreta para proteger suas pesquisas de seus adversários; assim, é claro que em determinados contextos o comunalismo não existe para proteger a autonomia da ciência.

O princípio de desinteresse na ciência também foi questionado por Barnes e Bloor (1997). Por exemplo, o aumento das aplicações econômicas da pesquisa científica tem gerado um acelerado crescimento da ciência e, em consequência, o controle de empresas ou militares é evidente. Além disso, a coesão, solidariedade e compromisso existente na comunidade de cientistas são valores próprios das normas particulares de um paradigma e não dependem de

um *ethos* global. Os processos através dos quais se consegue o acordo ou consenso entre os cientistas são fundamentais para favorecer mudanças na ciência, mas diante dessa preocupação surge aquela voltada para as normas, especialmente para as que poderiam constituir crítica aos adversários. Nesse sentido, não é pertinente basear essa análise na racionalidade, no ceticismo ou no desinteresse. O não acordo normativo é fundamental na ciência, mas são a linguagem e a cultura partilhada pelos cientistas que fazem úteis as normas técnicas implícitas nos paradigmas e não as normas especificamente científicas.

Podemos dizer que a sociologia relativista da ciência propôs uma nova forma de entender a natureza social do conhecimento científico e, até certo ponto, a tese referida a construção do conhecimento dependente dos contextos locais e históricos foi levada a sério por antropólogos como Bruno Latour, o qual desenvolveu interessantes pesquisas que procuraram entender a atividade científica na ação e nos contextos locais, como no laboratório. Recentemente, esse autor desenvolveu a teoria de ator de rede, a qual não está baseada em um referencial teórico específico, mas utiliza alguns conceitos orientadores, tais como simetria, relativismo e híbridos, entre outros, para denotar que os atores são os que fazem quase tudo o que o sociólogo precisa estudar. Latour (1994; 1994a) apresenta as complexas relações que os cientistas estabelecem nas redes que constituem e às quais se vinculam, e denota as disputas entre diferentes pontos de vista, nas quais se conquistam vitórias graças ao poder.

A perspectiva sociológica relativista e os trabalhos etnográficos, como os realizados por Bruno Latour e Steven Woolgar, são considerados por Shin e Ragouet (2008) como uma abordagem antidiferencionista da ciência, na medida em que consideram que essa atividade pode ser analisada de acordo com olhares históricos e antropológicos que não a consideram como uma construção autônoma. Para esses autores esta abordagem antidiferencionista desmitificou, desde os inícios do ano de 1980, a tese normativa, autônoma e absoluta da ciência, ao mostrar que o poder, o dinheiro e o lucro simbólico se constituem elementos essenciais do trabalho científico, da mesma forma que constituem outros microcosmos sociais. Dessa forma, o que os cientistas interpretam como natureza é uma construção da cultura. Quanto à verdade científica, ela não se reveste senão de um estatuto que conferimos aos enunciados e às proposições de atores vencedores no contexto de disputa do qual participa a ciência.

Ainda, segundo Shin e Ragouet (2008), embora as contribuições da perspectiva antidiferencionista resultem interessantes para se analisar criticamente a sociologia

tradicional da ciência, tem gerado exagerados discursos niilistas e de anticiência. Diante dessas limitações, os autores propõem uma sociologia transversalista, embasada nos seguintes postulados:

- 1) a autonomia relativa do campo científico, o que significa que ele está dotado, ao mesmo tempo, de mecanismos de regulação que lhe são próprios e que ele estabelece com outros microcosmos sociais - campos econômico, político, etc - de relações de interdependência;
- 2) a existência de fluxos migratórios transversais aos espaços disciplinares que concernem tanto aos praticantes quanto aos conceitos e instrumentos sobre os quais os antidiferencionistas se debruçaram, mas para ver neles somente o testemunho de uma desapareição das fronteiras, notadamente disciplinares;
- 3) a persistência de movimentos de convergência intelectual e de capitalização cognitiva que transcendem as demarcações disciplinares, bem como, a estabilização de subcampos de pesquisa (SHIN; RAGOUET, 2008, p. 123).

A sociologia transversalista dá conta de aspectos de universalidade que são desconsiderados pelas perspectivas antidiferencionistas. A validade da universalidade aparece quando os praticantes inscritos em diferentes domínios obtêm resultados estáveis e duráveis. A universalidade prática permite que os cientistas, os engenheiros e o público leigo possam se comunicar além das fronteiras culturais que os separam, assim, a universalidade é uma produção social.

Finalmente, podemos dizer que a discussão sociológica realizada acima nos permite sintetizar outras características da NdC que são fundamentais para a análise das compreensões dos professores ao discutirem QSC. Estas características são apresentadas em seguida:

- a ciência é uma atividade social e cultural que estabelece múltiplas relações com outras atividades sociais, econômicas e políticas. Embora não se possa afirmar que seja uma atividade totalmente autônoma, pode-se dizer que os cientistas estabelecem determinadas regras, valores, formas de produção, comunicação e divulgação que constituem determinadas práticas, as quais, articuladas a um determinado paradigma, garantem a obtenção de resultados estáveis em um determinado tempo;
- a produção de conhecimentos científicos está influenciada por diversos interesses, tanto dos pesquisadores envolvidos como de outros atores sociais que podem, em determinadas condições políticas, controlar o trabalho do cientista;

- a crítica na atividade científica não está restrita às normas estabelecidas pela comunidade científica; também há pressões externas e dinâmicas locais, contextuais e culturais que podem gerar críticas importantes para orientar de outra forma a ciência;
- na ciência existem disputas entre os seus praticantes, tanto por questões teóricas, empíricas, quanto por interesses de outra ordem, que podem ser ideológicos, políticos ou econômicos.

CAPÍTULO 2. AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E A NECESSÁRIA FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES

De acordo com Ratcliffe e Grace (2003, p. 2-3), apresentamos em seguida as características das QSC: 1) Têm uma base na ciência, frequentemente em áreas que estão nas fronteiras do conhecimento científico; 2) Envolvem a formação de opiniões e a realização de escolhas no nível pessoal e social; 3) São frequentemente divulgadas pela mídia, com destaque para os aspectos baseados nos interesses dos meios de comunicação; 4) Lidam com informações incompletas por conta de evidências científicas incompletas ou conflitantes e de lacunas nos registros; 5) Lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas; 6) Envolvem a análise de custo e benefício na qual os riscos interagem com valores; 7) Podem envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável; 8) Envolvem valores e raciocínio ético; 9) Podem requerer algum entendimento de probabilidade e risco. Além disso, as QSC são pouco delimitadas, abordadas multidisciplinarmente e frequentemente controversas, e envolvem produtos tecnológicos que têm impactos em contextos sociais e ambientais.

Diversos autores reconhecem o potencial das QSC para o trabalho em sala de aula. Dentre suas possibilidades estão a promoção do desenvolvimento ético e moral nos estudantes (ZEIDLER, 2003; GUIMARÃES, 2011) e a viabilização da compreensão da NdC na formação de professores (PEDRETTI, 2003; REIS; GALVÃO, 2008, GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011), podendo também trazer contribuições para a formação do professor como pesquisador, além de potencializar a autonomia docente e contribuir para o questionamento da ideologia do currículo tradicional, que se caracteriza pela imposição dos conteúdos e estratégias de ensino a serem desenvolvidos mecanicamente pelo professor durante as suas aulas (MARTÍNEZ, 2012).

Também há interessantes experiências na formação continuada dos professores por meio do desenvolvimento de sequências didáticas em cenários comunicativos (BORTOLETTO, 2013; LOPES, 2012). Outros autores, como Santos e Mortimer (2009) têm trabalhado com a introdução de aspectos sociocientíficos em sala de aula, considerando-a uma grande fonte de riqueza para a formação cidadã e, de acordo com uma proposta freiriana, procuram a problematização e a constante reflexão sobre o papel social da ciência.

Nesta pesquisa, as controvérsias trabalhadas no processo formativo corresponderam ao Diagnóstico genético de pré-implantação (DGPI) e a Célula Sintética. A primeira entendida como uma técnica na qual se faz uma biópsia no embrião, no estágio de oito células, para se

estudar as doenças genéticas e, desta maneira, selecionar a célula livre de doenças para ser implantada no útero da mãe (MEJÍA, 2009).

A segunda refere-se a uma representação da célula mínima; questão que está sustentada na lógica da engenharia, pois se conhece as microestruturas orgânicas artificiais, as quais são sintetizadas para serem implantadas no ser vivo (MARCOVICH, 2008).

2.1 O DIAGNÓSTICO GENÉTICO DE PRÉ-IMPLANTAÇÃO

A construção do modelo da molécula do ácido desoxirribonucleico (ADN) é um exemplo do trabalho científico que envolve a participação de diferentes cientistas e desenvolvimentos tecnológicos decorrentes. Contudo, apesar das diversas contribuições, foram James Watson e Francis Chris os cientistas que propuseram a estrutura do ADN no ano de 1953. A partir desta proposta de modelo foram muitos os desenvolvimentos gerados na área da Biologia Molecular e diversas são suas aplicações na medicina, nos setores da veterinária e da agronomia. No campo da saúde, por exemplo, há aplicações no estudo dos genes relacionados com doenças, na produção de agentes terapêuticos e na terapia gênica. Sem dúvida alguma se tem avançado no conhecimento, mas também se tem aberto caminhos para questões mais amplas do que a aplicação da técnica e o domínio da natureza, pois estas questões nos levam a repensar a própria existência humana na sociedade atual.

No intuito de apresentar um referencial teórico que caracterize as QSC explorando uma questão em particular, propusemo-nos a descrição do DGPI a partir de seus aspectos de base científica, dos valores e do raciocínio ético, assim como dos problemas globais e locais que a envolve. Dessa forma, consideramos que esta descrição é um aporte importante para uma melhor compreensão sobre as QSC e, também, uma contribuição educacional na abordagem do tema do DGPI, já que esta questão tem sido discutida principalmente na área de medicina e do direito.

2.1.1 Ter uma base na ciência e estar nas fronteiras do conhecimento científico

O DGPI consiste em uma técnica desenvolvida para a análise cromossômica e genética de um embrião obtido por fertilização *in vitro* (FIV), o qual, posteriormente aos resultados do estudo genético, poderá ser transferido para o útero da mãe.

A FIV é uma técnica de reprodução medicamente assistida (RMA), cuja aplicação se deu início no ano de 1978, tendo como responsável o biólogo e premio Nobel em fisiologia ou

medicina Robert Geoffrey Edwards (1925-2013), junto ao ginecologista Patrick Steptoe (1913-1988). Esta técnica, conhecida como bebê de proveta, é orientada para casais que apresentam problemas de esterilidade e requer várias etapas: 1) a estimulação ovárica; 2) a punção para a colheita de ovócitos; 3) a inseminação dos óvulos (convencional ou *intra cytoplasmic sperm injection-ICSI*); 4) o cultivo de embriões; 5) a transferência embrionária e, em alguns casos; 6) a vitrificação dos embriões restantes.

Após a obtenção do embrião por FIV, realiza-se uma biópsia no mesmo, quando este se encontra no estágio de oito células, ou seja, o terceiro dia após de ter sido fertilizado, tomando-se um ou dois blastômeros para o estudo. Adicionalmente, existe a biópsia do corpúsculo polar ou a biópsia do blastocisto; a primeira é própria do cariótipo feminino e permite identificar aneuploidias (trissomias ou monossomias), enquanto a segunda biópsia é realizada no embrião com cinco dias de desenvolvimento. Segundo Torelló (2011), ainda há controvérsias com relação ao momento ideal de transferência do embrião. A maioria dos laboratórios realiza este processo entre o segundo e o terceiro dias de cultivo, no entanto, há argumentos que orientam ser mais adequado proceder a tal processo quando é maior o período de cultivo, por existir então uma sincronização entre embrião e endométrio que se assemelha mais às condições do processo de implantação *in vivo*. Neste mesmo estudo a autora analisa, em diversos trabalhos divulgados na literatura, as taxas de implantação que se obtêm em função do dia que se realiza a transferência embrionária. Naqueles trabalhos são apresentadas variáveis importantes de serem consideradas com respeito à implantação, tais como os aspectos relativos à idade da paciente, ao número de embriões e qualidade destes, bem como ao método de conservação dos embriões, sendo interessante o dado que mostra que em qualquer destas possibilidades a taxa de implantação foi inferior a 60% depois da transferência de blastocistos.

Outros procedimentos próprios para a realização do DGPI tratam dos métodos de amplificação do ácido desoxirribonucleico (ADN) pela Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e da análise cromossômica por meio da Hibridação *in situ* por Fluorescência (FISH).

A PCR foi desenvolvida por Kary Mullis, em 1988; trata-se de uma reação enzimática catalisada por uma ADN polimerase, usada para repetidas replicações de um segmento definido de ADN. O número de moléculas de ADN aumenta exponencialmente, dobrando a cada ciclo de replicação. No processo inicial a fita dupla de ADN deve ser aquecida para que haja a separação da mesma (desnaturalização) e, em seguida, deverá ocorrer o resfriamento para permitir que os *primers* se liguem a cada fita do ADN. A ADN polimerase é usada para

sintetizar novas fitas de ADN, iniciando a partir dos *primers* e resultando na formação de duas novas moléculas de ADN (COOPER, 2001).

O método FISH aplica-se para cromossomos individuais, no processo de identificação de doenças monogénéticas, aneuploidias, cromossomopatias e para o diagnóstico do sexo. O método pode ser usado em células em metáfase, porém, para o estudo de anormalidades numéricas e de algumas anormalidades estruturais é utilizado em células em interfase.

A técnica FISH envolve a preparação de sondas específicas de ADN, marcadas pela incorporação de nucleotídeos quimicamente modificados e diretamente fluorescentes; também podem ser detectados pela ligação a uma molécula fluorescente, visualizados sob a luz ultravioleta. Tais sondas de cadeias simples de ADN são hibridizadas com os cromossomos metafásicos, mas também diretamente com os cromossomos de células interfásicas. Posteriormente à hibridização *in situ*, as lâminas formadas podem ser visualizadas em microscópio de fluorescência e, desta forma, se pode identificar as alterações cromossômicas.

Outro procedimento alternativo ao FISH é a Hibridização Genômica Comparativa (CGH), que possibilita o estudo do cariótipo completo da célula. Neste processo requerem-se embriões criopreservados que, por sua vez, apresentam uma menor taxa de implantação em relação a embriões sem criopreservação (MEJÍA, 2009).

O DGPI é indicado para casais de idade avançada, com histórico de abortos ou de falhas repetitivas de implantação, bem como para pais que possuem antecedentes hereditários. É uma técnica bastante complexa, para a qual é exigida a participação de várias áreas do conhecimento, tais como a genética clínica, a medicina reprodutiva, a embriologia clínica e a genética molecular (HANDYSIDE; KANGPU, 2012). Também é considerada como uma técnica mais vantajosa do que as técnicas pré-natais¹ já que impede os pais de decidirem a interrupção da gestação (aborto) nos casos em que há constatação da existência de doenças graves.

Esta técnica foi aplicada clinicamente no ano de 1990², e a primeira experiência foi divulgada na revista *Nature*: “*Pregnancies from biopsied human preimplantation embryos sexed by Y-specific DNA amplification*”, pelo especialista Alan Handyside e seus colaboradores (1990). Tratou-se da eleição de embriões a serem implantados em casais com

¹ Há uma grande variedade de técnicas invasivas e não invasivas na realização do Diagnóstico pré-natal, tais como: ecografia, amniocentese, ultrassonografia 3D, amnioscopia, biópsia de vilosidades coriônicas, cordocentese.

² No entanto, os primeiros trabalhos foram desenvolvidos por Edwards, RG e Gardner, RL. Nos anos de 1967 e 1968, intitulados respectivamente, *Sexing of live rabbit blastocysts*. *Nature* n. 214, p. 576- 577 e *Choosing sex before birth*. *New Scientist* v. 38, n.595, p.218-220.

risco de transmitir uma doença genética ligada ao cromossomo X (adrenoleucodistrofia e síndrome do X frágil), desta maneira foram implantados embriões femininos após a FIV, considerando as doenças que afetam principalmente aos homens.

A partir da descrição apresentada acima fica claro que o DGPI tem uma base de conhecimento científico e tecnológico, no entanto, devemos partir da premissa que a C&T tanto se expressa em práticas, ações e instituições, como se orienta por fins nos quais há interesses, valores e anseios (OLIVÉ, 2009). Neste sentido, atribuições de neutralidade à técnica em pauta não procedem e, como apresentaremos em seguida, desde a sua primeira aplicação até o momento atual esta técnica tem sido modificada e a ela têm sido colocadas várias controvérsias públicas.

Uma mudança bastante visível diz respeito ao processo de identificação de doenças genéticas; de umas poucas doenças hereditárias, inicialmente, passou-se para um número cada vez maior e, também, tem sido sofisticados o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de métodos adequados para a realização do DGPI, tal como as biópsias (corpúsculo polar, blastocisto) utilizando *microarrays*, PCR e FISH, além da experimentação que tem possibilitado maior número de implantações e pesquisas para diminuir problemas de gravidez múltipla ou complicações neonatais. Segundo Handsyde (2012), na década de 1990 muitas doenças hereditárias causadas por defeitos de um único gene ainda não se identificavam com precisão a um cromossoma em particular; também, havia a dificuldade da amplificação do ADN, fazendo com que inicialmente esta técnica fosse considerada como errônea. Dificuldade esta que foi superada com o uso de métodos de fluorescência e eletroforese automatizada que possibilitam analisar múltiplos fragmentos a partir de células individuais.

Em consequência do desenvolvimento desta técnica, surgiram novas aplicações. Na primeira aplicação da técnica foram consideradas as doenças hereditárias associadas ao cromossoma X, mas depois, no final da década de 1990, incorporou-se o diagnóstico de doenças genéticas. Anteriormente, era uma técnica restrita a casos específicos, – O DGPI foi originalmente desenvolvido para detectar e evitar doenças genéticas como a anemia falciforme, a doença de Tays-Sachs, a Talassemia, a distrofia de Duchenne, entre outras – mas atualmente está disponível a qualquer casal que decida pela FIV. No entanto, na comunidade europeia, por exemplo, algumas restrições estão colocadas, o que não ocorre nos EEUU, onde não há maiores controles (MENDÉZ; VILLAMEDIANA, 2012).

Em seguida a essa nova aplicação chegaram outras, tais como a seleção do sexo por motivos não médicos (menina ou menino?), a seleção de embriões imunologicamente

compatíveis (irmãos salvadores), a possibilidade de seleção de características desejáveis (desenho de crianças) e, como os avanços não cessam, há projeções de uso do DGPI para a identificação de genes defeituosos associados às doenças poligênicas. Cada uma das aplicações descritas é controversa e envolve dilemas éticos, bem como diversos questionamentos e preocupações com as práticas eugênicas.

Para finalizar a primeira característica da QSC do DGPI associada à base científica, discutiremos brevemente a controvérsia gerada pela *seleção e descarte de embriões por doença genética* pela qual optamos por incluir neste item – embora esta apresente elementos de valores e raciocínio ético e moral – em função da grande incidência do conhecimento científico para as tomadas de decisão no âmbito clínico, dos pacientes ou da possível participação cidadã.

Alguns questionamentos que se pode propor para pensar sobre esta controvérsia seriam: Quais embriões devem ser implantados e quais, não? Quem deve decidir sobre isso? O que fazer diante do crescente número de doenças identificadas? Deve haver restrições com respeito às aplicações do DGPI? Todo casal que deseja ter filhos deveria ter acesso a este benefício? De uma maneira pouco aprofundada qualquer um de nós responderia que, diante da possibilidade de, por meio do uso da técnica, se garantir bebês saudáveis, esta seria um benefício. Ainda assim, sabemos que nessa resposta há diversas variáveis a serem consideradas.

Por um lado, embora tenhamos conhecimento de que toda doença hereditária é genética, isto não significa que toda doença genética seja hereditária; esta pode ser devida a uma falha no funcionamento de um gene ou à ausência deste na região reguladora do ADN. Outro dado que nos permite uma melhor compreensão do que seria a escolha de um embrião é o tipo de doença que se pode identificar com o DGPI, sendo algumas doenças monogênicas como: 1) doença autossômica dominante (coreia de Huntington e doença de Charcot-Marie-Tooth); 2) doença autossômica recessiva (anemia de Fanconi, anemia falciforme, doença de Tay-Sachs, fenilcetonúria, fibrose cística, talassemia) e 3) doença com herança ligada ao cromossomo X (Síndrome de X frágil, distrofia de Duchenne), 4) doença por alteração do número de cromossomos (Síndrome de Down). Ao considerarmos cada tipo de doença também enfrentamos as classificações destas, ou seja, doença que causam transtornos graves, moderados ou leves. Esta classificação é bastante difícil, pois leva a questionamentos em torno da qualidade de vida do futuro bebê, assim como das implicações da família e da sociedade diante algum tipo de doença.

Adicionalmente, é pertinente lembrar que as doenças genéticas nem sempre se expressam nos primeiros anos de vida; há muitas delas caracterizadas como sendo de início tardio e, nesse sentido, aumentam os conflitos. Por exemplo, deve se implantar um embrião portador de uma doença cujos sintomas aparecerão apenas aos quarenta ou cinquenta anos? Precisamente, Zats (2011, p.71) questiona:

É ético excluir um embrião que tenha uma mutação para coreia de Huntington, um distúrbio que geralmente só se manifesta depois dos quarenta anos? E, no futuro, quando será possível identificar e excluir centenas de mutações relacionadas a doenças como hipertensão, diabetes e outras? Será o caso de selecionar embriões perfeitos em um novo tipo de eugenia?

Mejía (2009) apresenta em seu texto casos concretos de personagens com doenças genéticas que, atualmente, são reconhecidos por seus grandes aportes artísticos ou acadêmicos, como é o caso de Stephen Hawking. Este padece de esclerose lateral amiotrófica (ELA), uma doença neurodegenerativa que foi identificada quando o mesmo tinha 21 anos e que não tem impossibilitado este cientista de trazer os grandes aportes na área da física e que ao mesmo tempo tem permitido avanços técnicos na área da comunicação. Nesse sentido, o convite do autor é orientado para evidenciar como a nossa percepção – diante um DGPI – pode mudar diante de casos concretos.

Outra situação que coloca em dificuldade a aplicação desta técnica diz respeito ao dilema sobre o diagnóstico de embriões portadores de um alelo mutado para doenças autossômicas recessivas. Isto implica que, apesar deste sujeito não apresentar sintomas da doença, há o risco de gerar descendentes com portadores da mesma e, neste caso, se deveria implantar tal embrião? Esta mesma falta de clareza se apresenta diante da decisão de implantar ou não um embrião com diagnóstico de predisposições genéticas, entendendo que este poderá ou não vir a desenvolver uma doença durante a sua vida.

Até o momento, com a controvérsia abordada, temos identificado situações que estão diretamente relacionadas com informações sobre as doenças genéticas e que levariam à tomada de decisões sobre a aplicação do DGPI, mostrando uma aparente aceitação desta técnica e colocando as dificuldades em termos de conhecimento científico, porém, outras questões não têm sido tratadas, como a questão proposta por Kollek (2000) *apud* Habermas (2004, p.28-29) “É compatível com a dignidade humana ser gerado mediante ressalva e, somente após um exame genético, ser considerado digno de uma existência e de um desenvolvimento?” ou a pergunta de Habermas (p.29) “podemos dispor livremente da vida humana para fins de seleção?”. Estes são questionamentos que evidenciam que a compreensão

das QSC requer também argumentos filosóficos, éticos e morais. Da mesma maneira, não podemos deixar de lado que a controvérsia da seleção e descarte de embriões se desenvolve em uma sociedade regulada pelo mercado e impregnada de ideologias, de aspectos como liberdades reprodutivas, na qual as escolhas ocorrem segundo critérios próprios ou preferências individuais e podem ser orientadas por intenções de perfeição humana, o que gera sérios problemas de interesses e preferências.

2.1.2 A QSC do DGPI envolve valores e raciocínio ético

Assim como afirmávamos no primeiro capítulo, que o desinteresse não é próprio da ciência, o mesmo se aplica à tecnologia. Em uma visão positivista do conhecimento, a ciência é neutra e desenvolve-se de maneira linear e, da mesma forma, a tecnologia - compreendida como uma aplicação da ciência - também é neutra. Assim, os cientistas e tecnólogos não são responsáveis pelos fins que outros decidam atribuir ao conhecimento. Contrário a isso, como discute Olivé (2009), quando compreendemos a ciência e a tecnologia como conhecimentos desenvolvidos por pessoas orientadas por sistemas de ações intencionais e cujas crenças, valores e conhecimentos estão dirigidos por determinados fins, podemos avaliá-los e estabelecer juízos do ponto de vista moral.

A QSC do DGPI ultrapassa posicionamentos relativistas – com respeito à utilização da técnica – classificando-a em categorias como certo ou errado e requerendo, portanto, uma compreensão mais ampla sobre os seus fins, bem como dos dilemas éticos que abrange. Para Malamud (2013), o DGPI tem intenções de: prevenção, aperfeiçoamento, extensão e reprodução. O primeiro busca prevenir o futuro filho de doenças graves hereditárias e também é conhecido como eugenia negativa; o segundo pretende que o futuro filho possua certos caracteres desejáveis, também chamado de eugenia positiva; o terceiro tem a finalidade extensiva orientada para a obtenção de embriões imunologicamente compatíveis, que possam aliviar a doença de um irmão; finalmente, há o fim exclusivamente reprodutivo, que tem a intenção de possibilitar a implantação do embrião e a diminuição de futuros abortos.

As QSC abrangem diversos dilemas éticos. Por exemplo, no caso extensivo do DGPI – que busca por embriões imunologicamente compatíveis – o imperativo categórico kantiano do uso da humanidade e da própria pessoa como fim e não como meio é transgredido, já que a seleção de um novo embrião tem a intenção de salvar um terceiro. A situação é ainda mais tensa sabendo-se que, diante de qualquer necessidade futura de doença do irmão, ele será um

possível candidato a doador, aspecto que afeta enfaticamente o princípio de humanidade, de seres autônomos e livres para tomar decisões morais.

Com relação à eugenia ela foi abraçada no início do século XX pelo pensamento Europeu e institucionalizada nos Estados Unidos tanto politicamente quanto em práticas como esterilização, controle da imigração e controle das instituições para deficientes. Ela foi concebida por Francis Galton (1822-1911) que entendia que as características comportamentais e intelectuais obedeciam a predisposições internas que podiam ser transmitidas para seus descendentes através da reprodução (CONT, 2013). Atualmente, dita eugenia difere porque esta orienta a capacidade de decisão no âmbito individual, ou seja, os pais definem a exclusão de embriões que apresentam defeitos genéticos – eugenia negativa – ou deixam certas características genéticas no embrião – eugenia positiva. Para Habermas (2004), esta decisão se enquadra em uma perspectiva de eugenia liberal, na qual as preferências individuais dos sujeitos do mercado estão dentro de uma escolha relativa entre o terapêutico e o aperfeiçoamento, isso devido à dificuldade que há entre os seus limites, “nas sociedades liberais, seriam os mercados que, regidos por interesses lucrativos e pelas preferências da demanda, deixariam as decisões eugênicas às escolhas individuais dos pais” (p.67).

A eugenia negativa parece receber maior aceitação na comunidade, considerando o critério de que as pessoas que nascem com uma doença grave não terão qualidade de vida. Contudo, há questionamentos sobre a seleção de embriões com ressalva e a própria inferência sobre o natural. Contrário a esta, a eugenia de aperfeiçoamento recebe menos aceitação, gerando bastante divergência sobre suas possíveis aplicações e critérios de uso, questões sobre *design* de filhos mais inteligentes, de determinado sexo, ou com certas capacidades físicas, embatem com processos de instrumentalização da vida humana, diferenciando o natural e o fabricado, colocando em discussão novas relações de desigualdade na sociedade, ou seja, aqueles manipulados geneticamente e aqueles sem manipulação. Nesse sentido, os sujeitos racionais que deveriam orientar-se para consensos e regulamentações desta técnica ficariam expostos ao que apresentamos anteriormente, a uma eugenia liberal.

Continuando nessa perspectiva de compreensão das implicações do DGPI, em seu livro “O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?” - publicado em alemão em 2001 -, Habermas reconhece que o debate do DGPI acontece em uma sociedade pluralista, assim entendida pela capacidade da racionalidade de todos os seres humanos que, não necessariamente, compartilham as mesmas normas morais. Não se trata de um relativismo no

qual tudo é permitido e nem de um absolutismo, mas diz respeito à busca de acordos entre os grupos humanos. Nesse sentido, Habermas (2004) apresenta-nos a sua compreensão sobre a dignidade humana *versus* a dignidade da vida humana, partindo do reconhecimento de que a discussão sobre o *status* do embrião, a partir da temática do aborto, não tem trazido resultados, já que no aborto há um embate entre a decisão da mulher e a necessidade de proteção do embrião, enquanto no DGPI a questão do embrião atende aos interesses de terceiros, de preferências, seleção e produção colocando o futuro feto como um bem material. Segundo o autor, um aspecto interessante sobre a discussão do *status* do embrião na temática do aborto tem permitido observar duas visões: aquela dos que consideram o embrião como um grupo de células e a dos que consideram o processo de fecundação como um processo individualizado, resultante do qual já existe um ser humano em potencial, portador de direitos fundamentais. Para o autor, nessas abordagens não se tem considerado a questão da indisponibilidade do que ainda não é pessoa, *status* moral de vida humana pré-pessoal, daí a importância de se diferenciar a dignidade humana da dignidade da vida humana, pois a primeira obedece a uma situação moral ou jurídica, estabelecida por um coletivo com relações simétricas de direitos e deveres na qual a *inviolabilidade*³ só acontece como reconhecimento entre as pessoas. A segunda é própria do momento pré-pessoal, no qual a vida requer uma concepção de dignidade; embora ainda não esteja inserida em contextos públicos de interação requer, de nossa parte, uma valoração como vida humana. Habermas rejeita, portanto, assumir o embrião como um bem material e dar abertura para o processo de instrumentalização da vida humana. Também dá início a um exercício de revisão das implicações que a sociedade acolheria diante de sujeitos cuja herança genética foi manipulada, configurando novas relações sociais assimétricas.

2.1.3 As QSCs lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas

No livro de Zatz (2011), “Genética: escolhas que nossos avós não faziam”, apresenta-se o caso de um casal asiático que desejava ter um filho de sexo masculino, pois já tinham duas filhas. A situação que os levava a esta escolha era atribuída à legislação de seu país, onde o filho homem mais velho herda todo o dinheiro do pai, desde que seja do sexo masculino. Dado que o aconselhamento genético foi procurado no Brasil, lhes foi explicado que tal

³ Utilizamos *inviolabilidad* como aparece no uso da tradução do espanhol, contrário a “intangibilidade” como é traduzida para o português, o primeiro denota um sentido mais abrangente da proteção da pessoa. Nesse sentido, para Habermas a *inviolabilidad* da vida se adquire com o nascimento, adquirindo seus direitos inalienáveis próprios de qualquer pessoa. A vida pré-pessoal apesar de possuir direitos fundamentais é indisponível.

prática não poderia ser realizada, pois os médicos só atendiam a escolhas de sexo nos casos em que havia risco de doença genética ligada ao sexo, em concordância com a Resolução 1.358/92 do Conselho Federal de Medicina. Diante disso, o casal rejeitou a impossibilidade desta escolha. Esta reação envolve discussões sobre a regulamentação e controle do DGPI nos diferentes países, pois é sabido que esta escolha pode ser feita em outros países, como descreve Zats (p. 86) e a essas práticas recorrem os casais que podem viajar grandes distâncias ou gastar fortunas para gerar seus filhos.

Em seguida apresentamos um panorama geral da situação do DGPI em diferentes países, o qual obedece a razões culturais e legais e, em nosso entender, também se mostra como um chamado para se pensar sobre o papel da cidadania diante da atividade científica e dos fins que a orientam, bem como sobre a necessidade de formação para a participação – em especial no âmbito da América Latina – onde o tema ainda não foi objeto de grandes discussões. Uma classificação, oferecida por López *et al.* (2005), apresenta três tendências, segundo o direito comparado: 1) postura permissiva, em países como Estados Unidos, Austrália e Inglaterra; 2) posturas restritivas, como ocorre na Alemanha, Áustria, Suíça e Irlanda, em muitos dos quais estavam sendo feitas revisões em termos de mudanças da lei; a França também aparece neste grupo, com bastantes restrições; finalmente: 3) posturas intermediárias, como a Espanha, a Noruega e a Suécia. Uma classificação mais recente é apresentada por Malamud (2013), considerando: 1) as posturas de total liberdade; 2) os que limitam sua aplicação a certos casos e criam leis especiais; 3) os que possuem proibições e punições penais. No primeiro grupo estão países como Inglaterra, Estados Unidos e Argentina; no segundo grupo países como Espanha, França, Colômbia e localizariamos também neste grupo o Brasil; no terceiro grupo estão a Alemanha e o Chile. Nesse sentido, é importante considerar o dinamismo que tem a técnica do DGPI, o que implica que neste mesmo momento alguns países estão estudando as leis e as considerações sobre esta técnica.

Nos Estados Unidos não há uma legislação nacional que coloque limites ao DGPI. O dinheiro investido nas pesquisas sobre embriões humanos e sobre atividades relacionadas ao DGPI provém de fundos particulares. Neste mesmo grupo, a Inglaterra também não impõe maiores restrições, pois o controle e a inspeção são de responsabilidade da *Human Fertilization and Embryology Authority* (HFEA), permitindo a realização do DGPI em doenças tardias e a seleção de embriões imunologicamente compatíveis com irmãos gravemente doentes, embora não seja permitida a conservação de embriões com fins terapêuticos.

Já no caso da Espanha a Lei 35/1998 *sobre técnicas de reproducción asistida*, mudada pela lei 10/1995, bem como as leis 45/2003 e 14/2006 autorizam aos centros, em seu artigo 12, a prática do DGPI para a seleção de embriões quando há detecção de doenças hereditárias graves e sem tratamento curativo pós-natal, ou nos casos de detecção de outras alterações que prejudiquem a viabilidade do pré-embrião. A instituição que exerce o controle é a *Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida*⁴. Finalidades como antígenos de histocompatibilidade requerem autorização e prévio estudo por parte da Comissão (ESPAÑA, 2006).

O Brasil possui o Conselho Federal de Medicina (CFM) que, dentro de suas atribuições, expede a Resolução CFM Nº 2.013/13 - que revoga a Resolução CFM Nº 1.957/10 - na qual são adotadas as normas éticas para a utilização das técnicas de reprodução assistida, como dispositivo deontológico a ser seguido pelos médicos. Em seu item VI, sobre DGPI de embriões, considera:

1 - As técnicas de Reprodução Assistida (RA) podem ser utilizadas acopladas à seleção de embriões submetidos a diagnóstico de alterações genéticas causadoras de doenças.

2 - As técnicas de RA também podem ser utilizadas para tipagem do sistema Antígeno Leucocitário Humano (HLA) do embrião, com o intuito de seleção de embriões HLA-compatíveis com algum filho(a) do casal já afetado por doença, doença esta que tenha como modalidade de tratamento efetivo o transplante de células-tronco ou de órgãos.

3 - O tempo máximo de desenvolvimento de embriões "in vitro" será de 14 dias. (BRASIL, 2013, p.7).

A Colômbia não possui leis ou resoluções sobre a reprodução assistida. Os aspectos legais para fins do DGPI inserem-se na Constitución Nacional de 1991, na sentença C355/2006, decreto 1546/1988, sobre o funcionamento das Unidades Reprodutivas e do Código Penal Colombiano - Lei 599/2000, no artigo 132, que discorre sobre a manipulação genética, leva à punição as práticas que alterem o genótipo com fins diferentes do tratamento diagnóstico ou de pesquisa científica orientados no campo da Biologia, Genética e Medicina, desde que considerem a diminuição do sofrimento e busquem o bem-estar da pessoa e da humanidade (COLÔMBIA, 2000).

Um dos países que mais tem gerado discussão sobre o DGPI é a Alemanha, que possui a Lei 745/90, de proteção do embrião - *Gesetz zum Schutz von Embryonen*. Há anos atrás esta técnica estava proibida e levava à punição, considerando como ilegais as práticas de

⁴ Também se deve considerar no contexto europeu a *European Society of Human Reproduction and Embryology (ESHRE)* a qual promove o interesse e a compreensão da Biologia Reprodutiva e da Medicina, oferece informação sobre o tema aos políticos da Europa e promove a melhoria da prática clínica.

manipulação de embriões distintas, com fins diferentes da indução de uma gravidez. Atualmente não se pode classificar este país no grupo que apresenta proibições, pois no ano de 2011 o parlamento aprovou o DGPI, embora com um controle bastante exigente, ou seja, nos casos de risco congênito, perigo de aborto ou morte do feto. Ainda assim, estabelece o aconselhamento genético para os pais, o processo de aceitação por parte da comissão de ética e a aplicação restrita aos centros reconhecidos. Além da Alemanha, a lista de países que apresentam algum tipo de proibição permaneceria no contexto europeu, tais como a Suíça, a Áustria e a Itália. No entanto, atualmente, nestes países também está sendo conduzido um processo de revisão da regulamentação, enquanto nos outros 12 países da Comunidade Europeia o uso do DGPI é permitido.

Podemos afirmar que o desenvolvimento científico e tecnológico do DGPI se iniciou de forma polêmica e que a cada nova aplicação da técnica, mais controvérsias emergem. A divisão entre posturas liberais e de regulamentação levam a interessantes campos de argumentação, e questões de eugenia positiva perfectiva embatem constantemente a cada nova regulamentação desta técnica nos diversos países. Efetivamente, nesta sociedade contemporânea, em que a cada dia se torna mais frágil o estabelecimento de limites entre o uso terapêutico e não terapêutico da técnica, nos perguntamos se os processos formativos e o trabalho sério de compreensão do desenvolvimento científico auxiliariam no sentido de atrair olhares para a natureza humana fora da lógica da oferta e procura.

2.2 A NECESSÁRIA FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES

As características da QSC apresentadas acima, conforme a análise das implicações científicas, éticas e sociais do DGPI são uma amostra da complexidade de tais questões e da importância e perspectivas que oferecem para a abordagem das mesmas em sala de aula. Assim, as QSC apresentam exigências particulares com relação à Formação de Professores, sendo necessário um posicionamento teórico para a orientação desta formação nos cursos de licenciatura, bem como nos processos de formação contínua de professores.

Segundo as contribuições de outras pesquisas focadas na formação de professores e voltadas à abordagem de QSC, podemos realizar uma síntese - a partir de um referencial teórico crítico, por considerá-lo apropriado para a preparação do professor com respeito às questões controversas que estão diretamente relacionadas a posicionamentos sociais de natureza ética e política e que, por essa razão, exigem análises críticas que favoreçam práticas de ensino comprometidas com a humanização da C&T e a educação cidadã dos estudantes.

As pesquisas realizadas por Martínez (2012) e por Soares (2012) oferecem um quadro teórico interessante para a compreensão crítica da formação de professores voltada à abordagem de QSC. Os dois trabalhos consideram a teoria crítica da Escola de Frankfurt, assim como os postulados da pedagogia crítica de Paulo Freire (1921-1997), Henry Giroux (1943) e Michel Apple (1942) como relevantes para que o professor questione a racionalidade técnica que domina o ensino e construa processos de pesquisa na prática, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia docente.

Além desses trabalhos, a pesquisa de Lopes (2010) – realizada sob o referencial crítico de Adorno (1903-1969) – possibilitou indagar a respeito do potencial formativo dos debates sobre as QSC no Ensino de Ciências, com estudantes do segundo ano do ensino médio, junto à professora de Física. A autora considera que o preparo do cenário formativo fortaleceu inquietações sobre C&T, permitiu reconhecer os discursos midiáticos e cientificistas que abraçam os estudantes e a professora acompanhante da turma, bem como a necessidade de esforços dirigidos a formação inicial e permanente de professores para que estes possam abordar controvérsias científico-tecnológicas em sala de aula.

Martínez (2012) oferece uma síntese interessante das contribuições da teoria de Theodor Adorno sobre a formação cultural, e das ideias de Giroux sobre a formação do professor enquanto intelectual transformador. De forma semelhante, em minha dissertação de mestrado (MORENO, 2009) também embasei a análise de sentidos produzidos por professores sobre Educação Ambiental a partir da teoria crítica de Adorno (1996) e ali apontava as considerações feitas por esse autor no sentido de que, ao longo da história da humanidade, a razão tem possibilitado o esclarecimento do ser humano com respeito aos mitos que tem restringido sua liberdade. Na época da Grécia antiga, o mito do herói protegido pelos Deuses trazia segurança, proteção e felicidade ao povo, enquanto na época medieval a felicidade humana estava associada ao respeito e a seguir os mandatos da lei de Deus, principalmente representados na igreja católica. Na época moderna a C&T vai se constituindo em novo mito, pois sua institucionalização na sociedade capitalista – enquanto força produtiva e geradora de importantes mercadorias – vai restringindo e reduzindo a razão emancipatória que orientou sua origem para libertar o homem do mandato divino. Ao contrário da razão crítica, no capitalismo a C&T vai abraçando a instrumentalização e se constituindo como mito de salvação da humanidade dos problemas que lhe trazem sofrimentos, tais como a degradação socioambiental ou de *confort* que a sociedade reclama e, especificamente com relação ao DGPI, o de aniquilamento de doenças genéticas.

Junto com a instrumentalização da C&T, Adorno (1996) também indica a redução da apropriação da cultura humana a uma semiformação cada vez mais forte na sociedade capitalista, pois os padrões de consumo e produção levam os cidadãos a saberem o mínimo para garantir o consumo; não é importante questionar o estabelecido ou fazer análises aprofundadas sobre o crescimento econômico e social, pois essas análises já são feitas por outros agentes que criam um mundo determinado para todos, no qual podemos viver na ilusão de que não é necessário preocupar-se com o futuro da humanidade, na medida em que este está garantido pelo próprio sistema e pelo mercado que satisfaz as nossas necessidades.

A semiformação – entendida como uma apropriação da cultura para a simples adaptação e não para a transformação social – é mantida, reproduzida e distribuída principalmente pela indústria cultural, que tece suas redes na mídia, filmes, jornais, programas de TV e, enfim, em tudo aquilo que é construído para a domesticação humana e que gera uma sociedade bem informada. No entanto, o questionamento e o estudo dos problemas sociais e ambientais são cada vez mais restritos e, diante essa situação, a teoria de Adorno nos auxilia a pensar em uma valorização e apropriação subjetiva da cultura humana, procurando esclarecer os mitos criados pela indústria cultural e, dessa forma, poder construir uma compreensão complexa da realidade, na qual sejam favorecidas as experiências humanas ricas para a construção de conhecimentos e que, além de ajudar na compreensão do mundo, contribua para a melhoria e transformação deste, segundo valores de solidariedade e respeito.

As ideias de educação e emancipação de Adorno (1995) nos levam a entender que a formação do professor não pode estar reduzida a um momento determinado, mas exige um processo permanente, rico em discussões sobre a formação cultural em nossa sociedade atual, de maneira que as questões controversas da C&T nos possibilitem compreender que estas são construções humanas que também requerem a participação dos diferentes cidadãos, em contrário aos processos adaptativos.

A apropriação subjetiva da cultura e a necessária superação da racionalidade técnica conduzem ao fortalecimento da autonomia do professor, a qual também é mais valorizada quando entendemos a formação crítica sob o conceito de intelectuais transformadores, como proposto por Giroux (1997), e que nos indica que a reflexão sobre a ação docente é comprometida não somente pelas intenções educacionais do professor para a formação dos seus estudantes, mas também politicamente, já que seu trabalho em sala de aula tem um impacto na formação cidadã de seus estudantes e pode empoderá-los para que atuem de diferentes formas na sociedade. Assim, o trabalho do professor não é uma atividade individual

ou restrita à sala de aula, mas tem relação com os problemas da sociedade e, por isso, o estudo destas questões que, atualmente, também inclui as implicações sociais e éticas da C&T, resulta essencial na preparação do professor.

A formação do professor como intelectual transformador está apoiada na construção de uma política cultural da educação que é entendida como a produção de conhecimentos, experiências e subjetividades construídas nas práticas de ensino, e que redefinem o currículo escolar, bem como os conteúdos disciplinares e as estratégias de ensino e avaliação, pois o novo currículo analisa a linguagem, a cultura popular, a história e a pedagogia como dispositivos teóricos essenciais para a articulação da linguagem da crítica com a linguagem da possibilidade. A linguagem da crítica é caracterizada pelo permanente exame das diferentes pretensões dos conhecimentos – sociais e científicos – de estabelecer determinadas relações assimétricas de poder. A linguagem da possibilidade constitui um discurso educacional esperançoso, pelo qual é possível dinamizar um ensino comprometido politicamente com a procura de projetos e experiências que melhorem a educação dos estudantes, e que os comprometa com uma ativa participação social.

A política cultural que baseia a ideia do professor como intelectual transformador abrange três aspectos importantes, propostos por Giroux e Simon (1997, p.174): 1) coleguismo; 2) conteúdo programático e 3) a necessidade de se abandonar a noção de estudantes como "clientela".

O professor deve romper com a natureza individualista que tem caracterizado historicamente o seu trabalho – pela lógica fragmentada do currículo tradicional que organiza o ensino em atividades a serem por ele desenvolvidas, de acordo com a sua especialidade – e que não gera oportunidades de discussão entre as diferentes áreas, ou seja, não possibilita um trabalho coletivo. Da mesma forma, a abordagem de temas descontextualizados da realidade dos estudantes não possibilita que os professores estruturem o ensino em torno de problemas comuns às diferentes áreas do conhecimento. A falta de discussão crítica do currículo escolar favorece que as orientações da política oficial possam privilegiar especialmente aquelas habilidades e conhecimentos necessários para que o aluno se torne um bom consumidor e que, na medida do possível, o torne adaptado à lógica do mundo do trabalho. Embora exista a clara necessidade de participar desse mundo, o processo formativo não pode ser e não é reduzido a somente este aspecto, daí a necessidade de se aprender como se dá toda a complexa dinâmica do mesmo para, então, poder agir da melhor forma. Nesse sentido, a formação requer um conteúdo programático importante para os licenciandos, já que esta não deve ocorrer de uma

maneira qualquer. No caso de nossa proposta, os conteúdos coerentes com a política cultural correspondem às QSC, pois estas podem orientar controvérsias importantes que o professor deverá enfrentar em sala de aula sob um olhar interdisciplinar, já que é preciso que o mesmo articule os conhecimentos das Ciências Sociais e das Ciências da Natureza para alcançar um ensino pertinente e crítico.

Fundamentado em uma perspectiva crítica da formação de professores, Martínez (2012a) evidenciou que a abordagem de QSC contribui para a prática de professores pelo fato de favorecer o questionamento da ideologia tradicional do currículo de ciências, incentivar a inovação no ensino e fortalecer a autonomia do professor por meio da pesquisa. Não se pode assumir a ideologia tecnicista do currículo oficial simplesmente como uma imposição externa, de políticas governamentais e órgãos que definem orientações específicas para a elaboração de currículos oficiais. Tal entendimento deve se dar, principalmente, em função de sua apropriação e reprodução concreta por parte do professor que, em muitos casos, a aceita e a justificava pela necessidade de obtenção de bons resultados, por parte de seus estudantes, nos processos nacionais de avaliação ou pela responsabilidade assumida diante da sociedade com respeito à preparação dos seus estudantes, que exige do professor o que está estabelecido no currículo oficial. Nesse sentido, os avanços e ganhos da abordagem de QSC dependem da possibilidade do próprio professor de iniciar a superação dessa ideologia e vivenciar novas experiências, de modo que ele mesmo estabeleça o currículo de ciências conforme a seleção das QSC consideradas de notável importância social e de interesse para os seus estudantes. Essa seleção não pode ocorrer de forma isolada, pois o professor deve dialogar com seus colegas sobre as diferentes possibilidades de ensino, sobre as atividades e formas de avaliação.

Na medida em que os professores se engajam na abordagem de QSC, vão superando a ideologia tecnicista do currículo oficial e desenvolvendo inovações no ensino. Estas possibilitam uma contextualização social dos conteúdos científicos abrangidos por aquelas questões, gerando melhores aprendizados e atitudes nos estudantes. A inovação contribui para a formação cidadã dos estudantes, sob um olhar interdisciplinar das ciências, se configurando além do ensino tradicional das Ciências:

Se aceitarmos a ideia de que o Ensino de Ciências deve transcender a transmissão de conteúdos específicos de Ciências, valorizando as implicações éticas, sociais, políticas e ambientais desses conteúdos, estaremos reconhecendo que a ciência e a tecnologia não podem ser divorciadas de propósitos, responsabilidades e valores sociais. Visto desta forma, a contextualização social dos conteúdos de Ciências pode favorecer a valorização dos benefícios trazidos pelo progresso científico e tecnológico, em termos da melhoria da qualidade de vida das pessoas, bem como pode favorecer a valorização das limitações e prejuízos desencadeados por este progresso em termos sociais e ambientais (Martínez, 2012, p. 288-289).

Os avanços na formação do professor, com relação ao questionamento do tecnicismo do currículo oficial e à inovação de seu ensino, são possíveis pela apropriação de uma linguagem de possibilidade e uma linguagem de crítica próprias da abordagem de QSC, sob um olhar crítico fundamentado na ideia do professor como intelectual transformador. Embora ainda insuficiente para uma ampla transformação da prática do professor, aquela linguagem crítica se constitui como uma experiência relevante que contribui para a necessária humanização da ciência no ensino.

A abordagem de QSC na prática docente sob um olhar crítico também favorece a autonomia do professor do ponto de vista dialógico, pois transcende a ideia da autonomia entendida como atributo individual para considerar um processo desenvolvido na reflexão sobre a ação nos espaços escolares, que também podem estar articulados às esferas públicas mais amplas da sociedade.

Finalmente, a formação crítica do docente está articulada diretamente com a tese do professor como pesquisador, quem reflete e teoriza sobre seu fazer, o que implica um comprometimento com a construção de espaços coletivos estabelecidos entre professores de diferentes áreas.

CAPÍTULO 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

Esta pesquisa localiza-se no campo de produção de conhecimento em Ensino de Ciências. Neste âmbito, concordamos com a compreensão de Moreira (2009) de que o ensino precisa formar o estudante para ser intérprete do mundo considerando o ponto de vista das ciências, o que se contrapõe ao ensino voltado para o simples treinamento científico. Outras finalidades podem ser consideradas no processo formativo dos estudantes, como as que correspondem ao domínio de conceitos, leis e teorias científicas, tratamento racional de problemas científicos, bem como a identificação de aspectos históricos, sociais e culturais das ciências. Além disso, nos capítulos anteriores defendemos a importância do Ensino de Ciências subsidiado pelo enfoque CTSA e pela abordagem de QSC, por suas contribuições para a formação cidadã, assim como as possibilidades que trazem para a compreensão da ciência pelos futuros licenciados de diferentes cursos.

Entendemos que a pesquisa em Ensino de Ciências busca respostas às questões próprias da área – ensino, aprendizagem, currículo, formação de professores – a partir de uma fundamentação teórica, epistemológica e metodológica coerente (MOREIRA, 2009). Desta forma, adotamos neste estudo a pesquisa qualitativa como orientação metodológica, já que entre suas características há uma ênfase no processo de interpretação das realidades sociais e na compreensão das experiências vivenciadas pelos diferentes sujeitos envolvidos (BAUER; GASKELL; ALLUM, 2002). Os processos de interpretação também são próprios da pesquisa quantitativa, no entanto, os interesses no conhecimento são diferentes, pois no caso da pesquisa qualitativa nos afastamos de análises numéricas ou estatísticas correspondentes a uma pesquisa quantitativa e nos aproximamos das interpretações sociais e subjetivas.

Sobre a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa, assim como sobre suas metodologias e instrumentos existe uma diversidade de literatura e manuais diante da qual consideramos importante a discussão sobre a compreensão de seus fundamentos epistemológicos. A pesquisa quantitativa – paradigma realista-racionalista – apoia-se em pressupostos das ciências naturais, de caráter positivista, enquanto a pesquisa qualitativa – paradigma idealista-naturalista – tem sustentação no reconhecimento de uma realidade socialmente construída. Nesse sentido, há um interesse pelos significados que os seres humanos constroem.

Esta pesquisa considera que as pessoas compreendem e interpretam o mundo de forma diferente e potencialmente ativa, de modo contrário a visões de controle de fenômenos e de objetos. Assim, trabalhar com a pesquisa qualitativa requer estudar as experiências dos

sujeitos no local em que as mesmas se desenvolvem para o que o pesquisador pode utilizar diversos instrumentos, visando à realização da sua coleta de dados, tais como a entrevista, observação, histórias de vida, entre outras, sempre procurando ter uma melhor compreensão sobre a questão que deseja interpretar.

Ao considerar a ação humana como significativa e de possível compreensão pelo pesquisador, entendemos que os sujeitos apresentam intenções e diversos significados que podem ser estudados (SCHWANDT, 2006), sendo que a construção humana da realidade não está livre de crenças e subjetividades.

No trabalho de Moreira (2009), sobre a pesquisa em Ensino de Ciências e métodos qualitativos, além do estabelecimento da distinção epistemológica entre os dois tipos de pesquisa, o autor apresenta outras diferenças, tais como em seus pressupostos, métodos, papel do pesquisador e a retórica que envolve cada paradigma. Por exemplo, na pesquisa qualitativa o papel do pesquisador é participante, pois este se envolve no fenômeno de interesse, enquanto na pesquisa quantitativa o papel do pesquisador está orientado pela distância entre o sujeito e o objeto, pois assim se evitam as subjetividades e se aproxima a busca de uma objetividade da realidade. Denzin e Lincoln (2006) também têm analisado o papel do pesquisador qualitativo, considerando-o um *bricoleur* metodológico e epistemológico, expressão usada do francês para se referir a uma obra própria do artesão, na qual o pesquisador utiliza os dispositivos ao seu alcance, dependendo das perguntas que lhe inquietam e das relações com seu contexto.

Além de considerar as diferenciações entre os tipos de pesquisa, gostaríamos de chamar a atenção sobre a necessidade de se entender a pesquisa qualitativa como um campo de tensões e rupturas, e da existência e surgimento de perspectivas que desafiam enquadramentos exclusivos de visões positivistas ou pós-positivistas. O trabalho de Denzin e Lincoln (2006) sustenta dito movimento, quando reconhece na pesquisa qualitativa um foco multiparadigmático. Desta forma, visões emergentes se constituem pela busca dos significados presentes na complexidade das relações humanas, o que é feito cada vez mais se afastando do entendimento a partir do estabelecimento das relações causa-efeito.

Para estes autores, um paradigma corresponde a um conjunto básico de crenças que orienta a ação, o que é embasado em conceitos éticos, epistemológicos, ontológicos e metodológicos. Neste sentido, a pesquisa qualitativa, segundo sua evolução histórica⁵, na

⁵ Para Denzin e Lincoln (2006, p. 26), a pesquisa qualitativa na América do Norte passa por sete momentos: 1) o período tradicional (1900-1950), 2) o modernista (1950-1970), 3) de gêneros (estilos) obscuros (1970-1986), 4) a crise da representação (1986-1990), 5) o pós-moderno (1990-1995), 6) a investigação pós-experimental (1995-

atualidade se separa de um único paradigma. Exemplo disso são os trabalhos desenvolvidos pelas pesquisadoras feministas que articulam paradigmas pós-positivista, pós-estruturalista e críticos.

Na tentativa de caracterizar a pesquisa qualitativa focamos nossa atenção sobre a necessidade de compreensão dos fundamentos epistemológicos, bem como de reconhecê-la como um campo histórico e dinâmico. Entendemos que os processos de interpretação das ações e das compreensões dos sujeitos, neste caso daqueles que envolvem os licenciandos que participam de um processo educativo, são possíveis de serem compreendidos diante de um referencial teórico que está para além de um interesse do conhecimento técnico, próprio das ciências empírico-analíticas voltadas para um controle do mundo natural.

Em continuação, apresentamos as fases da pesquisa e a descrição dos encontros realizados durante a disciplina, fazendo uso de uma retórica detalhada e considerando os objetivos, as atividades realizadas, os materiais utilizados e as leituras orientadoras. Também apresentamos as diversas técnicas de registro utilizadas na fase de campo, tais como a entrevista, as gravações em áudio e a produção de textos realizada pelos licenciandos.

3.1 TRAJETO DA PESQUISA

Nesta pesquisa foram consideradas três fases, apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 1. Fases da Pesquisa

Fase de caracterização	Fase de construção de compreensões	Fase de relações
Obedece a caracterização das visões de ciência dos estudantes participantes da disciplina	Abrange as compreensões da NdC, sendo consideradas a abordagem das QSC do DGPI e da Célula Sintética	Envolve as relações entre as QSC e a prática do futuro professor
←		→

A fase de caracterização reporta-se especialmente às ocorrências registradas durante os primeiros encontros da disciplina optativa intitulada “Formação de Docentes em Questões Sociocientíficas” de forma, quando foram realizadas atividades que nos possibilitaram identificar algumas visões dos licenciandos sobre a ciência. No entanto, esta é uma fase que se movimenta através das demais. A fase de construção de compreensões é iniciada por meio de

2000) e, 7) o futuro (2000-). Nesta mesma orientação, também pode ser consultado o trabalho de Filck, Uwe. (2012). *Introducción a la investigación cualitativa*. No qual o autor apresenta os avanços da pesquisa qualitativa em Alemanha e Estados Unidos.

uma série de provocações dirigidas aos estudantes, diante da leitura de notícias de jornal sobre a manipulação genética, visando à identificação de eventuais controvérsias. Neste processo não se abandonam as visões de ciência identificadas nos estudantes presentes, na fase anterior, mas em alguns momentos – a partir da abordagem das QSC de DGPI e Célula Sintética – surgem novas compreensões. Seguindo esta mesma dinâmica, em diferentes encontros vão surgindo reflexões e o estabelecimento de relações entre a NdC, as QSC e a prática do professor, o que corresponde ao que denominamos fase de relações.

3.1.1 O contexto da pesquisa

A fase de campo dessa pesquisa foi desenvolvida na Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UD), localizada na cidade de Bogotá-Colômbia. Inicialmente, esta instituição emergiu como colégio, em 1948, e no ano de 1950 foi constituída como universidade. Atualmente, a universidade possui cinco faculdades⁶, entre elas a *Facultad de Ciencias y Educación*, na qual são oferecidos cursos de pós-graduação – especializações, mestrados e um doutorado interinstitucional – cursos de graduação, dos quais nove são licenciaturas e um curso de bacharelado em Matemática. Os cursos de licenciatura oferecidos por esta faculdade são: 1) Licenciatura em Biología; 2) Licenciatura em Educación Básica com habilitação em Ciencias Sociales; 3) Licenciatura em Educación Básica com habilitación em Educación Artística; 4) Licenciatura em Educación Básica com habilitación em Humanidades e Língua Castelhana; 5) Licenciatura em Educación Básica com habilitación em Inglés; 6) Licenciatura em Educación Básica com habilitación em Matemáticas; 7) Licenciatura em Física; 8) Licenciatura em Pedagogia Infantil e 9) Licenciatura em Química. Esta universidade foi considerada como foco da pesquisa a partir de sua importância como formadora de licenciados no Distrito Capital que, segundo os dados de matrícula para a Faculdade de Ciências, contempla 7.484 estudantes cujas famílias são predominantemente identificadas como de baixa renda. Outro critério que nos orientou para a seleção desta universidade foi a proximidade da pesquisadora com a mesma, bem como a facilidade de inserção da proposta de pesquisa no *Proyecto Académico de Investigación y Extensión de Pedagogía (PAIEP)*.

Para o ano de 2011 a autora dessa pesquisa, a quem chamaremos de professora pesquisadora (PP), esteve vinculada como professora substituta subordinada ao PAIEP, ministrando as disciplinas de Didática da Biología, Preparación Profissional II, Sistemas

⁶ Para outras informações sobre a Universidade Distrital pode ser visitado o site <http://www.udistrital.edu.co/#/academia.php>

Educativos Comparados, Discurso Pedagógico e Legislação Educativa para os estudantes do curso de Licenciatura em Biologia. Este Projeto possui características diferentes dos cursos de licenciatura predominantes, pois é transversal à Faculdade de Ciências e Educação. Entre seus propósitos está o de oferecer a formação pedagógica aos estudantes da faculdade, realizar pesquisa educativa e pedagógica e, também, o de oferecer serviços de extensão à comunidade do Distrito Capital. Os professores vinculados a este Projeto são das áreas das Humanidades, em sua maioria Psicólogos, seguido por Filósofos, Sociólogos, Licenciados em Ciências Sociais e Psicopedagogos. Um aspecto atípico para aquele ano foi a participação da PP, com formação em licenciatura em Biologia e com pós-graduação na área do Ensino de Ciências.

Os professores vinculados ao PAIEP, além de ministrarem aulas nos diferentes cursos de licenciatura, também realizam atividades acadêmicas, como palestras universitárias, e oferecem disciplinas optativas, das quais necessariamente participam estudantes de diferentes cursos da universidade. Estas atividades são valorizadas pela sua riqueza curricular, pois sabemos que é uma característica das faculdades a fragmentação e especialização dos cursos. Apesar das disciplinas optativas não constituírem espaços interdisciplinares, favorecem o encontro para a socialização de saberes próprios de cada curso que integra a universidade. Outras atividades que o PAIEP desenvolve são conferências, painéis, mesas redondas e simpósios, durante os quais são abordadas temáticas ou problemáticas específicas para a formação integral dos estudantes.

Algumas das disciplinas optativas que são oferecidas neste Projeto correspondem a Formação de Docentes, Psicologia Social, Pedagogia Crítica e Projeto de Vida, entre outras. A cada semestre um professor ou professora elabora a proposta de ementa, estipulando os conteúdos, a metodologia, o processo avaliativo e os termos para a seleção dos alunos. O PAIEP também propõe a constituição de equipes compostas por estudantes, junto a um professor acompanhante, que tenham interesse nos processos de formação na pesquisa, os *Semilleros de investigación*. Estes grupos de estudantes são orientados por um professor durante um processo de iniciação científica. Foi a um deles, o *Semillero Jaibaná UD*, que a PP se vinculou, a partir do convite feito por alguns dos estudantes do curso de Licenciatura em Biologia.

Foi nesse contexto do PAIEP que se materializou a proposta de um trabalho acadêmico que possibilitou diálogos entre a formação dos professores e o Ensino de Ciências. Neste processo, os diálogos entre os colegas do projeto e a PP foram elementos chaves, em especial aqueles que foram possibilitados pela inquietação compartilhada por um dos

professores de filosofia, que chamaremos de professor efetivo (PE). Este professor coordenava o *Semillero Jaibaná UD* e desenvolvia a disciplina de Formação de Docentes. No processo de troca de visões, experiências e interesses entre o PE e a PP, ambos apresentavam preocupações com a formação de professores e com a possibilidade de, em conjunto, realizarem alguns trabalhos. Esta preocupação foi considerada no âmbito dos encontros do *Semillero*, e assim emergiu a necessidade de busca por referenciais de estudo, de argumentações sobre as preferências teóricas e de compreensões sobre a metodologia qualitativa, bem como a necessidade de diálogos mais frequentes entre os dois professores universitários. A preocupação pelo Ensino de Ciências sempre foi colocada pela PP, tanto nos diálogos informais quanto durante as reuniões do *Semillero*. Em especial, este tema foi foco de discussão no encontro em que foi apresentado a comunicação oral dos estudantes do curso de Licenciatura em Biologia, realizado sob a orientação da PP. O qual foi representado pela análise dos Trabalhos de conclusão de curso (TCC) produzidos no curso de Licenciatura em Biologia, no período de 2005-2010, evidenciando a divisão existente entre dois campos de estudo - o campo da Biologia e o campo da Educação -, demonstrando a existência de tensões entre eles e pouquíssimo diálogo. Outro aspecto interessante desta revisão foi a identificação da ausência de trabalhos voltados para a bioética ou para temas polêmicos que demandam a compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico (RODRÍGUEZ; ROMERO; MORENO, 2011).

Os temas sobre a ciência, a tecnologia e o ambiente não eram indiferentes para o PE, pois o mesmo havia ministrado, em anos anteriores, a disciplina de ética para os cursos de licenciatura e realizado alguns comentários desta natureza em algumas de suas aulas; também havia participado de um seminário CTS durante o curso de mestrado. O interesse do PE estava atrelado ao tema de saberes e conhecimentos docentes, com foco na formação universitária.

Resultantes do diálogo entre o PE e a PP buscou-se vencer o desafio de se propor e desenvolver uma disciplina optativa, considerando as potencialidades desta também para a formação profissional dos dois professores. Esta ação tem bastante sentido diante da necessidade apresentada na sociedade atual, que exige o diálogo entre as Ciências da Natureza e as Ciências Humanas. Sendo assim, é uma demanda para o campo do Ensino de Ciências o fato de se evidenciar teorias e práticas que viabilizem esta aproximação, em especial para a formação de professores, o que vem gerando alterações na forma como a educação científica e a ciência têm sido consideradas. Segundo Carvalho (2002), a história do campo do Ensino de

Ciências tem indicado muito bem a transformação ocorrida no final do século XX, passando de uma visão de ciência “fechada”, ou seja, que acredita que os conteúdos estão prontos e completos, para o se pensar sobre as relações desta ciência com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Neste sentido, falta muito para que os formadores incorporem estes elementos em suas práticas. Logicamente que, diante desta afirmação, não desconhecemos a complexidade da questão, pois sabemos que novas abordagens metodológicas desafiam o currículo tradicional e a formação existente.

Nessa caminhada os interesses da PP foram colocados em termos de um trabalho de pesquisa, argumentando sobre a relevância de indagar as compreensões do conhecimento científico através de uma experiência vivenciada com os licenciandos. Desta forma, se iniciou a elaboração de proposta da disciplina optativa intitulada “*Formación de Docentes en Cuestiones Sociocientíficas*” (CSC), a qual também considerou os fundamentos da disciplina ministrada pelo PE e que, em sua nova versão, teve como elemento uma preocupação teórico-prática a partir da qual os estudantes abordaram questões controversas. Várias foram os diálogos estabelecidos entre os professores durante o processo de elaboração da ementa. Também foi realizada uma entrevista informal, durante uma conversa (Apêndice A) entre a PP e o PE, visando identificar as visões do mesmo sobre a sua experiência com a disciplina ministrada em anos anteriores e suas motivações para a abordagem de questões polêmicas e com base científica.

A proposta de ementa (Apêndice B) foi apresentada no mês de outubro 2012 ao Conselho do PAIEP (Apêndice C), e foi aprovada para ser desenvolvida no primeiro semestre de 2013. O oferecimento da disciplina “Formação de Docentes em QSC” justificava-se pela necessidade e relevância das pesquisas produzidas pela comunidade acadêmica na área de formação de professores, que levam em consideração as realidades da prática escolar procurando seu melhoramento como é exposto por Duit (2006). Sendo assim, a partir de indagações e análise das grades curriculares dos diferentes cursos de licenciatura foram percebidas lacunas e vazios acadêmicos no que concerne ao estabelecimento de relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos atuais. Do mesmo modo, foi identificada a inexistência de propostas de enculturação científica, participação cidadã ou da tomada de decisões referentes aos objetivos do movimento curricular CTSA.

3.1.2 A disciplina optativa Formação de Docentes em Questões Sociocientíficas

O objetivo geral da disciplina “Formação de Docentes em QSC” foi fundamentar e problematizar a compreensão sobre a atividade profissional nos processos de ensino junto aos licenciandos, a partir do estudo das QSC do DGPI e da Célula Sintética. Os objetivos específicos foram: 1) identificar e analisar diferentes informações sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos apresentados em notícias midiáticas; 2) favorecer aos estudantes a compreensão de algumas características próprias das QSC; 3) oferecer uma proposta experiencial sobre a aprendizagem das ciências a partir da abordagem de algumas QSC, possibilitando a reflexão sobre o papel profissional docente; e 4) estudar pressupostos teóricos que abrangem as QSC, tais como ciência, tecnologia, ética e vida (Apêndice B).

As QSC do DGPI e da Célula Sintética propostas para a disciplina foram selecionadas durante um processo que teve que ser realizado diante da diversidade de QSC que puderam ser constituídas em sala de aula, bem como dos casos que representariam interesses dos estudantes em aprofundarem seus conhecimentos relativos a uma QSC ou questão Socioambiental em particular. Nesse sentido, a PP considerou alguns critérios de seleção os quais necessariamente estavam atrelados aos objetivos da pesquisa. Estes critérios foram:

- o impacto da biotecnologia e da manipulação genética na sociedade atual;
- as possibilidades de compreensão da NdC a partir de questões altamente controversas, com relações morais e éticas, assim como de incerteza própria do desenvolvimento da ciência contemporânea;
- o potencial de abordagem interdisciplinar para processos formativos;
- a problematização da manipulação do vivo.

Os anteriores critérios e interesses da pesquisadora pelas QSC e em particular pelas questões do DGPI e da Célula Sintética se deve a diferentes momentos de sua formação profissional, o que consideramos pertinente descrever em termos de contribuir para a compreensão do processo que foi adotado pela professora, o que poderia ser objeto de análise para nossa área de ensino, no sentido de repensar os processos formativos quando pretendemos trabalhar com os professores seja na formação inicial ou na formação continuada em QSC. Isto, jamais com o intuito de ser uma receita, da mesma forma que foi descrita a disciplina, mas trata-se de um convite para a emergência de processos criativos próprios da profissão docente.

A abordagem das QSC na disciplina respondeu a momentos de inquietação da PP, na fundamentação e do posicionamento diante da prática de ensino. A inquietação estava orientada pelas questões sobre a manipulação da vida e da forma como estas não vêm sendo tratadas nos cursos de licenciatura. Estes aspectos geravam tensões profissionais e pessoais diante da apropriação do ensino baseada em discursos reducionistas, fragmentados e dos aspectos deterministas envolvidos na prática científica ao se trabalhar com os organismos, experiência reproduzida nos diferentes níveis de ensino. O processo de fundamentação para a delimitação da temática envolveu diversos espaços formativos, tal como os estudos de pós-graduação e a participação no grupo de pesquisa Avformativa, processos fortemente interativos, bem como a discussão com colegas pesquisadores da área e o estudo do Ensino de Ciências, o movimento curricular CTSA e as QSC.

Especificamente, a necessidade de fundamentação sobre as QSC do DGPI e da Célula Sintética levaram a PP a buscar maiores fundamentos em eventos da área da Biologia Molecular, dentre eles o XII Workshop de Genética, realizado em junho de 2012 no Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu. Também a realização de conversas com pessoas da área da genética, como na entrevista realizada com uma professora do Departamento de Biologia da Unesp de Bauru que buscou indagar os aspectos teóricos e metodológicos de sua disciplina e, o levantamento de material, dentre eles os vídeos que são constituídos por cinco palestras desenvolvidas na disciplina “Panorama da Biotecnologia contemporânea” coordenada pelo professor Glaucius Oliva e que correspondia ao curso de Ciências Físicas e Biomoleculares do Instituto de Física de São Carlos e a Universidade de São Paulo (IFSC-USP) do ano 2006. Foram realizadas diversas leituras, tais como o livro de Habermas (2004) “O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?” e o artigo dos professores Charbel Niño El-Hani e Vitor Passos Rios intitulado “Vida Sintética: uma nova revolução?” do ano 2008 e, também foram realizadas leituras da área médica e do direito para compreender mais os aspectos que envolvem as QSC, isto sem deixar de lado os fundamentos teóricos sobre o funcionamento da ciência.

O posicionamento diante da prática de ensino foi iniciado com um primeiro trabalho desenvolvido com o professor Leonardo Martínez e o professor Washington Carvalho intitulado “*Formación en aspectos éticos y morales de la ciencia en los futuros licenciados de química, a partir del tema de la píldora del día después*” que foi apresentado no III Seminário Ibero-americano CTS no ano 2012, também no desenvolvimento de uma oficina no “*Primer Foro Experiencias Didácticas Sobre Cuestiones Sociocientíficas*” abordando Temas

Controvertidos sobre a Vida no Ensino de Ciências, em dezembro de 2012, na Universidad Pedagógica Nacional. Atividades que contribuíram notoriamente para a preparação e realização da disciplina optativa de Formação docente em QSC.

A disciplina teve uma metodologia centrada na interação. Na grande maioria dos encontros, foram possibilitados o diálogo, discussões e debate. Assim, foi sendo potencializado o trabalho em grupo durante as atividades de reflexão, de apresentação de temáticas e de elaboração de uma proposta de ensino, como parte de um trabalho final da disciplina.

Para o desenvolvimento da disciplina foram utilizados diversos materiais, tais como notícias de jornal, apresentações em *Power Point* e vídeos. Estes últimos foram sugeridos pela professora pesquisadora – como o vídeo de Vida Sintética – e pelos estudantes, no momento de realizarem suas apresentações (Discovery Channel, 2010). Além destes materiais, foram utilizadas leituras de artigos de revistas científicas, capítulos de livros e um livro de divulgação científica, visando fornecer conhecimentos que subsidiassem as discussões. A eleição de cada material foi realizada com bastante cuidado, tendo sido considerado não somente o objetivo da atividade, mas as características do texto com relação ao seu conteúdo e linguagem. Por exemplo, na abordagem do DGPI, foram considerados autores com formações diferentes; dessa forma, foram tratados textos escritos por um médico, por um licenciado em Biologia e por um pesquisador reconhecido na área do Ensino de Ciências.

Já para o livro de divulgação científica, intitulado “*Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia*” (NEPOTE, 2011), a linguagem foi importante por ser chamativa e bastante descritiva, apresentando um texto curto e adequado para estudantes de diferentes áreas. O livro tem como tema a história da ciência e nele o autor apresenta, de forma criativa, casos de disputa entre personagens/cientistas, ressaltando suas descobertas e, ao mesmo tempo, as questões de competição, interesses e brigas, também considerando os contextos sociais e econômicos da época e os aspectos de sua vida pessoal.

Outros textos foram escolhidos em função de seus fundamentos introdutórios para a compreensão da ciência ou para a compreensão de questões éticas e ambientais que abrangiam as QSC de estudo. Estas leituras foram realizadas em momentos diferentes, em sala de aula. Da mesma forma, os grupos de estudantes organizados para a apresentação de temáticas consultaram e receberam textos com fins de aprofundamento.

A maioria dos materiais foi disponibilizada no grupo virtual criado no *Facebook*, o qual também possibilitou comunicar aspectos organizativos dos encontros, notícias sobre

temas polêmicos e compartilhar as apresentações que os grupos realizaram durante os diferentes encontros. Embora em menor grau, também foram postados comentários e opiniões sobre as questões abordadas. Os textos mencionados anteriormente estão apresentados no Quadro 2, que correspondem ao item sobre as leituras orientadoras.

Outro aspecto considerado no desenvolvimento da disciplina foi o processo avaliativo, como é apresentado na ementa (Apêndice B), e que correspondeu a uma avaliação voltada para o processo que tinha como critérios os aspectos cognitivos, atitudinais e metodológicos. O primeiro critério correspondeu ao desenvolvimento de posturas críticas diante das questões trabalhadas; o segundo evoluiu o respeito pelas diferentes visões apresentadas sobre o tema proposto e, finalmente, aspectos como a coerência e a pertinência dos textos escritos, bem como a preparação das apresentações orais.

No Quadro 2 está resumida a maneira como a disciplina se desenvolveu, com relação a aspectos tais como o número de encontros, os objetivos, atividades realizadas, materiais utilizados e leituras orientadoras. O desenvolvimento da disciplina deu-se em 25 encontros presenciais de duas horas cada um, totalizando 50 horas de trabalho; as discussões ocorridas durante estes encontros foram gravadas em áudio, na íntegra, para efeito de análises. Os encontros aconteceram duas vezes por semana, tendo se iniciado no mês de fevereiro e finalizado no mês de maio do ano 2013. Nos dias como 27 e 29 de março, 17 de abril, e 1 e 10 de maio não foram realizadas atividades acadêmicas em vista de celebrações religiosas, comemoração do dia do trabalhador e problemas de distúrbios na faculdade, que implicaram no seu fechamento.

Para efeito da descrição dos encontros é pertinente ressaltar o movimento de engrenagem que vai se estabelecendo ao longo dos encontros, partindo dos objetivos, do planejamento, da realização de atividades e repetindo este movimento a cada novo encontro. Neste processo dinâmico, os interesses dos professores e dos estudantes vão sendo evidenciados, surgindo dificuldades e novas iniciativas, em um processo de construção que, apesar de ter um planejamento *a priori*, se recria com a realidade do grupo participante da experiência. Apesar de as informações contidas no Quadro 2 estarem apresentadas por encontros, é necessário não se fazer uma leitura estanque de cada um deles, característica que fica explícita quando se repete o mesmo objetivo ou material em encontros posteriores.

Os primeiros encontros, do primeiro até o quarto, corresponderam à apresentação dos licenciandos e professores, dos aspectos organizativos da disciplina e da identificação de visões sobre a NdC. Para a identificação das visões dos licenciandos foram criados grupos de

trabalho e lhes foi entregue um texto curto de um livro didático de Biologia de Ensino Médio (Quadro 2). Na primeira atividade os estudantes leram e comentaram a ideia central do texto para, em seguida, responderem à questão: concordamos ou não com as ideias apresentadas na leitura? Por quê? Posteriormente, também lhes foi entregue uma folha de papel contendo definições sobre a ciência, retiradas de *Wikipédia* e do *Diccionario de la Real Academia Española* (DRAE). Nesta ocasião lhes foi proposta a seguinte questão: em que consiste a atividade científica? As atividades foram apresentadas pelos grupos e deram início a uma discussão com a participação de todos os licenciandos. Outras perguntas foram emergindo no contexto da disciplina e, dentre elas, algumas que questionavam o contexto universitário. Nesse sentido, os estudantes foram questionados sobre a vivência de alguma experiência universitária que lhes houvera viabilizado algum trabalho científico.

Dadas as necessidades de explorar ainda mais estas visões de ciência com aqueles estudantes, a PP exibiu uma apresentação em *Power Point* que trouxe imagens de cientistas com jaleco branco e óculos, fórmulas matemáticas, imagens de capa de livros didáticos de ciências, bem como a imagem de um congresso de formação de professores de ciências, além das imagens que estão no *site* da universidade, sobre os cursos de licenciatura dos quais os estudantes faziam parte (Apêndice J). Todas as imagens estavam voltadas para uma visão de ciência convencional e estavam disponíveis na *web*. A PP também digitalizou algumas respostas textuais sobre a percepção de ciência apresentadas pelos grupos, em encontros passados, e a partir deste material foram realizadas discussões e análises. Para finalizar estes primeiros encontros, foi solicitado aos licenciandos a produção de um texto que trouxesse suas compreensões de ciência e características desta.

Quadro 2. Descrição dos encontros segundo os seus objetivos, atividades, materiais e leituras orientadoras

Encontro	Objetivos	Atividades realizadas	Materiais utilizados	Leituras orientadoras
1. 6/02/2013	- Identificar os participantes da disciplina e seus interesses - Apresentar e discutir a ementa da disciplina - Estabelecer acordos sobre o desenvolvimento da disciplina	- Apresentação de estudantes e de professores - Leitura e discussão da ementa da disciplina - Resolução de dúvidas, ampliações de informações sobre o conteúdo, materiais e avaliação.	- Ementa da disciplina (Apêndice B)	
2. 8/02/2013	- Ampliar informações sobre a dinâmica da disciplina - Identificar algumas visões sobre a ciência e a atividade científica	- Providenciar os textos da disciplina - Preenchimento do questionário de caracterização correspondente à primeira parte - Assinatura do termo de consentimento - Criação do grupo virtual no <i>Facebook</i> - Trabalho em grupo sobre definições de ciência e questionamentos: concordamos ou não com as ideias apresentadas na leitura? Por quê?	- Questionário de caracterização (Apêndice D) - Termo de consentimento (Apêndice E) - Leituras O que é ciência? p.4-5 A ciência e a sociedade p. 14 A biologia e a sociedade p. 16 Estudo da vida p.17-19 Miller.; Levine. <i>Biología</i>. México: Pearson. 2010 p.4-19. - Definições sobre Ciência e Biologia. Retiradas de Wikipédia e <i>Diccionario de la Real Academia Española</i> (DRAE).	
3. 13/02/2013	- Identificar algumas visões sobre a ciência e a atividade científica	- Socialização da atividade por grupos - Discussão das perguntas sobre a ciência - Orientação da leitura	- Mesmas leituras e definições do encontro anterior	García, E. <i>et al.</i> ¿Qué es la ciencia? In: <i>Ciencia, Tecnología y Sociedad una aproximación conceptual</i> . Madrid: OEI, 2001. p.11-32

		capítulo O que é ciência?		
4. 15/02/2013	- Identificar algumas visões sobre a ciência e a atividade científica dos estudantes - Identificar apropriações dos estudantes sobre a leitura “O que é ciência?”	- Apresentação sobre ciência e atividade científica pela PP - Discussão das visões de ciência apresentadas pelos estudantes - Trabalho de redação individual sobre a concepção de ciência	- Apresentação em <i>Power Point</i> intitulada: Visões da ciência e do objeto de estudo da biologia.	
5. 20/02/2013	-Provocar junto aos licenciandos uma discussão sobre questões controversas em torno da manipulação genética	- Trabalho de leitura em grupo e discussão da notícia do jornal	Notícias do jornal. - Perilla, S. Avance colombiano en genética. <i>El Tiempo</i>. Colômbia. 20 de fevereiro de 2004 http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1583030 - Ferrado, M. Watson ‘se entrega’ al mercado genético. <i>El país</i>. Madrid. 14 de julho de 2007 http://igem.es/general/archivos/noticias/noticia_watson_se_entrega.pdf - Redacción vivir. La ciencia de nuevo se enfrenta a la ética: manipulación de embriones reabre una vieja polémica. <i>El Espectador</i>. Colômbia. 9 de janeiro de 2009. http://www.elespectador.com/impreso/articuloimpreso105990-manipulacion-de-embriones-reabre-una-vieja-polemica - En EE.UU. crearon la primera Célula Sintética. <i>El</i>	Mejía, O. El caso Nash, los bebés a la carta y el mundo poskantiano In: <i>En el jardín de Mendel</i> . Bioética, genética humana y sociedad. Medellín: Universidad de Antioquia, 2009. p. 103-114

			<i>Tiempo</i> . Colômbia. 21 de maio de 2010 http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3975370	
6. 22/02/2013	- Provocar junto aos licenciandos uma discussão sobre questões controversas em torno da manipulação genética	- Discussão sobre as notícias do jornal - Orientação para a leitura do livro	- Mesmas notícias de jornal do encontro anterior	Nepote, J. <i>Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia</i> . México: Siglo veintiuno editores, 2011
7. 27/02/2013	- Provocar junto aos licenciandos uma discussão sobre questões controversas em torno da manipulação genética	- Discussão sobre a notícia sobre a Célula Sintética	- Mesmas notícias de jornal do encontro anterior	Sanpedro, J. El fraude obliga a revisar todas las investigaciones del científico coreano. <i>El País</i> . Madrid. 24 de dezembro de 2005 http://elpais.com/diario/2005/12/24/sociedad/1135378805_850215.html
8. 1/03/2013	- Identificar os atores envolvidos em cada questão controvertida levantada - Delimitar as QSC do DGPI e a Célula Sintética	- Trabalho em grupo sobre os possíveis atores e seus argumentos nas questões controversas - Discussão da atividade - Realização de uma síntese sobre atividade e início de caracterização das QSC	- Mesmas notícias de jornal do encontro anterior - Apresentação em <i>Power Point</i> de síntese	
9. 8/03/2013	- Identificar as compreensões dos licenciandos sobre a questão sociocientífica da “Célula Sintética”	- Apresentação do vídeo “Criação de Vida Sintética” - Discussão sobre o vídeo - Trabalho de resenha individual sobre as leituras	- Vídeo Vida Sintética. Discovery Channel. 2010. Seis partes. 40 minutos https://www.youtube.com/watch?v=yaf-9EnRYmU	Textos para resenha - Luján, J. Tecnologías de diagnóstico y contexto social: de los test psicofísicos a las pruebas de ADN. In: Sanmartín, J.; et al. <i>Estudios sobre sociedad y tecnología</i> . Barcelona: Anthropodo, 1992 p. 195-223 - Guimarães, M. et al. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. <i>Ciência & Educação</i> 465-477. 2010 - Mejía, O. El diagnóstico de

				preimplantación genética y el derecho a nacer. In: <i>En el jardín de Mendel</i> . Bioética, genética humana y sociedad. Medellín: Universidad de Antioquia, 2009. p. 89-102
10. 13/03/2013	- Promover a compreensão sobre as QSC e suas potencialidades na prática do futuro professor - Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais abrangidos nas QSC	- Continuação da discussão do vídeo “Criação de Vida Sintética - Reflexões sobre a QSC e a prática docente - Orientações para os grupos para a preparação das apresentações sobre as diferentes temáticas escolhidas por eles	- Mesmo vídeo de Vida Sintética.	Gibson, D. <i>et al.</i> Genome Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized. <i>Science</i> 329, 52 (2010).
11. 15/03/2013	- Promover a compreensão sobre as QSC e suas potencialidades na prática do futuro professor - Analisar as apropriações realizadas pelos licenciandos sobre as resenhas dos textos - Favorecer a compreensão dos licenciandos sobre o desenvolvimento de projetos de genômica	- Sínteses das reflexões sobre as QSC e a prática docente - Leitura de algumas resenhas realizadas pelos estudantes - Apresentação sobre o PGH pela PP	- Resenhas dos estudantes - Apresentação em <i>Power Point</i>	
12. 20/03/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC	Orientações para a apresentação de cada grupo: Grupo 1. Desenvolvimento embrionário e o conceito de vida Grupo 2. Tecnologias do	- Indicação de leituras orientadoras para o grupo por parte dos professores - Leituras e vídeos consultados pelos estudantes	

		DGPI e desenvolvimento na Colômbia Grupo 3. Visões de vida		
13. 22/03/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC	Orientações para a apresentação de cada grupo: Grupo 4. Possíveis implicações ambientais da manipulação genética Grupo 5. Manipulação genética e sua relação comercial	- Indicação de Leituras orientadoras para o grupo por parte dos professores - Leituras e vídeos consultados pelos estudantes	
14. 3/04/2013	- Identificar as apropriações dos estudantes sobre as compreensões de ciência a partir da leitura e discussão do livro	- Discussão do livro segundo os seguintes aspectos: 1. NdC 2. Processos na construção científica 3. Ciência acumulativa 4. Abordagem de controvérsias 5. Contexto histórico	- Livro de Nepote (2011)	Nepote, J. <i>Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia</i> . México: Siglo veintiuno editores, 2011 Textos orientações de temáticas para a análise do livro de Nepote (Apêndice G)
15. 5/04/2013	- Identificar as apropriações dos estudantes sobre as compreensões de ciência a partir da leitura e discussão do livro	- Trabalho em grupo sobre o livro abordando os aspectos de análises -Discussão da atividade	- Livro de Nepote (2011)	
16. 10/04/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC	-Apresentação do grupo 1. “Desenvolvimento embrionário e conceito de vida”	- Apresentação <i>Power Point</i> - Vídeo “Filosofía aquí y ahora II: Heidegger. Ser y Tiempo”. http://www.youtube.com/watch?v=Y7T32k64ryM	Simon, J. La dignidad del hombre como principio regulador en la Bioética. <i>Rev Der Gen H</i> 13/2000 http://www.bioeticanet.info/filosofia/Dignidad.pdf

			Vídeo “Reproducción Humana: de la fecundación al parto” quatro partes 25 minutos http://www.youtube.com/watch?v=VVvNduFqB0Q - Folheto	
17. 12/04/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC -Problematizar a visão de embrião e de técnica	- Apresentação do grupo 2. “Tecnologias do DGPI e desenvolvimento na Colômbia” - Discussão sobre a compreensão de embrião.	- Apresentação <i>Power Point</i> - Vídeo “IVI-Diagnóstico genético preimplantacional” 2:05 minutos http://www.youtube.com/watch?v=9DRSVKyhqPI - Informações Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad (Cecolfes) http://www.cecolfes.com/es - Atividade “ <i>juego de roles</i> ”	François, J. <i>El bien y el mal. In: El ratón, la mosca y el hombre</i> . Barcelona: Critica, 1998. p. 137-159
18. 19/04/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos éticos e ambientais das QSC	- Apresentação do grupo 4. Possíveis implicações ambientais da manipulação genética	- Apresentação <i>Power Point</i> Vídeo “Medio ambiente” 2:25 minutos http://www.youtube.com/watch?v=tYgspji4y7s	Colômbia. Proyecto de Ley no. 014 de 2009 senado: “mediante el cual se crean los Bancos de ADN y se reglamenta el manejo del ADN para salvar vidas”
19. 24/04/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC	- Apresentação do grupo 3. “Visões de vida”	- Apresentação <i>Power Point</i> - Gravação em áudio dos questionamentos sobre as concepções de vida realizadas a diferentes pessoas	
20. 26/04/2013	- Promover o diálogo sobre questões de ética e moral e alguns aportes da Teoria Crítica para a compreensão das QSC	- Apresentação: Elementos teóricos para a compreensão de QSC pelo PE	- Apresentação <i>Power Point</i>	

21. 26/04/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos éticos e ambientais das QSC	- Orientação para o grupo da temática “Manipulação genética e sua relação comercial”	- Indicação de leituras orientadoras para o grupo por parte dos professores - Leituras e vídeos consultados pelos estudantes	
22. 03/05/2013	- Estudar e discutir os conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC	- Apresentação da temática: Manipulação genética e sua relação comercial	- Apresentação <i>Power Point</i> - Resumo projeto Fedearroz desenvolvido pela faculdade - Vídeo de entrevista de uma aluna participante projeto Fedearroz	
23. 08/05/2013	- Identificar as características de uma QSC	Oficina sobre a caracterização das QSC -Trabalho individual sobre a caracterização de uma QSC - Discussão do trabalho individual		
24. 15/05/2013	- Identificar as características das QSC trabalhadas na disciplina - Analisar os elementos básicos necessários para uma atividade em sala de aula, elencados a partir da experiência na disciplina	Continuação da oficina - Discussão sobre as características das QSC Eugenia a partir do DGPI e Célula Sintética - Orientação para a realização do trabalho final da disciplina	- Quadro de características das QSC - Texto orientações trabalho final da disciplina (Apêndice H)	AFP. “Angelina Jolie evita el cáncer de mama Angelina Jolie se extirpó los senos para evitar cáncer de mama”. <i>El Espectador</i> . Colômbia. 14 de maio de 2013. http://www.elespectador.com/entretenimiento/arteygente/gente/articulo-421804-angelina-jolie-se-extirpo-los-senos-evitar-cancer
25. 17/05/2013	- Identificar as relações entre a formação de professores e a abordagem de QSC	- Discussão das propostas iniciais para o ensino - Reflexão sobre o papel do professor e a abordagem de QSC	- Apresentação das propostas: 1. Reprodução e DGPI 2. DGPI 3. Exploração do solo em Sorotama como QSC	Síntese avaliativa das propostas de aula como parte do trabalho final da disciplina (Apêndice I)

			4. Manipulação genética de sementes 5. O DPG e o enfoque CTSA 6. A ciência moderna 7. O aborto e sua controvérsia na sociedade - Apresentação <i>Power Point</i>: o papel do professor na abordagem das QSC pela PP	
--	--	--	--	--

A partir do quinto encontro foi iniciado o uso de materiais midiáticos de forma intencional, pois pretendíamos que os estudantes participassem da discussão de questões controversas sobre a manipulação genética, a partir de notícias que eram veiculadas no jornal e que, muitas vezes, não são analisadas com o devido cuidado. Foram utilizadas quatro notícias de jornal; duas delas publicadas no jornal colombiano *El Tiempo*, uma no jornal colombiano *El Espectador*, e outra publicada em um jornal da Espanha, *El País*. As notícias eram dos anos 2004, 2007, 2009 e 2010, e todas tratavam de questões da Biologia Molecular, especificamente de manipulação genética. A notícia “*Avance colombiano en genética*” descreve o caso de dois bebês colombianos (meninas) que foram selecionados a partir do DGPI e nasceram sem a doença denominada fibrose cística da qual o pai era portador. O processo foi realizado no *Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad* (Cecolfes) e colocava em evidencia o grande potencial desta técnica. A notícia finalizava com a menção, em poucas linhas, de que os pesquisadores deste Centro de fertilidade, Cecolfes, são conscientes das discussões éticas que a reprodução assistida pode gerar, mas que se existe a tecnologia e o conhecimento para evitar o nascimento de crianças com doenças como a hemofilia, por exemplo, estes devem ser aproveitados.

A segunda notícia se intitulava *Watson ‘se entrega’ al mercado genético*. A notícia apresentava a realização do sequenciamento do mapa genético do cientista Watson, pela firma *454 Life Sciences* - como sendo uma conquista da ciência - o que na verdade seria o segundo mapa genético sequenciado, após o realizado pelo cientista Craig Venter. A notícia foca na diminuição de tempo e de custos diante o Projeto Genoma Humano (PGH) e finaliza advertindo que ainda falta muito a ser pesquisado e estudado, mas que no futuro certamente esta conquista será a chave para uma nova era da medicina individualizada. O texto também traz um quadro que explora informações sobre a utilidade dos testes genéticos.

A notícia *La ciencia de nuevo se enfrenta a la ética: manipulación de embriones reabre una vieja polémica* apresenta uma imagem de uma mão segurando um tubo de ensaio contendo três bebês. O texto apresenta a notícia do nascimento, na Inglaterra, da primeira menina livre do gene do câncer de seio e ovário; também descreve a situação vivenciada pelos pais à procura pelo DGPI e o resultado deste trabalho. Nesse contexto, o texto vai apresentando aspectos positivos, tais como as promessas de prevenção de doenças, enquanto também expõe as preocupações com as questões éticas como o descarte de embriões, trazendo a voz de uma geneticista colombiana que critica e questiona este procedimento, considerando o descarte de embriões como um assassinato de seres humanos.

A última notícia, *En EE.UU crearon la primera Célula Sintética*, se apresentava como um texto curto que lembra a publicação realizada pelo cientista Craig Venter e sua equipe, na revista *Science*, sobre a criação de uma célula bacteriana viva com um genoma sintético. Esta pesquisa, segundo os autores, é relevante na fabricação de organismos que possam produzir combustível limpo, bem como a produção de vacinas. Em algumas linhas de debates este avanço é questionado pela possibilidade de sua aplicação na criação de armas biológicas e da ameaça à diversidade natural.

Devido aos diversos temas que os participantes passaram a explorar a partir do trabalho com os textos midiáticos, o tempo para discussão foi relevante, mas insuficiente. Assim, durante os encontros seis e sete foi dada continuidade à atividade iniciada no quinto encontro. O trabalho com as notícias de jornal foi realizado inicialmente em grupos, sendo três grupos compostos por estudantes de diversos cursos de licenciatura e um grupo formado apenas por estudantes da Licenciatura em Biologia. Este grupo trabalhou com a notícia da Célula Sintética, que foi a última discutida por todos os participantes da disciplina.

No oitavo encontro os diferentes grupos trabalharam a identificação dos atores que emergiam das controvérsias possíveis de serem abstraídas das notícias. Como se pode acompanhar na descrição e na apresentação do Quadro 2, até este encontro nos referimos apenas a identificação de controvérsias, pois só a partir da síntese realizada neste encontro - e das próximas atividades desenvolvidas na disciplina - os licenciandos foram constituindo a compreensão do DGPI e da Célula Sintética como QSC. Nesse sentido, a PP realizou uma apresentação trazendo algumas falas dos estudantes que, além de fazerem parte de uma síntese, também possibilitaram a consolidação de temáticas que precisavam ser estudadas e aprofundadas pelos licenciandos, visando buscar mais elementos que viabilizassem a compreensão sobre as QSC abordadas.

No nono encontro houve a apresentação do vídeo “Criação de Vida Sintética” em cuja introdução se pode ouvir que:

Pela primeira vez na história um homem cria Vida Sintética. Esta é a primeira espécie autoreplicante do planeta cujo pai é um computador. A Biologia Sintética tornará possível a produção de máquinas vivas microscópicas. É uma tecnologia que pode literalmente salvar o planeta, micróbios artificiais podem gerar energia limpa, ajudar a recuperar ambientes contaminados e fornecer novos remédios. É um marco para todo o planeta, a tecnologia também traz preocupações, será uma ferramenta incrivelmente poderosa, comparável com a energia nuclear e vamos ter que decidir como usar, quem vai controlar. Nossa equipe acompanhou a Craig Venter e sua equipe desde o início. Está é a história exclusiva de como eles realizaram o feito que mudara a vida como a conhecemos (Discovery Channel. Vida Sintética. http://www.youtube.com/watch?v=cV_pG0qPcxA. Postado 2010)

O vídeo relata a pesquisa realizada por Craig Venter, cientista americano que participou do sequenciamento do PGH representando o setor privado, a firma *Celera Genomics*. Os novos trabalhos desta equipe se enquadram em sequenciamentos genéticos de diferentes organismos e, atualmente, no projeto de produção de genomas sintéticos. O vídeo foca a atenção na pesquisa publicada na revista *Science*, no ano de 2010, intitulada *Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized*. Trata-se da criação de um genoma artificial da bactéria *Mycoplasma genitalium* que foi implantado em uma célula receptora natural. Os discursos apresentados no vídeo ressaltam as promessas deste trabalho e minimizam os riscos, passando para os espectadores a ideia de criação de vida mínima e de uma possível resolução dos problemas envolvidos na mudança climática.

Nos encontros dez e onze deu-se continuidade à discussão sobre a QSC da Célula Sintética. Durante a dinâmica desenvolvida emergiram diversas colocações dos estudantes, culminando em intensa problematização ou, como foi dito pela PP, em um momento de diagnóstico da situação do desenvolvimento científico e tecnológico diante dos avanços da Biologia Molecular. Esta situação propiciou ao grupo pensar sobre a questão: diante deste diagnóstico do desenvolvimento científico e tecnológico, o que fazer? Foi assim que o grupo trabalhou de forma mais aprofundada a relação QSC e a prática do futuro professor. Também nestes encontros a PP fez uma apresentação sobre o PGH como forma de trazer maiores fundamentos para a compreensão das QSC objetos de estudo. Alguns conteúdos foram os aspectos históricos da descoberta da estrutura do ADN, conceitos básicos como cromossomo, gene, replicação, transcrição do ADN, métodos de sequenciamento, objetivos e procedimentos do PGH, sendo necessário em função dos diferentes cursos a que pertenciam os estudantes. A partir das atividades mencionadas, decorrentes da exibição do vídeo, e da discussão e apresentação sobre o PGH, a necessidade de explorar a temática de manipulação genética e sua relação comercial ficou mais clara para o grupo de licenciandos. Com o mesmo interesse de propiciar a fundamentação para a compreensão das QSC, os licenciandos fizeram resenhas de três textos orientados para trabalho individual (Quadro 2, encontro 9).

Os encontros doze até o vinte e dois, excluindo os encontros quatorze e quinze, estiveram orientados para o estudo e discussão de conceitos científicos, éticos, sociais e ambientais das QSC do DGPI e da Célula Sintética, sendo que em um primeiro momento foram contempladas as orientações grupais (encontros 12, 13, 21) por parte dos professores e, em seguida, a apresentação das temáticas na sala de aula por parte de cada grupo de

estudantes (encontros 16, 17, 18, 19, 22). Assim, foram constituídos cinco grupos, com as seguintes temáticas:

- Desenvolvimento embrionário e conceito de vida;
- Tecnologias do DGPI e desenvolvimento na Colômbia;
- Visões de vida;
- Possíveis implicações ambientais da manipulação genética;
- Manipulação genética e sua relação comercial.

As orientações de cada grupo procuraram abordar aspectos de conteúdo relativo à temática, além de considerações relevantes para uma intervenção de ensino, ou seja, aspectos relacionados aos objetivos, metodologia, materiais e referências. Em alguns casos as temáticas tinham relação com os trabalhos que os estudantes vinham desenvolvendo em seu curso. Por exemplo, o grupo que ficou com a temática sobre “Possíveis implicações ambientais da manipulação genética” estava formado por um estudante do Curso de Licenciatura em Biologia e outro estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Sociais; o primeiro participava de um grupo de Educação Ambiental da Faculdade e o segundo participava da disciplina Sociedade e Ambiente, correspondente à grade curricular de seu curso. Outro caso, relativo ao interesse das estudantes do curso de Licenciatura em Pedagogia Infantil, com a temática “Visões de vida” que, a partir desta, puderam considerar a temática dos Direitos Humanos, a qual fazia parte do TCC que desenvolviam. O grupo que assumiu o tema “Manipulação genética e sua relação comercial” foi integrado por três estudantes da Licenciatura em Biologia que decidiram abordar, como parte de sua apresentação, a relação universidade-empresa, a partir do caso específico do *Proyecto Fedearroz*, desenvolvido na universidade.

As atividades realizadas nos encontros quatorze e quinze foram orientadas pela discussão do livro de Nepote (2011), o qual não tratava diretamente das QSC, mas apresentava elementos para uma maior compreensão sobre a dinâmica da ciência, já que caracteriza a luta entre cientistas. Alguns exemplos são os casos de Leibniz e Newton, na disputa pela invenção do cálculo; de Edison e Tesla, na guerra pelas correntes elétricas e de Darwin e Wallace, na diferença de opiniões sobre a origem e a evolução das espécies, entre outros casos. Alguns dos temas apresentados para a realização da análise do livro foram

propostos pelo PE e são mostrados no Quadro 2, encontro 14, item atividades realizadas, as quais estão ampliadas no Apêndice G.

O vigésimo encontro foi orientado pelo PE e abordou três aspectos: 1) uma reflexão sobre o conceito de ética e moral; 2) a Escola de Frankfurt e sua crítica à modernidade e 3) teoria crítica da educação. Esta atividade possibilitou processos de sistematização de aspectos que haviam sido apresentados em encontros anteriores e que deveriam ser aprofundados, bem como subsídios para a compreensão das QSC, em especial com relação à última temática: Manipulação genética e sua relação comercial.

Nos últimos encontros, vinte e três até vinte e cinco as discussões estiveram focadas na compreensão das QSC, possibilitando a caracterização destas por parte dos licenciandos, bem como sobre as possibilidades de se pensar esta proposta na prática do futuro professor (Apêndice H). Os estudantes, no último encontro, organizados em grupos ou individualmente apresentaram aos colegas uma primeira ideia de atividade de ensino a ser realizada em sala de aula. Esta proposta fez parte do trabalho final da disciplina, pois depois de algumas semanas os licenciandos encaminharam, por via digital, uma versão escrita da proposta, que também fez parte do processo avaliativo (Apêndice I). Algumas propostas retomaram a QSC do DGPI trabalhada em sala de aula, enquanto outros grupos apresentaram a pretensão de abordar temas como a exploração do solo para extração de minerais ou sobre a manipulação genética de sementes. Um estudante da Licenciatura em Ciências Sociais propôs o tema da ciência moderna, e uma estudante de primeiro semestre do curso de Licenciatura em Educação Infantil considerou o tema aborto.

Dado que no encontro vinte e cinco ocorreu o término da disciplina, a PP fez uma curta apresentação em *Power Point*, destacando os aspectos do desenvolvimento do curso e provocando algumas reflexões, dentre elas: 1) a necessária fundamentação teórica do enfoque CTSA e das QSC que requerem ser ampliadas diante da experiência realizada; 2) o papel do professor e da responsabilidade deste, como sujeito político, diante dos processos de ensino e, em especial, o papel dos estudantes como futuros professores; 3) a clareza de que qualquer tema problemático não é uma QSC, requerendo por parte dos participantes sua configuração, bem como o reconhecimento da existência de diversas QSC que não são exclusivas dos temas genéticos; 4) a riqueza da abordagem de QSC com licenciandos de diferentes áreas, mobilizando certos preconceitos estabelecidos sobre suas áreas de estudo; 5) os desafios do ensino para incorporar temas atuais da C&T que requerem nossa compreensão de ciência. O PE também apresentou suas observações sobre o desenvolvimento do curso, ressaltando o

trabalho em parceria, a relevância da disciplina para a aprendizagem profissional e para a vida pessoal, e o convite para a mudança da prática docente. Outras expressões, por dos estudantes, também se fizeram presentes neste término do curso, reconhecendo a possibilidade real de outras formas de ensino, repensando suas práticas, e reconhecendo a importância do trabalho ter sido realizado com a participação de colegas de outros cursos, não só pela oportunidade de exclusão de certos imaginários, mas pelos seus aportes específicos para a compreensão das QSC. Uma estudante do curso de Licenciatura em Pedagogia Infantil fez uma intervenção para manifestar que, a partir da participação na disciplina, havia passado a olhar as notícias de outra maneira e a considerar: “o desenvolvimento científico me afeta”.

Além dos 25 encontros, a PP também realizou entrevistas individuais semiestruturadas com os estudantes participantes da disciplina. Estas aconteceram na última semana e na seguinte, após a finalização da disciplina (Apêndice F).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS LICENCIANDOS COMO FOCO DA PESQUISA E DOS PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS PARTICIPANTES DA DISCIPLINA OPTATIVA

Com a aprovação da disciplina optativa por parte do Conselho, foi iniciado o processo de inscrição dos estudantes interessados. Para tanto, foram indicados três critérios: 1) que cursassem licenciatura, visto que há outros cursos na universidade; 2) que estivessem cursando o quinto semestre ou superior; 3) que fossem priorizados os estudantes do curso de Licenciatura em Biologia, caso o número de interessados ultrapassasse o número de vagas ofertadas. Os critérios dois e três tiveram que ser desconsiderados no final do processo de inscrição, pois faltaram algumas inscrições para que fosse completado o total de 20 vagas, exigidos pela universidade para que ocorra o oferecimento de disciplinas.

Como foi apresentado anteriormente, nos interessava a inscrição de estudantes de diversos cursos de licenciatura, o que não seria um impedimento, pois a proposta era sustentada por uma visão de educação científica cujos pressupostos provinham do movimento curricular CTSA, isto é, de se oferecer a formação em ciências a todos os cidadãos, da necessidade de abordagens de temas interdisciplinares, bem como da necessidade de favorecer novos trabalhos coletivos e colaborativos. Para Giroux e Simon (1997) o ambiente de trabalho universitário gera entre os colegas processos individuais e de competição, por isso há uma necessidade de se trabalhar em processos de coleguismo, de ativar a vida acadêmica no trabalho colaborativo no qual os interesses individuais vão fazendo parte de outros

interesses que são coletivos e diferentes ao próprio indivíduo isolado. Estes apontamentos têm bastante sentido a partir de nossas vivências e se expressa na falta de experiências de trabalhos conjuntos entre professores. Também percebemos que existem dificuldades de coleguismo entre os estudantes do mesmo curso e, ainda mais, entre estudantes de diferentes cursos de licenciatura, o que pode ser evidenciado através de visões e preconceitos expressos diante de um saber diferente daquele do curso que se estuda. Neste sentido, como discutem os mesmos autores, os estudantes também devem ser encorajados ao trabalho coletivo e colaborativo:

O que estamos sugerindo é que tais esforços devem estar embutidos na estrutura do próprio estudo acadêmico. Além disso, as exigências de curso deveriam ser estabelecidas de forma a permitir e encorajar os estudantes a cumprirem as obrigações do programa através do trabalho em projetos coletivos” (GIROUX; SIMON, 1997, p.175).

3.2.1 Os licenciandos como foco da pesquisa

No Quadro 3 apresentamos o grupo de estudantes participantes da disciplina. No momento inicial foram registradas 23 inscrições, contudo o grupo se consolidou a partir do terceiro encontro com 14 licenciandos. A desistência da disciplina por alguns obedeceu a questões de dificuldade de horário em relação ao desenvolvimento do estágio e também dois estudantes de química tiveram que desistir por compromissos com seu TCC que lhes exigia o deslocamento para outra cidade.

As informações apresentadas a seguir, no Quadro 3, foram obtidas através do questionário parte um de caracterização do grupo participante (Apêndice D).

Quadro 3. Estudantes participantes na disciplina

Estudante ⁷	Idade (Anos)	Curso	Semestr e	Estágio		TCC	Abordagem em sala de aula de temas polêmicos
				Antes	Atualmente		
Camila	23	Licenciatura com habilitação em Inglês	X	Sim	-	Sim	Não
Silmara	23	Licenciatura com habilitação em Inglês	X	Sim	-	Sim	Não
Saulo	19	Licenciatura com habilitação em Ciências Sociais	V	Não	Não	Não	Não
Vinicius	26	Licenciatura com habilitação em Ciências Sociais	X	Sim	Não	Sim	Não
Mônica	21	Licenciatura com habilitação em Pedagogia Infantil	VIII	-	Sim	Sim	Não
Kelly	20	Licenciatura com habilitação em Pedagogia Infantil	VIII	-	Sim	Sim	Não
Denise	17	Licenciatura com habilitação em Pedagogia Infantil	I	Não	Não	Não	Não
Fabiana	18	Licenciatura com habilitação em Pedagogia Infantil	II	Não	Não	Não	Não
Kátia	26	Licenciatura em Biologia	X	-	Sim	Sim	Sim
Alessandra	21	Licenciatura em Biologia	X	-	Sim	Sim	Sim
Regiane	22	Licenciatura em Biologia	X	Sim	Não	Sim	Sim
João	21	Licenciatura em Biologia	IX	Sim	Não	Não	Sim
Gabriel	23	Licenciatura em Biologia	X	-	Sim	Sim	Sim
Rafael	29	Licenciatura em Biologia	X	-	Sim	Não	Sim

Dos 14 licenciandos, 9 são mulheres e 5 homens, estudantes de diferentes cursos, sendo 6 do Curso de Licenciatura em Biologia (CLB), 4 do Curso de Licenciatura em Pedagogia Infantil (CLPI), 2 do Curso de Licenciatura em Ciências Sociais (CLCS), 2 do Curso de Licenciatura em Inglês (CLI). As idades destes licenciandos variavam entre 17 e 29 anos. Os estudantes cursavam diferentes semestres e a maioria estava na finalização do curso (VIII, IX e X semestre), no entanto, Denise encontrava-se no primeiro semestre, Fabiana no segundo semestre e Saulo em quinto semestre.

⁷ Por questão de preservação da identidade dos envolvidos, conforme o acordado na entrega do termo de consentimento (Apêndice E) é usado nomes fictícios para sua identificação. Os dados de idade tanto de estudantes como dos professores correspondem ao ano de 2013.

A grande maioria (11) já realizou estágio ou estão realizando, a Denise, a Fabiana e o Saulo, não fizeram estágio, pois ainda estão cursando semestres iniciais. Da mesma forma, a maioria respondeu estar desenvolvendo seu TCC, sendo nove licenciandos. Os temas de seus projetos de TCC que eles têm abordado são diversos, por exemplo, as estudantes Mônica e Kelly do CLPI tratam dos Direitos Humanos, o Vinicius do CLCS estuda os aspectos característicos da Colônia, as licenciandas Silmara e Camila dizem trabalhar questões de interferência da língua e atividades didáticas, os licenciandos do CLB abordam temas de Biologia da Conservação, Projetos Ambientais Escolares (PRAES) e outro sobre comportamento de morcegos.

Sobre a indagação: Tem trabalhado com temas polêmicos de tipo científico e tecnológico no desenvolvimento de seu curso? Só os estudantes da Licenciatura em Biologia responderam afirmativamente, mencionando a aula de Biotecnologia e de Genética e, em alguns momentos particulares na aula de Ética ou na aula de Ciência e Sociedade. Sobre a descrição de abordagens, os licenciandos, em sua maioria, indicam a leitura de artigos. Nenhum estudante relatou casos polêmicos, mas eles mencionaram áreas de conhecimento das ciências.

Outras informações obtidas a partir da parte dois do questionário correspondem aos aspectos sobre a preparação profissional, o que é descrito na sequência:

Diante da pergunta: Tem trabalhado no campo educativo?

Dos 14 estudantes, 8 manifestaram que não e 6 manifestaram que sim. Neste último grupo a maioria (4) é estudante do CLB. O trabalho desenvolvido contemplou a realização de oficinas ambientais, aulas particulares e preparação de estudantes do Ensino Médio para as provas do *Ministerio de Educación Nacional* (MEN), uma estudante ensina inglês em um instituto que oferece cursos de educação formal e não formal.

À pergunta: Quais foram os motivos que o levaram a cursar uma licenciatura? Identificamos que para nove (9) estudantes há um interesse com processos sociais, como segue em suas respostas:

- *“poder ajudar às pessoas”* (Camila);
- *“gosto muitíssimo de ensinar, acho mais significativo com crianças, já que elas são o futuro de nosso país (Colômbia) e acredito que como formadores podemos promover um grande sentimento de pertencimento pelo nosso país, teremos pessoas melhores”* (Denise);
- *“a transformação de contextos sociais através de ações populares onde a escola responda às necessidades sociais”* (Mônica);

- *“a pertinência do ensino na transformação da realidade social”* (Kelly, Alessandra e Gabriel);
- *“o interesse de formar pessoas com caráter crítico dentro da sociedade atual”* (Rafael);
- *“adoro a interação com a comunidade e o fato de compartilhar os conhecimentos”* (Kátia)
- *“é uma profissão de vital importância no trabalho com a comunidade”* (João).

É importante salientar que alguns estudantes citaram mais de uma resposta.

Para cinco (5) estudantes há um motivo disciplinar:

- *“gosto de ensinar uma língua que atualmente é importante”* (Silmara);
- *“interesse pelas Ciências Humanas”* (Vinicius);
- *“interesse pelos seres vivos, em especial os mamíferos”* (Alessandra);
- *“quando estudei na escola a ênfase foi em ciências e matemática, sempre pensei na forma de aplicar os conhecimentos científicos”* (Regiane);
- *“os novos modelos pedagógicos como resposta às necessidades particulares dos estudantes”* (Kelly);
- *“interesse pela problemática sobre vulnerabilidade em crianças”* (Fabiana).

De forma menos predominante dois estudantes mencionaram algum tipo de influência de um grupo social:

- *“é como uma herança, a maioria de minha família tem esta profissão”* (Camila);
- *“influência positiva de meus professores de Biologia, os quais faziam práticas de laboratório com instrumentos como o microscópio”* (Regiane).

O estudante Saulo manifestou que foi uma opção diante da não aprovação em outra universidade. Da mesma forma João diz que no início do curso não tinha interesse, mas que depois de ter passado dois semestres entende e compreende a importância do curso de Licenciatura, sua relevância no trabalho com a comunidade e pela intervenção do sujeito em distintos problemas.

Outra pergunta apresentada no questionário indagava sobre a vivência no curso de licenciatura, considerando as contribuições deste para a vida pessoal e profissional, assim como algumas deficiências.

Para as estudantes Silmara e Camila, do CLI, o curso tem contribuído com o aprendizado disciplinar e tem proporcionado materiais didáticos interessantes. Nos aspectos pessoais dão importância às questões de valores como o respeito para com outras culturas e a

autonomia. Consideram que o curso tem poucos intercâmbios universitários e alguns professores não desenvolvem a disciplina em sua totalidade.

Já para os estudantes Saulo e Vinicius do CLCS, o curso possibilita compreensões sobre a sociedade e a natureza, bem como o desenvolvimento do pensamento crítico. Consideram como dificuldade a falta de responsabilidade docente.

As estudantes Fabiana, Mônica, Denise e Kelly do CLPI indicaram aprendizados sobre o tema da infância e diversas formas de leitura do mundo voltadas para os processos de ensino, não mencionaram dificuldades sobre o desenvolvimento do curso.

Finalmente, os estudantes do CLB, Kátia, Regiane, Alessandra, Rafael, Gabriel e João descreveram contribuições no âmbito social como o trabalho com a comunidade, posturas críticas e a competência comunicativa. Também expressaram aprendizados no âmbito disciplinar como a aquisição de conhecimento de diversas temáticas. Destes seis estudantes, três descreveram as contribuições do curso tanto no âmbito disciplinar quanto no pedagógico. Por outro lado, algumas dificuldades apontadas sobre o curso estavam orientadas a destacar a falta de apropriação de conceitos pedagógicos e disciplinares. Para Gabriel não existem processos de articulação entre o conhecimento pedagógico e disciplinar; também considerou que, apesar da busca pela formação de sujeitos críticos, muitos espaços acadêmicos de seu curso são conservadores e reprodutores da política do Ministério de Educação Nacional. João manifestou o desconforto com o baixo reconhecimento da profissão docente no país.

Foi pedido aos estudantes que elaborassem uma proposta de uma aula com um tema livre, levando em consideração os conhecimentos disciplinares da área e os conhecimentos pedagógicos que tinham obtido até então em seus cursos. No Quadro 4 são resumidas as diferentes propostas dos estudantes.

A partir da leitura das produções dos estudantes tivemos a impressão de que esta atividade foi desenvolvida com pouco cuidado, de maneira apressada ou ainda com bastantes dificuldades em termos de aprofundamento por parte dos estudantes, mesmo com a oportunidade de desenvolvê-la em casa. Em geral, todos se limitaram a escolha de um tema sem justificção do *por que*, exceto Gabriel que considerou o tema de anabólicos por ser complexo e atual e que requereria a abordagem com o envolvimento de várias disciplinas.

Quadro 4. Síntese das propostas de aula produzidas pelos estudantes dos diferentes cursos

Curs o	Estudant e	Tema	Atividades para a aula	Curs o	Estudant e	Tema	Atividades para a aula
Curso Licenciatura em inglês	Silmara	Os verbos possesivos	Explicação e interações	Curso de Licenciatura em Biologia	Kátia	Não apresentou	Não apresentou
	Camila	Adjetivos em uma oração	Atividade didática, explicação e atividade final.		Regiane	História das ciências	Uma linha do tempo considerando os eventos, apresentações por grupo
Curso Licenciatura em Ciências Sociais	Saulo	Revolução Industrial	Leitura e análises		Alessandra	Ecossistemas colombianos	Objetivo. Ideias prévias, conceitualização, visita e organização de grupos de trabalho
	Vinicius	Revolução industrial e História do século XIX	Ideias prévias, a aula e uma oficina.		Rafael	Ecologia	Ideias prévias, explicação e interação. Apresentações por parte dos estudantes, análise e avaliação
Curso Licenciatura em Pedagogia Infantil	Fabiana	Formas de afetividade e dos bebês	Exploração dos sentimentos dos bebês frente à falta de seus pais		Gabriel	Uso de anabólicos	Justifica o tema. Leitura para contextualização, mesa de discussão e posicionamento
	Mônica	A origem do mundo	Revisão de literatura, vídeos, perguntas e tarefa de consulta.		João	Sistema excretor	Caraterização do grupo, ideias previas sobre o tema, aula, experimentação, apresentação e avaliação.
	Denise	As vogais	Cantos				
	Kelly	O conto	Leitura de um conto, apresentação de outra versão da história e opiniões				

Apenas a Alessandra indicou o objetivo de sua aula, que consistia em promover o reconhecimento dos ecossistemas, a partir da problematização de seus componentes. Frente às atividades propostas nenhum estudante explicou o *por que* da escolha. No caso de João há um interesse pela caracterização do grupo, dos docentes e da instituição escolar. Aparentemente alguns estudantes do CLB se preocuparam com as ideias prévias dos estudantes, mas apenas no momento inicial das atividades.

Os aspectos obtidos com a análise deste exercício foram considerados desde o início da disciplina, representando a dificuldade dos estudantes em propor atividades de ensino. Por este motivo procuramos reforçar este aspecto no desenvolvimento da disciplina, exigindo dos estudantes, em seus trabalhos futuros, a definição de objetivos e argumentos do *por que fazer*, além do *como fazer*. Sabemos que esta estratégia não soluciona as dificuldades, pois o aspecto central é o processo formativo, mas procuramos chamar a atenção nessa questão.

Diante da última pergunta do questionário sobre a participação em disciplinas como Genética, Biologia Molecular, Biotecnologia, Ética ou CTS, a resposta dos estudantes é coerente com a revisão das grades curriculares dos diferentes cursos. Estes espaços formativos são foco do CLB, já no CLPI há o oferecimento da disciplina Ciência e Tecnologia no sétimo semestre, outra disciplina é Didática das Ciências Naturais, no entanto, estas ainda não tinham sido cursadas pelas estudantes. Entre as respostas a esta pergunta, Denise estudante do CLPI de primeiro semestre afirma que sente muito interesse por estes temas. A partir das respostas dos estudantes do CLB sobre as metodologias utilizadas nas disciplinas que cursaram, identificamos que se baseiam em artigos para a leitura, aulas teóricas, aulas práticas, atividades de laboratório e apresentação de relatórios:

- *“a maioria de temáticas foram abordadas de forma teórica e, posteriormente, algumas atividades de laboratório e uma pequena pesquisa para constatar e integrar o aprendido”* (Alessandra).

- *“a aula de Biotecnologia e Genética se caracteriza pelo estudo de temas especificamente disciplinares, como o ADN, a extração deste, o sequenciamento. A metodologia tem sido a mesma, práticas de laboratório orientadas por guias e avaliações através de relatórios”* (Gabriel).

Já em outra disciplina, a de Ética, é descrita por este grupo de estudantes como espaços de apresentação de opiniões. Apesar dos estudantes do CLI terem em sua grade curricular a disciplina de *“Ética y labor docente”* não indicaram sua metodologia. Algumas das respostas dos estudantes do CLB foram:

- “disciplinas como Sociedade e Ética são participativas, são abordadas leituras, às vezes são realizadas saídas de campo, oferecendo resultados qualitativos e descritivos, poderia dizer etnográficos” (Regiane).

- “estas temáticas são abordadas a partir de problemáticas sociais que são analisadas, construindo uma possível opinião com referência nas áreas abordadas e se propõe uma solução” (Alessandra).

A partir das respostas dos estudantes podemos fazer algumas considerações, uma delas trata dos cenários em que os estudantes vão construindo sua visão do funcionamento da ciência. Para alguns cursos a construção de uma visão sobre a ciência é parte de sua preparação profissional, mas para outros cursos é um conhecimento pouco considerado, o que ocorre dentro de uma racionalidade característica das especializações profissionais. Nesse sentido muitas das informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico têm uma influência da escola e da mídia, situação que, como já caracterizada por diversas pesquisas, oferece muitas vezes visões limitadas e distorcidas sobre a ciência (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000). Estes aspectos assumem bastante significado quando estamos abraçando uma proposta com preocupações formativas para a participação cidadã, na qual as decisões frente aos problemas que afetam a comunidade não podem ser só de caráter tecnocrático. Outra consideração, que também foi abordada por Carvalho (2005), trata da dicotomia do conhecimento existente entre a cultura humanística e a cultura científica, o que é evidente nos currículos escolares e nas disciplinas, pois estas se diferenciam claramente em seus domínios de foco de interesse, abordagens e soluções. Nas falas dos estudantes de Biologia está muito claro que nas disciplinas referentes ao conhecimento específico existe um método inspirado na experimentação, onde não há espaço para o diálogo e para a subjetividade, diferentemente da disciplina de Ética. Esta situação favorece que os estudantes tenham dificuldades em apreciar visões mais amplas do conhecimento.

Finalmente, no processo de caracterização do grupo indagamos no primeiro encontro os interesses dos estudantes por cursar a disciplina optativa. Identificamos diversos interesses, tal como a curiosidade, o melhoramento da compreensão sobre a relação sociedade e ciência, a falta deste conhecimento em seus cursos e as possibilidades de aplicação deste conhecimento no estágio ou na realização do TCC. Em seguida apresentamos as motivações particulares de cada um dos licenciandos.

Para Camila, estudante do CLI, a motivação pela disciplina é a percepção da falta de espaços acadêmicos em seu curso para abordar a formação docente. Ela considera que o mais parecido ao proposto é a disciplina de ética.

Para Fabiana e Denise, estudantes do CLPI, há um interesse e uma curiosidade, respectivamente, *“pelo desejo de ter mais formação para meu estágio”* e *“muita curiosidade em saber sobre algo da sociedade e os temas científicos”*, neste mesmo sentido para Denise os aspectos científicos são pouco abordados pela sociedade em geral, as pessoas desejam fazer parte da sociedade, mas poucos se interessam pelas coisas científicas que ocorrem.

Para Mônica e Kelly, também estudantes do CLPI, há um interesse por esses temas, pois não são abordados em seu curso, também mencionam que é importante para o aprofundamento de sua pesquisa e do estágio que desenvolvem em uma escola rural com o tema de Direitos Humanos.

Para Saulo, estudante do CLCS, a realização da disciplina teve como principal intenção a obtenção de créditos acadêmicos, com menor interesse no tema de formação docente. Já Vinicius, estudante do mesmo curso, tem curiosidade pelo tema de QSC.

Para alguns estudantes do CLB a disciplina optativa não só deve oferecer aspectos na formação docente mais contribuir no sentido de suprir a falta de conhecimentos científicos, bem como no que concerne às questões de dilemas éticos.

- *“me parece que deve contribuir de alguma forma dando esclarecimentos diante da grande problemática e das dificuldades geradas pelo avanço científico na humanidade”* (Alessandra);

- *“a QSC está além da resolução de problemas pedagógicos, tem foco nas estratégias de pesquisa, muitas vezes abordamos somente de uma forma um problema, mas o sociocientífico, acho que é como uma nova plataforma, na qual a gente pode abordar um problema de pesquisa que vai além do pedagógico e da formação docente”* (Regiane);

“acho que é muito mais que a formação docente, vai além com a mistura social e científica para solucionar certas problemáticas atuais” (João);

“o nome me chamou muito a atenção, nestes tempos o discurso científico está em tudo, na mídia e mesmo na política. Eu gostaria também de entender essa relação que há entre o social e a ciência, também como ferramenta para meu TCC um PRAE em uma escola de periferia” (Gabriel).

Kátia afirma *“para mim o mais importante na formação docente é aprender a ensinar, pois a gente bate de frente quando tem uma população e não sabemos que pedagogia utilizar*

parece-me importante participar de uma disciplina assim...” ideia bastante parecida com a expressa no interesse de Rafael *“como vou fazer meu estágio espero que me sirva como ferramenta para a formação como docente”*.

Todos os estudantes do CLB, menos Kátia, participaram de alguma disciplina ministrada pelos professores PE e PP em anos anteriores.

3.2.2 O professor efetivo (PE)

O PE tem 42 anos, possui curso de formação inicial em Filosofia, especialização em Docência Universitária e mestrado em Desenvolvimento Educativo e Social. Atualmente realiza doutorado em *Ciencias Sociales Niñez y Juventud* e doutorado em Filosofia. Foi professor de Ensino Médio e professor universitário em instituições públicas e privadas, vinculou-se como professor efetivo da UD no ano de 2008, coordena o *Semillero Jaibaná UD*, também participa de diversos grupos de pesquisa em Educação. Desde o ano de 2009 desenvolve a disciplina de Formação de Docentes de forma regular. Teve uma experiência de aproximação com o enfoque CTS no mestrado e, informa ter algumas ressalvas sobre este enfoque no diz respeito aos aspectos de cidadania e suas formas de apropriação. Uma de suas principais preocupações e esforços atuais estão orientados ao tema das necessidades formativas dos professores de educação superior. No desenvolvimento da disciplina optativa ele teve um papel de professor acompanhante e participou da maioria dos encontros.

3.2.3 A professora pesquisadora (PP)

A PP tem 32 anos é autora deste trabalho, possui curso de graduação em Licenciatura em Biologia, Especialização em Ambiente e Desenvolvimento Local e Mestrado em Educação para a Ciência. Tem experiência na área de Educação em Ciências, com ênfase na Educação Ambiental, QSC e a Formação de Professores. Também tem atuado como professora de Biologia de Educação Básica no Sistema Público de Ensino e na formação de professores em cursos de Licenciatura em Biologia no Ensino Superior na Colômbia, assim mesmo tem trabalhado na assessoria de projetos de pesquisa com crianças e jovens na área das Ciências Naturais. Sua participação na disciplina foi de líder. Tanto o PE quanto a PP, planejaram, desenvolveram e finalizaram a disciplina juntos, para efeitos desta pesquisa e em consonância com os objetivos propostos eles não serão foco central da análise, embora em

alguns momentos seja pertinente a realização de alguns apontamentos sobre aspectos que influenciaram diretamente no processo desenvolvido na disciplina.

3.3 COLETA DE INFORMAÇÕES

Considerando este estudo como de natureza qualitativa foram utilizados diversos instrumentos para a coleta da informação. No Quadro 5 apresentamos os diferentes instrumentos com seus respectivos objetivos e momentos de aplicação, bem como uma pequena descrição de cada um. O questionário teve a função de abordar alguns aspectos gerais a partir de um interesse exploratório e não de aprofundamento como é indicado por Rodríguez; Gil e García (1999). O questionário (Apêndice D) em sua primeira parte considerou os aspectos de dados gerais como nome, idade, curso, semestre e participação em processos de pesquisa. Um segundo item abordou o contexto da preparação profissional do licenciando, englobando perguntas sobre o estágio, o TCC, a experiência laboral e o interesse pela licenciatura, bem como as experiências vivenciadas com a abordagem de questões polêmicas da C&T durante o curso. A segunda parte do questionário foi realizada em outro momento em sala de aula, neste foi solicitado aos estudantes escreverem um pouco sobre: 1) sua preparação profissional, considerando aspectos sobre contribuições e deficiências de seu curso; 2) a realização de uma proposta de atividade de ensino simples a partir de seus conhecimentos pedagógicos e didáticos e, 3) a descrição de disciplinas ou outros espaços acadêmicos onde tivessem abordado elementos atuais do desenvolvimento científico e tecnológico, caso tivessem essa experiência.

Outro instrumento corresponde aos registros escritos produzidos pelos estudantes como parte do desenvolvimento da disciplina. Estes procuravam propiciar avanços no processo formativo dos estudantes que, além dos discursos verbais apresentados na sala de aula, exigiam reflexões escritas mais elaboradas. Como é apresentado no Quadro 5, foram seis registros escritos, em sua maioria realizados individualmente, mas alguns grupais como a proposta de atividade de ensino que fazia parte do trabalho final. Cada um dos escritos foi revisado pelos dois professores, o PE e a PP, que se colocaram a disposição dos licenciandos para realizar comentários e sugestões.

As gravações correspondentes à totalidade dos encontros possibilitaram o registro da experiência pelo grupo participante da disciplina. É importante indicar que este processo é bastante rico para a configuração de possíveis dados, no entanto também está carregado de dificuldades, pois apesar da busca do melhor cenário e condições, muitas das atividades que

foram realizadas, como aquele de discussão em grupos, representaram dificuldades no registro, como pelo tom das diferentes vozes e pela distância dos participantes em relação ao gravador.

Quadro 5. Instrumentos utilizados na pesquisa.

Instrumento e o momento de aplicação	Objetivos	Descrições
Questionário inicial Parte I Parte II (Apêndice D) Encontros iniciais	- Realizar uma caracterização inicial dos estudantes participantes da disciplina	1) Dados gerais 2) Contexto de sua preparação profissional 3) Descrições sobre sua preparação profissional segundo aspectos do curso de licenciatura
Produção de registros escritos por parte dos estudantes Desenvolvimento da disciplina	- Analisar as apropriações realizadas pelos estudantes sobre a NdC e as QSC do DGPI e a Célula Sintética	1) Texto escrito sobre a ciência e suas características 2) Resenhas sobre a leitura de três textos 3) Texto escrito de análises do livro de Nepote (2011) 4) Apresentações de <i>Power Point</i> das temáticas de fundamentação de QSC 5) Quadros sobre características das QSC do DGPI e a Célula Sintética 6) Proposta de atividade do ensino para a sala de aula
Gravações em áudio dos 25 encontros (50 horas) Desenvolvimento da disciplina	- Identificar e analisar as compreensões sobre NdC a partir da abordagem das QSC de o DGPI e a Célula Sintética	Atividade realizada durante todos os encontros com o consentimento assinado pelos licenciandos (Apêndice E)
Entrevista individual gravada em áudio (14 entrevistas) Encontros individuais ao finalizar a disciplina e posterior a sua finalização	- Aprofundar as contribuições sobre as compreensões de ciência, das QSC e dos aspectos da formação profissional	Os três eixos abordados: 1) Considerações sobre as QSC 2) Considerações sobre o desenvolvimento do seminário 3) Considerações sobre os aspectos formativos Foram programados encontros com cada estudante

As entrevistas foram realizadas de forma individual, de tipo semiestruturado (Apêndice F). Segundo Bogdan e Biklen (1994), este tipo de entrevista oferece maiores possibilidades na obtenção de dados comparáveis entre os vários sujeitos e, ao mesmo tempo,

o entrevistador dispõe de algumas perguntas já previstas, que se constituem em pontos de referência para a posterior análise. O interesse em processos individuais também obedecia à possibilidade de aprofundamento dos detalhes de apropriação das QSC abordadas e das compreensões de cada licenciando diante do desenvolvimento do curso.

A entrevista foi delimitada por três eixos: 1) Considerações sobre as QSC; 2) Considerações sobre o desenvolvimento do seminário; 3) Considerações sobre aspectos formativos. No primeiro eixo foram feitas perguntas sobre compreensões das duas QSC, a identificação de controvérsias, as opiniões sobre o tema de manipulação genética e a visão sobre a ciência. No segundo, foram questionados sobre os aspectos metodológicos da disciplina, tais como sobre o trabalho com estudantes de diferentes cursos, os processos de participação e as dificuldades. Finalmente, o último eixo considerou a relação da abordagem de QSC com a prática do futuro professor, refletindo sobre o uso das QSC nos processos de ensino em geral e da própria formação e o significado de ser professor de determinada área na atualidade.

São muitas as informações deste processo e as possibilidades de constituição de dados estão fortemente orientadas na capacidade do pesquisador, pois isso realmente faz a diferença entre um relato de experiência e as possibilidades de novos aportes de conhecimento ao campo do Ensino de Ciências. Neste sentido, chamamos a atenção para entender que as informações não são sinônimas de dados, pois o dado é uma busca, é aquilo que não é evidente, é aquilo no qual procuramos esclarecimentos para a compreensão do que se estuda.

Em seguida apresentamos a constituição de dados e das análises embasados na proposta de Bardin (1977) de análise de conteúdo, considerando que esta análise compreende processos sistemáticos e objetivos de descrição dos conteúdos das comunicações, com a intencionalidade “de inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou eventualmente de recepção), inferência que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (p.38). Neste sentido consideramos os momentos da organização da análise propriamente de pré-análise, codificação, categorização e inferência.

3.4 FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICO PARA A CONSTITUIÇÃO DOS DADOS E DAS INTERPRETAÇÕES

No presente capítulo é proposta uma análise qualitativa que contempla o levantamento, sistematização e escolha da informação para a composição dos dados, baseada em alguns aspectos da análise de conteúdo. Procuraremos contemplar a nossa questão de pesquisa que visa o estudo das compreensões dos futuros professores sobre a NdC no processo de estudo e de discussão das QSC do DGPI e da Célula Sintética.

Propomos uma análise qualitativa segundo as contribuições de Rodríguez; Gil e García (1999); e Valles (1999) porque enfrentamos o desafio de dar sentido e significado a uma grande quantidade de registros coletados ao longo da disciplina contexto desta pesquisa. Nesse sentido, a análise envolve um processo criativo de sistematização, escolha e realização de operações focadas no estabelecimento de unidades de análise que constituam as evidências concretas para o estabelecimento de categorias consistentes. Neste contexto, realizamos uma aproximação com a análise de conteúdo, especialmente assumindo a noção de categorias de análise, no entanto, não estamos limitados a esta, pois consideramos que a proposta realizada por Bardin (1977) abrange alguns elementos próprios de uma análise quantitativa, o que não é de nosso interesse neste trabalho.

De acordo com Bardin (1977), a análise de conteúdo emergiu na primeira metade do século XX nos EUA no intuito de interpretar, especialmente, os textos dos jornais da época focando a atenção no sensacionalismo e nos seus efeitos na opinião dos cidadãos. No começo a influência do método comportamentalista, baseado em regras de quantificação e objetividade, foi de notável interesse para análise de conteúdo. Depois da Segunda Guerra Mundial a análise de conteúdo teve uma forte influência de uma perspectiva política. Nos EUA foram desenvolvidos importantes estudos para desvelar a existência de mensagens nazistas ou comunistas em alguns textos da época, a pretensão era entender os processos de comunicação que podiam utilizar pessoas comprometidas com a divulgação das ideologias desses movimentos. Esse período, segundo a mesma autora, foi fortemente influenciado pelas contribuições de Bernad Berelson (1912-1979), um sociólogo dos EUA que trabalhou bastante no campo da comunicação política e que considerava que a análise do conteúdo constituía uma técnica cuja finalidade era a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo envolvido em qualquer texto ou processo de comunicação. Já na década de 1950 e 1960 as ideias de Berelson são discutidas por pesquisadores da sociologia, da linguística, da etnologia, da psiquiatria e da história, os quais foram convocados pelo *Social Science*

Research Council's Committee on Linguistics and Psychology para tratarem problemas da psicologia linguística, o que gerou importantes contribuições para análise de conteúdo, pois naquele momento foi instalada a discussão entre duas grandes tradições aquela baseada em um olhar quantitativo e aquela baseada em um olhar qualitativo. A primeira delas tem ênfase na objetividade das interpretações e na importância da estatística para a contagem de unidades de registro que orientam o estabelecimento de categorias, dando a elas validade científica. A segunda tradição chama a atenção para a compreensão dos significados e significantes próprios dos processos de enunciação e comunicação. Desde a década de 1960, essas tradições têm evoluído de distintas formas, mas as duas são influenciadas pela surpreendente evolução dos programas de computador desenhados para o processamento da informação que, de alguma forma, têm enfrentado os desafios da complexidade da comunicação não verbal e da difícil quantificação dos trabalhos linguísticos que desafiam aos pesquisadores ao compreenderem os fenômenos semióticos e discursivos que hoje estão presentes na pesquisa das ciências sociais e humanas.

A análise de conteúdo desde sua origem teve um compromisso com a objetividade e a quantificação e, de fato, ao revisar a proposta metodológica de Bardin (1977), notamos que esta ainda conserva muitos destes elementos. A autora propõe três momentos para a organização da análise: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados que abrange a inferência e a interpretação.

A pré-análise implica uma revisão geral da informação coletada para a seleção dos textos alvo de análise e para o estabelecimento de hipóteses e de objetivos que orientarão a análise e o estabelecimento de indicadores que fundamentarão a interpretação final. Inicialmente é feita uma leitura flutuante dos textos, buscando uma revisão geral da informação, ao mesmo tempo são configuradas as hipóteses e os objetivos de trabalho para obter um panorama geral que oriente a escolha dos textos ou dos documentos da análise. A escolha de textos ou documentos implica contemplar as regras de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência. A exaustividade contempla um processo de escolha de documentos que possuam informações com valor suficiente para permitir atingir os objetivos propostos. A representatividade atinge um critério principalmente quantitativo porque tem a ver com a significância da amostra escolhida em função do universo da qual faz parte. A homogeneidade garante que os textos ou documentos escolhidos sejam homogêneos frente aos critérios de escolha estabelecidos e, sobretudo, é utilizada quando se procuram obter resultados globais ou para comparar resultados individuais. E, finalmente, a pertinência

garante que os textos escolhidos sejam adequados e sirvam para dar conta dos objetivos propostos da pesquisa.

A formulação de hipóteses implica um processo de construção de afirmações que são provisórias e que são pensadas para sua confirmação ou refutação, em alguns casos são preestabelecidas ao trabalho de campo e outras ocasiões podem emergir durante o processo.

O estabelecimento de indicadores constitui um critério essencialmente quantitativo, pois é orientado para a identificação de índices que expressem a frequência relativa ou absoluta da contagem de uma determinada palavra ou tema. Dessa forma os índices determinam o estabelecimento de indicadores precisos e seguros. Assim como o tratamento dos dados, segundo Bardin (1977), deve ser submetido a provas estatísticas, bem como a testes de validação, de tal modo o pesquisador pode ter resultados fieis para propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos.

Para a análise dos documentos, textos ou registros estabelecidos na pré-análise é utilizado o processo de codificação, categorização e inferência. O processo de codificação significa a transformação dos registros ou informações coletadas em unidades de análise que oferecem evidências concretas diante do problema da pesquisa. Neste processo de codificação há a possibilidade da abordagem quantitativa e da abordagem qualitativa, a primeira foca na constituição de unidades de registros que sejam contáveis e que possam traduzir-se em índices e indicadores; a segunda está atrelada à análise temática que consiste na determinação dos núcleos de sentido que compõe a presença de algum aspecto relevante para a pesquisa. Nesta análise temática são estabelecidos recortes da informação relevante que pode ser constituída por frases, expressões e/ou palavras presentes nos documentos.

A categorização implica um processo cuidadoso de classificação e argumento das unidades de registros constituídas na codificação realizada. Neste processo, a análise de conteúdo também oferece possibilidades para a pesquisa quantitativa, pois é possível definir um conjunto de categorias preestabelecidas, a partir das quais o pesquisador pode agrupar os registros conforme sua frequência e os índices estabelecidos. Também é possível estabelecer as categorias em um processo indutivo conforme a escolha, sistematização e interpretação da informação coletada. Esta segunda opção é vista como mais pertinente para a pesquisa qualitativa que desenvolvemos.

Para Bardin (1977), em qualquer caso uma boa categoria deve cumprir as seguintes características:

- i) A exclusão mútua: esta condição estipula que os elementos próprios de uma categoria, ou seja, as unidades de análise devem corresponder exclusivamente a uma categoria e não devem ser parte de outra.
- ii) Homogeneidade: significa que o critério adotado para estabelecer os elementos que constituem a categoria são coerentes e apropriados para cada uma das categorias estabelecidas, de tal forma que é garantido o critério de exclusão mútua.
- iii) A pertinência: Implica garantir que as categorias sejam consistentes com as intenções e o referencial teórico adotado na pesquisa, tanto em sua composição empírica como em sua correspondência.
- iv) A objetividade e a fidelidade: este critério é próprio da influência quantitativa ainda presente na análise de conteúdo, pois tem a ver com a correspondência entre as unidades de registro e os índices e indicadores estabelecidos, entendida como garantia da confiabilidade na análise. Relacionado com este critério Bardin (1977) também propõe o critério de produtividade ao considerar que as categorias devem ser férteis em índices de inferências, em hipótese e dados exatos.

O último elemento central da análise de conteúdo é a inferência e, da mesma forma que os demais aspectos, pode ser de forma quantitativa ou qualitativa. Pode implicar no estabelecimento de causalidades conforme os indicadores quantitativos ofereçam informações importantes para explicar a frequência de determinados registros. Em outra perspectiva, pode implicar em um processo de inferência de significados decorrentes de uma análise temática. Em qualquer caso, é necessária a consideração dos registros produzidos por um determinado emissor e receptor, as possibilidades de interpretação de uma mensagem, de um código ou de um processo de significação. Tudo que for produzido e representado nos processos de comunicação pode ser alvo de inferências que possibilitem uma melhor compreensão do que é pesquisado.

É claro que para um leitor desprevenido a análise de conteúdo representa uma forma de tratamento de informações pertinente para a pesquisa qualitativa. No entanto, em nosso caso pensamos que não é assim e, por isso devemos indicar os elementos que são coerentes com este tipo de pesquisa. Nesse sentido, consideramos a análise temática e os processos de codificação e categorização pertinentes para o nosso estudo, e não temos interesse naqueles

elementos associados a contagem, estabelecimento de índices e indicadores. Por essa razão, em seguida apresentamos uma descrição da análise de dados qualitativa que articulam os elementos de interesse de análise de conteúdo e que, para o nosso caso, compõe uma proposta analítica mais consistente com a pesquisa educacional qualitativa.

3.5 A ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVA

Na pesquisa qualitativa o significado do dado é diferente daquele presente na etimologia da palavra, pois esta tem sua origem no latim *datum*, o que representava qualquer coisa dada, a palavra *datum* vem do verbo *dare* que significa que nos deu, dar. O dado em pesquisa qualitativa significa o que é construído em um processo indutivo de reflexão e busca de sentido e significado frente as informações que fazem sentido no processo do trabalho de campo. O dado enquanto construção implica o reconhecimento das subjetividades do pesquisador e dos participantes do trabalho, pois busca a compreensão das concepções, crenças e percepções dos sujeitos envolvidos.

Segundo Rodríguez; Gil e García (1999) a análise qualitativa se refere à constituição de dados conservando sua natureza textual em um processo de categorização que não obedece necessariamente às técnicas estatísticas. Nesse sentido, o processo de análise é realizado conforme a experiência do pesquisador, suas convicções teóricas e o enfrentamento que experimenta ao lidar com uma grande quantidade de informação coletada em seu trabalho de campo. Assim, a análise é um processo realizado ao longo da pesquisa e não é realizado de maneira linear depois da coleta das informações no trabalho do campo, pois ao longo deste trabalho é necessário desenvolver a análise que, inclusive, pode modificar ou ajustar os objetivos da pesquisa. A relação entre a coleta de informação e a análise é fundamental, assim como Goetz e LeCompte (1988) consideram em sua denominada estratégia de escolha sequencial. Nesta o pesquisador vai analisando aspectos que refutam ou contradizem algum aspecto teórico contemplado na pesquisa, da mesma forma são escolhidos casos que podem contradizer ou garantir determinado aspecto teórico.

Para a realização da análise qualitativa adotamos algumas ideias de Rodríguez; Gil e García (1999) e as contextualizamos em nossa pesquisa apoiados naqueles elementos que já foram destacados da análise de conteúdo. Neste sentido, uma operação da análise qualitativa está constituída pela redução dos registros ou informações coletadas através da análise temática que implica na identificação e na separação de unidades de análise conforme o tema tratado pelos participantes da pesquisa. Ao realizar uma leitura flutuante dos registros

consolidados nas gravações de áudio e as entrevistas foi possível identificar fragmentos que tratam sobre um mesmo tema. A separação de unidades nos exige realizar um processo de classificação e organização orientado ao estabelecimento de categorias em que classificamos as unidades de análise de acordo com sentido para um determinado tema. Para garantir a apresentação dos resultados é feita a codificação ao atribuir algum tipo de marca ou característica as unidades identificadas. Para o estabelecimento das categorias e a codificação atendemos as orientações qualitativas da análise de conteúdo que já foram descritas. O processo de categorização é dinâmico e implica uma constante constatação das unidades de análise que vão se constituindo conforme a revisão dos registros. Outra operação importante na análise qualitativa é constituída pela disposição dos dados que é feita através de diferentes maneiras, por exemplo, são elaborados quadros para a sistematização dos registros, tabelas ou mapas de associação de palavras. O uso de determinada ferramenta depende da criatividade do pesquisador.

Por último o processo de análise qualitativa abrange a obtenção e a verificação de conclusões. Esta fase não é reduzida ao fechamento das análises ou da pesquisa, pois durante a constituição dos dados é necessário estabelecer permanentes contrastes entre as categorias que vão se constituindo, os objetivos da pesquisa e o referencial teórico adotado. Também é necessário realizar comparações das análises com contribuições de outros pesquisadores que tenham realizado estudos semelhantes. A qualidade da análise qualitativa no processo de verificação de conclusões está vinculada à riqueza dos registros constituídos no trabalho de campo, às constatações realizadas pelos próprios participantes da pesquisa ao desenvolver as entrevistas finais e, em geral, pelos processos de credibilidade que, segundo Moreira (2009), significa o convencimento dos pesquisadores e dos leitores do trabalho diante das evidências apresentadas e dos processos utilizados, de tal forma que a credibilidade é garantida a partir da explicação cuidadosa dos procedimentos realizados, a apresentação sistemática de registros textuais, bem como a exposição dos aspectos negativos e as limitações da análise.

Levando em consideração as descrições anteriores, em seguida apresentamos a caracterização das visões que apresentam os licenciados sobre a NdC, ao propor diversas atividades explícitas para uma abordagem da compreensão da ciência, para esta análise fizemos uso das transcrições dos episódios elegidos e de textos elaborados pelos estudantes. Para a apresentação desses episódios foram considerados e adaptados os sinais sugeridos por Santos, Mortimer e Scott (2001):

[...] Trecho de transcrição omitido por não ser de interesse para a análise;

[xxx] – fala ininteligível;

[] inserção do pesquisador;

“ ” Citação no meio da fala;

... as reticências denotam prolongamento da ideia.

___ Trechos sublinhados pelos autores para chamar a atenção da ideia

CAPÍTULO 4. VISÕES DOS LICENCIANDOS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

Para a constituição dos dados da pesquisa realizamos, inicialmente, uma leitura flutuante dos documentos alvo, no intuito de selecionarmos aqueles mais pertinentes no sentido de alcançarmos os nossos objetivos. Neste processo realizamos múltiplas leituras dos documentos, bem como a comparação destes com os questionamentos da pesquisa e com o referencial teórico. Dessa forma buscamos a codificação das informações contidas nos registros realizados e descritos na metodologia. Mediante este processo, procuramos identificar alguns recortes para representar o conteúdo da interpretação, considerando que a identificação de recortes abrange a escolha de unidades de registro que possuam os elementos de significação que permitam a construção de categorias.

Conforme foi apresentado na metodologia, nos primeiros quatro encontros provocamos uma reflexão e discussão sobre o significado da ciência e suas características. Assim, a partir das reflexões expostas pelos licenciandos durante a discussão e no texto produzido por eles, caracterizamos suas visões iniciais sobre a NdC, que constituem um ponto de referência para a distinção de suas compreensões no contexto do estudo das QSC. Dessa forma, em um primeiro momento foi adotado o estudo explícito da NdC, tal como é recomendado pelas pesquisas da área (GARCÍA-CARMONA; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2012), depois escolhemos a integração da abordagem de QSC, no intuito de favorecer novas compreensões sobre a NdC. Neste contexto, as primeiras categorias de análise correspondem às visões iniciais dos licenciandos sobre a NdC e são seguidas pelas categorias referentes às compreensões desenvolvidas por eles, ao longo da disciplina que foi orientada à discussão da QSC do DGPI e da criação da Célula Sintética, como serão apresentadas no Capítulo 5. Em seguida, realizamos uma descrição resumida das categorias constituídas sobre a visão da NdC:

Visão dicotômica e absolutista da NdC, entendida como aquela que abrange uma diferenciação entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais, que são definidas por seu objeto de estudo e seus procedimentos metodológicos; no caso da Ciência da Natureza a construção do conhecimento obedece a um método específico, orientado à constituição de leis em comparação às Ciências Sociais e Humanas que abrangem um processo flexível.

Visão integrada da NdC, diante de visões fragmentadas entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais, destaca-se a problematização destas e a necessária articulação da pesquisa

científica com fins sociais e humanísticos, propondo a perspectiva de uma compreensão da ciência em um contexto cultural amplo.

Visão objetivista da NdC, caracteriza-se por considerar a ciência como uma atividade exata, rigorosa, verdadeira, com autonomia irrestrita e em especial sem influência de crenças e valores pessoais, na qual se desconhece a natureza humana desta.

Visão socialmente contextualizada da NdC, tem a ver com o questionamento da autonomia absoluta da comunidade científica e com a crítica sobre os princípios de universalismo e desinteresse próprios da sociologia funcionalista.

Visão dinâmica da NdC, nesta visão são considerados aspectos históricos, que possibilitam a transformação da ciência e as aproximações de uma ciência como atividade cultural e social, com diversas discussões paradigmáticas próprias de um contexto específico.

4.1 Visão dicotômica e abosolutista da Natureza da Ciência

Durante os primeiros quatro encontros da disciplina, que representaram o espaço educacional para a constituição dos dados, foram coletadas informações importantes para a caracterização das visões iniciais dos licenciandos sobre a NdC. O fato de eles serem de diferentes áreas representou uma particularidade importante, pois foram assumidas posições pertinentes com suas áreas de formação: Ciências Sociais ou Ciências da Natureza.

Nesse sentido, a partir das falas dos licenciandos obtidas nestes primeiros encontros, caracterizamos a visão dicotômica da NdC que indica a existência de duas maneiras particulares de construir o conhecimento: aquela que é própria da área social e outra que é própria dos cientistas interessados pelo estudo da natureza. Essa visão dicotômica da ciência apresenta uma tensão entre os conhecimentos que podem ser considerados científicos pelos distintos métodos e rigor com que são constituídos. Além disso, podem estabelecer uma diferenciação entre uma Ciência Social e uma Ciência da Natureza.

No Episódio 1 observamos na fala de Mônica a visão dicotômica da ciência, pois para ela esta tem a ver com as preocupações da natureza, bem como com as inquietações sociais; dessa forma, questiona uma perspectiva unidirecional e defende a ideia que a ciência também tem a ver com as relações sociais e os contextos. Dessa fala, podemos inferir que o *status* científico seria válido para aquelas pesquisas sobre a natureza, mas também aquelas

relacionadas com a sociedade e, embora as duas formas de pesquisa sejam consideradas ciência, elas têm preocupações ou objetos de pesquisa diferentes.

Essa visão também foi compartilhada por Kelly, que considerou que, embora o trabalho das Ciências Sociais e Humanas seja flexível, esta é tão rigorosa quanto a Ciência da Natureza. No entanto, esta última tem um método específico que faz referência ao estabelecimento de hipóteses e leis. Neste sentido, identificamos um absolutismo metodológico da NdC em termos de outorgar um método específico para a construção de conhecimento científico.

Episódio 1 (Encontro 2)

Mônica (CLPI): Bueno, en el texto ¿Qué es la ciencia?, pues nosotras estuvimos en acuerdo en algunas cosas y en desacuerdo en otras [...]. Estamos un poco en desacuerdo con el texto con respecto al concepto como tal de ciencia, en el sentido que deja un poco de lado lo que son las Ciencias Humanas, sí, como que no habla de las Ciencias Humanas, sino sólo de la Ciencia exacta y Natural, entonces no tiene en cuenta las Ciencias Humanas, que, pues, también tienen elementos importantes que se deberían abordar dentro de la ciencia y que parten más de las relaciones, de los contextos y ese tipo de cosas, por ejemplo, si en una investigación científica se hace un estudio pues acerca de una planta, pues, hay que mirar por ejemplo en qué ambiente se desarrolla la planta, si, no es lo mismo que crezca aquí que crezca en la costa, también todo eso influye.

PP: ¿Pero en las ciencias? [Interrumpe Mônica]

Mônica (CLPI): Sí también

PP: Pero en las otras ciencias ¿qué pasa?

Mônica (CLPI): Pues, como que en el texto se habla mucho de la ciencia exacta, pero no se tiene en cuenta como por ejemplo las Ciencias Humanas [murmullo]

PP: Entonces, ¿cómo trabajarían las Ciencias Humanas? Diste el ejemplo de la planta.

Kelly (CLPI): Digamos pensábamos un poco en la investigación científica o en el conocimiento científico, pues que en el texto estaba muy dado hacia lo natural y pues tiene un rigor sí, entonces la observación, aquí en el otro texto también se complementa un poco, bueno, preguntas, hipótesis, posee principios y leyes, mientras que en las otras social y humana. [Interrumpe].

PP: ¿No hay rigor?

Kelly (CLPI): Sí hay rigor, pero digamos es más flexible y es más, tiene más en cuenta términos cualitativos que cuantitativos, pues digamos en la ciencia exacta es más de cifra, estadística, mientras que en el otro más allá de un fenómeno específico, también se toman en cuenta escenarios, actores y antecedentes, decíamos también un poco, no es que difieran tanto, sino que en el texto se le dio prioridad a la Ciencia Natural, a las ciencias exactas, con un rigor por lo que te digo.

PP: Había una intencionalidad, por favor me lees la referencia del libro

Fabiana (CLPI): Biología...

PP: En el día de hoy, más que yo hablar sobre ciencia, yo quería dejarles una pregunta, miremos lo importante de cómo ustedes entienden la ciencia, por qué, pues cuando yo estoy en el salón de clase, trabajando con los sujetos de cualquier nivel de enseñanza [...] va influir mi comprensión en las comprensiones de ellos, si el profesor de Ciencias Naturales no considera el conocimiento de las Ciencias Humanas va a presentar una única visión de ciencia...

(Encontro 4)

Rafael (CLB): El método científico emerge por dos autores, que introduce las leyes para descifrar los fenómenos y construyendo los enunciados de una manera hipotética y empírica...

PP: ¿Entonces los otros compañeros que piensan de lo del método? Si ustedes observan la primera fase del método es la observación, ¿siempre partimos de la observación cuando hacemos investigación?

Mônica (CLPI): Podemos también partir de problemas, de un problema o también de una necesidad, por ejemplo en mi área que digamos nosotros no entendemos como tal un objeto de estudio, sino un sujeto de estudio, en esta caso sería ese niño, entonces como puede llevarse ese método tan riguroso cuando hay tantos aspectos que pueden variar en diferentes momentos, entonces creo yo que desde ahí, nosotras por ejemplo podemos partir de muchas cosas, partir de una necesidad o podemos partir de un problema, o podemos partir de una transformación que se quiera realizar, no siempre se puede partir desde la observación, que bueno, ésta está incluida en el proceso que se va a realizar, pero no siempre se va a partir.

PP: Entonces podemos decir que plantean pasos en el trabajo científico.

Mônica (CLPI): sí como pasos muy rigurosos que se sigue en la ciencia, un poco difícil de aplicarlos, no es que no se pueda aplicar, sino que es diferente por lo menos nosotros no vemos al niño como un objeto de estudio porque además no es un objeto, sino como sujeto de estudio, entrarían muchas variables, dependiendo lo que uno quiera estudiar en ese sujeto.

A visão do absolutismo metodológico apresentado pelas licenciandas Mônica e Kelly é constatada no texto elaborado pelas mesmas no quarto encontro, como parte de uma atividade proposta na disciplina com o intuito de avaliar as ideias dos licenciandos, após terem estudado vários textos sobre a ciência. No Quadro 6 notamos dois textos, a partir dos quais evidenciamos que as duas licenciandas indicam que a ciência tem um método ou metodologia específica e que é estruturada, sistemática, objetiva e favorece a verificação dos fenômenos. Embora as marcas textuais ainda coloquem ênfase em um absolutismo metodológico é interessante observar que estão em menor grau, emergem algumas características da ciência que não eram consideradas pelas licenciandas. Por exemplo, as duas fazem referência à procura pela solução de problemas e à natureza evolutiva da ciência, também ao vínculo da ciência com a sociedade pela utilidade que isso pode oferecer. Essas marcas nos indicam alguns posicionamentos que favorecem a construção de uma compreensão contextualizada da NdC, que provavelmente será ampliada com a abordagem de QSC.

Quadro 6. Texto elaborados pelas licenciandas Mônica e Kelly (CLPI) encontro 4

Texto da Mônica

Características de la Ciencia

- Tiene una metodología estructurada para desarrollar procesos investigativos.
- Es verificable, es decir que sus resultados pueden ser comprobables nuevamente.
- Busca brindar una respuesta verificable a los fenómenos del mundo partiendo de un proceso o método.
- Contiene referentes teóricos que fundamentan las investigaciones hechas y los resultados arrojados.
- Tiene una objetividad ante los procedimientos que realiza y parte de un paradigma o pregunta.
- Busca dar solución a las necesidades de la sociedad a partir de estudios e investigaciones.
- Está en constante transformación donde se realiza un proceso de reevaluación o investigación novedosa.
- Se tienen una relación activa entre práctica de investigación y resultados.

Texto da Kelly

- Tiene una metodología estructurada y sistemática para llegar a formular leyes, aplicables y verificables.
- La ciencia tiene un referente teórico del que parte para su reformulación o ampliación.
- Es objetiva en el estudio de fenómenos del mundo, debe primar la imparcialidad para evitar errores en su implementación.
- La ciencia posibilita la solución a problemas específicos de la naturaleza o fenómenos de la misma.
- La ciencia trasciende o cambia según los avances tecnológicos o las necesidades particulares de la sociedad en un tiempo específico. [...]

No Episódio 2 percebemos que a concepção dicotômica é ratificada, pois Mônica e Denise estabelecem algumas particularidades para cada tipo de ciência. Enquanto as Ciências da Natureza atingem parâmetros objetivos para a explicação do funcionamento da natureza, a Ciência Social aceita a subjetividade como um aspecto importante para a construção de conhecimento e, também, parece ser mais ampla e complexa. Apesar de considerar a existência de diferenças entre os dois tipos de ciência, para Mônica a visão das Ciências Naturais (Química, Biologia, Física, Ciências da Terra, Ciências da Saúde, entre outras) gera, nos alunos, uma desvalorização das Ciências Sociais e Humanas, enquanto para Denise as Ciências da Natureza evoluem, mas seguem uma lógica exata, estabelecida por determinadas leis. Novamente observamos o absolutismo metodológico em termos de identificar um método científico para a Ciência da Natureza que orienta o processo de construção de leis e oferece regularidades causais dos fenômenos estudados.

Episódio 2 (Encontro 2)

Mônica (CLPI): *Además las Ciencias Naturales son más cuantitativas, las Ciencias Humanas tienen un poco más de relación con el proceso que están investigando, sí, por ejemplo uno ve en la investigación varios tipos, usted se puede involucrar con el objeto que está investigando y también puede tomar elementos subjetivos. Allí decía en el texto que la subjetividad, digamos en las ciencias exactas no tenía como mucha importancia y que uno debía tener un poco de cuidado, o no cuidado, cuando los científicos hablaban de algún estudio partiendo desde sus intereses personales, o sea, como más desde su subjetividad, como que los estudios no podían ser completamente objetivos y como que buscaba las Ciencias Naturales llegar a verdades, que si bien es cierto la naturaleza tenía muchos misterios, pero que lo que ellos buscaban era dar respuestas que en el momento que las personas las fueran a comprobar fueran verificadas.*

PP: *... Me parece muy interesante el ejercicio que están haciendo los estudiantes de inglés y sociales, en el sentido de querer mirar también las Ciencias Naturales, es un desafío, porque hay casos donde debemos tomar decisiones en este campo, con seguridad hay un lenguaje más técnico, pero ustedes también tienen voz en este seminario. Entonces una pregunta que nos viene acompañando ¿será que esa comprensión de ciencia se refiere a que ella se transforma pero que llega a verdades? como fue dicho por el grupo al socializar. ¿O es esa ciencia que tiene rigor, que llega a principios, a leyes?. Esa ciencia donde se supone que el científico parte de necesidades y no porque el quiere cosas subjetivas. La idea es mirar eso. ¿Algo más ese grupo?*

Mônica (CLPI): *Era un poquito hablar lo que tú decías y lo que también planteaba, las ciencias exactas se le rescata mucho pues digamos como cuando aprendes leyes generales, pues que pretenden regir lo mismo que inventan [xxx], mientras es un poco más complejo*

que se vea en las Ciencias Humanas porque ya depende mucho de contextos, de los sujetos, del ambiente, de las relaciones, entonces como que es muy difícil decir, “no es que en una sociedad de 50000 habitantes todos se van a comportar de tal manera o van a responder de tal manera”, pues eso depende de muchos más factores.

PP: ¿Quién más?

Kelly: En lo que leímos no notamos una relevancia de las Ciencias Humanas.

PP: Pero, muchas personas se llevan la idea de ciencia, la definición presentada en el texto, que tiene una forma de trabajo, sin considerar otros tipos de conocimiento.

Mônica: Lo que pasa es que se ha generalizado mucho por ciencia, digamos que la gente entiende más por ciencia las Ciencias Naturales que las Ciencias Humanas, si a uno le hablan de ciencia lo primero que se le ocurre es eso.

PP: ¿Por qué pasará eso?

Mônica (CLPI): Pues yo creo que parte como del colegio, como de la educación en los colegios, porque, por lo menos en los colegios siempre “usted trabaje en ciencias”, nos toca hacer algo sobre Matemáticas o Química o Biología o Ciencias Naturales, sí, método científico, pero como que no se les da esa otra posibilidad en los colegios a los chicos de que haga ciencia también. Deberían enseñarle a los chicos que sobre éste lápiz, sobre éste esfero podrían haber muchas visiones [...] No se genera en la escuela una visión más allá de lo científico.

PP: Para seguir pensando en la pregunta que colocas al grupo bastaría con mirar los planes de estudio de los cursos de primaria y bachillerato, cuánta es la intensidad horaria para Biología, Matemáticas y por qué en los colegios se quiere dejar de lado el área de Filosofía, o sea, buscar evidencias sobre lo que estás diciendo de por qué se está dando más valor a las Ciencias Naturales que a las Humanas...

[La siguiente intervención corresponde a la lectura de los apuntes que realiza Denise del trabajo en grupo, a partir de los textos trabajados]

Denise (CLPI): [...] El párrafo de Wikipedia lo apoyamos, ya que la ciencia siempre está regida por leyes universales, el propósito es la comprobación y la explicación de los fenómenos. El segundo párrafo es como el proceso, los objetivos. Pero la definición de la Real Academia, pues nos hace dudar porque dice que es habilidad, maestría, conjunto de conocimientos...

A visão de Denise, no que concerne ao absolutismo metodológico, apresenta uma leve transformação na sequência das aulas, o que é ressaltado no texto elaborado por ela no 4º encontro, e apresentado no Quadro 7. Neste, apreciamos a visão de que a ciência evolui e não é exata, sendo também relacionada com a solução de problemas e possuindo contextualização social. No entanto, esses avanços contrastam com uma visão individualista da ciência, coerente com uma visão rígida e desfavorável do desenvolvimento científico.

Quadro 7. Texto elaborado pela licencianda Denise (CLPI) encontro 4

Características de la ciencia

- La ciencia es evolutiva.
- La ciencia actualmente ayuda por una parte a mejorar el estilo de vida de las personas, pero por otro lado empeora el estilo de vida de otros.
- La ciencia es una actividad realizada por las ganas del ser humano de querer mejorar su estilo de vida sin pensar en las consecuencias.
- Algunas prácticas de la ciencia son peligrosas para el ser humano.
- La ciencia es interrogativa, ya que trata de resolver las preguntas más frecuentes del ser humano, pero que a su vez en esta ineludible meta de conseguir resolver estos problemas se atiene a los problemas que vendrían.
- La ciencia puede ser concebida en el ámbito social como una práctica evolutiva que a pesar

de los avances que ha tenido al no ser exacta ha logrado dar solución a todos los aspectos sociales, ya que la sociedad es poco comprensiva, porque si la ciencia logra algo, la aplaude, pero si tiene un mínimo de error la crítica y cuestiona.

[...] - La ciencia es individualista, ya que cada uno de los llamados científicos busca resolver algunas dudas sobre el ser humano, pero este a su vez no comparte con el ser al cual quiere ayudar, ya que se encierra en un laboratorio y realiza experimentos que antes de hacer contacto con algún ser humano lo hace con un animal, el cual sufrirá las consecuencias de las decisiones tomadas por este científico en caso de que este tuviera fallas, la vida del "conejillo de indias" como estos (los científicos) los llama, es como un objeto, que para quien quiere descubrir e innovar en las problemáticas de la ciencia no vale absolutamente nada, por no ser un ser humano, de pensamientos y sentimientos, estos mismos científicos han declarado a estos seres vivos animales irracionales y sin ningún tipo de afecto.

O absolutismo metodológico sobre a NdC também foi caracterizado no trabalho de Acevedo e Acevedo (2002), e em outros trabalhos aparece como uma visão empirista (FLORES-CAMACHO *et al.* 2007) e rígida da ciência (RUIZ; MARTÍNEZ; PARGA, 2009). Na visão empirista da ciência o conhecimento é construído pela observação cuidadosa e detalhada dos fenômenos, seja esta feita por meio do sentido dos cientistas ou por meio de instrumentos fabricados para atingir esse fim. De acordo com as observações, são estabelecidas regularidades causais que podem constituir leis que contribuem para a predição de novos fenômenos. O processo de construção de conhecimento é indutivo.

Os autores citados acima consideram que as visões empiristas indutivistas são ingênuas porque toda observação é precedida pela teoria, ou seja, as observações não têm sentido se os cientistas não possuem corpos teóricos e hipóteses, a partir dos quais possam construir enunciados que são contrastados com a experimentação. Dessa forma, a ciência abrange um processo hipotético dedutivo para a construção de teorias científicas.

A visão dicotômica identificada nas falas dos licenciandos é interpretada como uma discussão ainda presente na formação do professor, e que tem a ver com o debate histórico sobre a Ciência da Natureza e as Ciências Sociais. Analisamos e localizamos este debate em diferentes momentos históricos e contextos sociais particulares. Segundo Mardones (1991), podemos identificar o primeiro debate, no século XIX, entre a concepção positivista e a concepção hermenêutica. A partir da obra de Nicolau Copérnico (1473-1543), publicada em 1543 e da obra de Galileu Galilei (1564-1642), publicada em 1638, é marcada a origem da ciência moderna que suscitou a criação da filosofia empirista e positivista que questionou o pensamento aristotélico, o qual procurava estabelecer os princípios das causas que governavam o funcionamento no mundo da natureza e da sociedade. Esse pensamento enfatizava os fins desses princípios. De forma diferente, o pensamento empirista e positivista

propôs a importância do conhecimento científico para o controle da natureza e o estabelecimento das causalidades que explicam o seu funcionamento, defendendo que por meio de um método indutivo, baseado na observação e na experimentação, é possível estabelecer leis e previsões.

Auguste Comte (1798-1857) criou a concepção positivista que subordinava a imaginação à observação, assim, cada enunciado deveria corresponder a um fato universal ou particular. Esta concepção não pode reduzir os fenômenos naturais a um só princípio, fosse este determinado por Deus, pela natureza ou outro equivalente. Dessa forma, cada ciência foca a atenção em um grupo de determinados fenômenos, e foca a ação na observação para a previsão de outros fenômenos que acabam por favorecer o desenvolvimento da técnica, de tal forma que o Estado positivo contribui para a exploração da natureza pelo homem, o que foi indispensável para o desenvolvimento da indústria.

Segundo Mardones (1991), o positivismo seria questionado pela nascente filosofia hermenêutica, desenvolvida na Alemanha do século XIX. Os questionamentos foram orientados para a pretensão do estabelecimento de um único método para a constituição da explicação científica, isto é, a adoção do método das Ciências da Natureza para a explicação das questões sociais, assim como ao predomínio da explicação causal e o interesse dominador do pensamento positivo. As críticas são propostas em termos de favorecer a construção de uma forma de pensamento próprio para as Ciências Sociais, voltada para a compreensão da vida humana.

Destacamos os trabalhos de Wilhelm Dilthey (1833-1911) e Max Weber (1864-1920) como fundamentais para a criação de outra ideia de ciência que fosse própria dos problemas humanos. Dilthey aprofundou a noção de compreensão utilizada por Johann Droysen (1808-1884) em seu trabalho sobre o método da história, para estabelecer amplamente a distinção entre explicação e compreensão. A compreensão seria um processo de interpretação e produção de sentido do mundo social e cultural do ser humano. Assim, as Ciências Sociais e Humanas procuram analisar fenômenos individuais e não repetíveis – o que é diferente do método positivista que pretende estabelecer leis ou causas universais. Weber considerou, diferentemente do positivismo, que o papel fundamental da sociologia é a captação do sentido das diferentes ações humanas que abrangem comportamentos de outros, que não são propriamente explicáveis conforme o relacionamento de causas e efeitos. Neste sentido, o que importa é entender o sentido destas ações. Assim, para o citado autor, a compreensão dos

sentidos não pode ser realizada exclusivamente pelos procedimentos metodológicos das Ciências da Natureza.

Localizamos o segundo debate entre as concepções de Ciência da Natureza e das Ciências Sociais na primeira metade do século XX. Este foi caracterizado pelo resgate da lógica por parte do positivismo, o que consolidou uma filosofia analítica e estabeleceu a tese de que somente os enunciados submetidos à lógica e a verificação empírica poderiam ser considerados científicos. Dessa forma, pretendeu-se renovar o interesse positivista de estabelecer uma forma comum de construir conhecimentos nas Ciências da Natureza e nas Ciências Sociais e Humanas. O epicentro deste debate foi na cidade de Tübingen (Alemanha) no embate entre o racionalismo crítico de Karl Popper (1902-1994) e a concepção crítica da Escola de Frankfurt, defendida por Theodor Adorno (1903-1969).

No debate desenvolvido em Tübingen, os Frankfurtianos defenderam uma visão dialética, que questionou a tese da autonomia da Ciência da Natureza na modernidade e a sua pretensão de impor um método válido para as pesquisas nas Ciências Sociais. Para Adorno *et al.* (1972), a intenção de Popper consistiu em defender um racionalismo crítico fundamentou a supremacia da ciência por sua neutralidade, e seu questionamento à teoria social por suas inconsistências lógicas. Dessa forma, dito racionalismo é coerente com a pretensão positivista de reduzir o conhecimento das Ciências Sociais e Humanas às pretensões de validade universal das Ciências da Natureza. Assim, é instalada uma concepção cientificista da ciência, pois a proposta é realizada para as Ciências da Natureza, bem como para as Ciências Sociais.

Conforme o racionalismo crítico a ciência se fundamentaria na lógica e em seu caráter nomológico, em busca de teorias construídas a partir de um método hipotético-dedutivo, assim, a observação e a experimentação precedem as teorias e hipóteses estabelecidas pelo cientista. Para a concepção dialética dos frankfurtianos, as Ciências Sociais não podem se enquadrar em um modelo nomológico de explicação e predição, e não podem seguir apenas o método das Ciências da Natureza ou reduzir as suas pretensões lógicas, pois os problemas sociais são dificilmente determináveis.

A ideia de que toda ciência seja orientada pelo falseacionismo das teorias é reducionista no campo social, pois os problemas sociais têm características próprias, são amplos, o que exige interpretá-los em termos de contradições e análises racionais e irracionais, ou seja, além da razão, é importante considerar a análise axiológica e emocional.

A crítica não deve ser entendida como equivalente à objetividade científica, pois o princípio de criticidade vai além do método estabelecido e abrange a análise dialética e ampla dos problemas sociais. Assim, não há um único método para conhecer.

A problematização propiciada pela abordagem de QSC na formação de professores é relevante, uma vez que a visão dicotômica está presente nas falas dos licenciandos e, também, na história da filosofia da ciência, sendo que o tratamento destas questões abrange necessariamente um diálogo entre os conhecimentos próprios das Ciências da Natureza relacionados com o desenvolvimento tecnológico, pois estes têm impactos sociais, ambientais e éticos importantes e que precisam ser interpretados conforme as contribuições das Ciências Sociais e Humanas.

4.2 Visão integrada da Natureza da Ciência

Na atividade de análise e discussões dos textos propostos nos primeiros encontros, pelos professores (PP e PE), outros licenciandos manifestaram uma visão integrada da ciência.

No Episódio 3 observamos que a visão dicotômica sobre a ciência e o absoletismo metodológico sobre a NdC exposto por Mônica, como apresentado anteriormente, contrasta com a visão de Kátia, que chama a atenção para a necessária articulação da pesquisa científica com os fins sociais e humanísticos. Kátia considera possível a integração entre as Ciências da Natureza e as Ciências Humanas, na medida em que os seus fins podem ser focados nos benefícios à sociedade. A visão integral de Kátia considera que os químicos e os biólogos orientam suas pesquisas para determinados fins sociais. No exemplo utilizado por ela, cita a cura de doenças que afetam a humanidade, como é o caso do câncer. Da mesma forma, essa visão deixa transparecer a compreensão de que os cientistas podem orientar-se para atingir determinados valores altruístas.

Episódio 3 (Encontro 2)

[A partir de la socialización del texto de Biología, sobre las características de la vida y lo que es vivo]

PP: *Es una posibilidad que se puede pensar en los mismos términos que lo colocaba otra compañera, “¿Por qué se enseña más sobre Ciencias Naturales, que Humanas? Lo mismo por qué no presentar otras visiones de vida.*

Kátia (LB): *Pues es que profe digamos en el sentido de la Biología y también articulando un poquito con las compañeras de Pedagogía, digamos, a veces se dice y que sobre todo en las ciencias se busca es un fin, digamos porque a una persona le nació la idea de desarrollar algo, ejemplo, la cura para el cáncer, a un científico le inquieta trabajar la cura para el cáncer, entonces tengo que ver los aspectos químicos, biológicos, reacciones, pero ¿cuál es el fin? Ayudar a una población. Entonces estaríamos integrando las ciencias,*

Química, Biología, con algo humano porque va ser para el desarrollo de una sociedad, digamos en cierto sentido para una enfermedad menos, ya se estaría pensando en un desarrollo científico, la cura de una enfermedad con un sentido un poco más humanístico, entonces sí se pueden articular, todas las ciencias son articulables, lo que pasa es que hay que ver la perspectiva, digamos el desarrollo de la investigación y a que fines humanos responde.

No Episódio 4 também apreciamos que João desenvolve um posicionamento reflexivo diante da dicotomia ainda existente entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais e Humanas. João considera que o problema é paradigmático, pois dependendo da orientação assumida na pesquisa ela apresentará determinados procedimentos. Por exemplo, identifica o paradigma hermenêutico como aquele que orienta a pesquisa social, reconhece que suas colegas do Ensino Infantil o tem reivindicado corretamente, porque ele possibilita o trabalho com a comunidade, enquanto indica que a concepção positivista que orienta o trabalho no seu curso de Biologia limita essa aproximação social. A reflexão de João é interessante e pertinente para questionar a visão positivista da NdC, que não possibilita a contextualização social do conhecimento científico, já que é restrita à objetividade das observações da natureza e à procura de explicações causais.

Episódio 4 (Encontro 3)

PE: *(A partir de la discusión de la definición de Wikipedia). La etimología de la palabra definición tiene que ver con limitar, o sea, justamente al definir hay un esfuerzo siempre desde y muchas veces necesariamente se quedan cosas por fuera.*

Regiane (CLB): *Muchas veces no aporta como que me distrae de lo que realmente es el concepto. Pues hace parte de la historicidad, pero pues es explícito.*

PE: *Muy reductivo, digamos.*

PP: *Voy a leer la definición del diccionario, una persona consulta internet y encuentra definiciones, por ejemplo voy a leer Biología, femenino, ciencia que trata los seres vivos. No hay más, después trae un subtítulo [...] Aquí hay algo interesante y qué sería importante mirar y es hasta qué punto los procesos educativos, en relación a la sociedad moderna, también se ha caído en cierto facilismo o rapidez, entonces no estudio profundamente que es la Biología, no me pregunto, sino busco rápidamente esas definiciones [...]. No sé si alguien alcanzo a leer el texto que dejamos, pues no tendría nada que ver esa definición con entender como la ciencia se desarrolla [...]. El texto que leyeron dice vocabulario ciencia, observación, inferencia, hipótesis, experimento, variable controlada. Pero miren que este texto a parte de las críticas que han hecho ellos frente a contenido, a imagen [...]. Eso que el libro está en una nueva perspectiva, pues muestra por ejemplo mujeres en la ciencia [...] Ese es nuestro trabajo, por ejemplo, lo que decían de los cuadros de características de los seres vivos separados, ¿ayudan o no ayudan al estudiante? La idea es que empiecen a crear sus opiniones. Me gustaría escuchar los otros compañeros sobre ¿Cómo funciona la ciencia? o como decíamos la anterior clase ¿hemos hecho investigación científica en la universidad? por ejemplo, ¿trabajo de laboratorio o trabajos de grado?. Y ¿cómo se trabaja en la ciencia? Son preguntas que me gustaría que comentaran. También recuerdo que en la clase pasada una compañera mencionaba sobre las Ciencias Humanas, ellas decían profe las Ciencias Humanas tiene otros métodos, se preocupa más por lo cuantitativo y no sólo que nos presentaban de Ciencias Naturales. Entonces estamos en esa discusión. El PE colocaba cómo se entiende esa ciencia y su aplicación.*

(Discuten por grupos).Vamos a comentar.

João (CLB): Primero que todo para mí la investigación necesariamente debe pasar por un gran paradigma. Por ejemplo, el paradigma con que quieran trabajar, lo que planteaban los compañeros de la Licenciatura de Pedagogía Infantil o de la Licenciatura en Sociales, es más que todo un paradigma hermenéutico, o tal vez con los cuales puedan trabajar con la comunidad y que hagan parte de ella y que la comunidad también haga parte de la investigación, que se haga una interrelación de lo que están buscando y pues nosotros en nuestro trabajo científico digamos en Biología, en Química pues más que todo la parte positivista, pues de que analizamos los resultados con base ya en experiencias de otras personas, nos basamos en plantear desde el problema para llegar allá al final que son las conclusiones y toda esa cuestión. Pues el trabajo como tal que se asume desde el positivismo nunca va a estar pues interaccionando con esa comunidad o con ese objeto de estudio, sino es algo más aislado, lo analizo y lo estudio, pero hasta ahí, pero en cambio la posición mucho más abierta, el paradigma ya es un trabajo desde con la comunidad que se pueda dar soluciones a problemáticas reales, que contextualizados de ellas en el medio en que viven. Más que todo eso de los paradigmas y desde los que uno puede partir para iniciar una investigación.

PP: Yo sintetice 3 ideas, primero desde dónde se plantea la investigación, entonces tú ya hablaste que hay paradigmas para ese trabajo, que hay posturas como la positivista

João (CLB): Sí, más para el campo científico como tal [refiriéndose al positivismo]

PP: Cierto, y decías algo, pero eso no lo entendí, decías que se está más aislado, no sé si lo estabas diciendo está dentro del positivismo, no sé si frente a su objeto de estudio.

João (CLB): Sí

PP: ¿Y en la universidad se trabaja con enfoques desde paradigmas?

João (CLB): Sí, digamos pues nosotros los de Biología hemos pasado por personas que trabajan desde campos meramente positivistas a campos de trabajo social y comunidad, ya de paradigmas hermenéuticos para trabajar con comunidad, pues ya depende para el trabajo de grado lo que decido hacer (TCC), con quién lo quiero hacer y a qué investigación le va apuntar. .

Também podemos apreciar a visão integrada de Kátia, no seu texto (Quadro 8). Deste destacamos a articulação da reflexão filosófica, quando a ciência foi considerada como uma necessidade humana voltada ao conhecimento da natureza e à alteração da sociedade em um processo evolutivo, o que é necessário examinar criticamente, pois pode isolar a ciência da sociedade, tornando-a uma atividade de desumanização. Kátia insiste no problema da separação da ciência da sociedade porque gera a submissão, por exemplo, ao poder econômico. O texto desta licencianda também traz novas aproximações de uma visão socialmente contextualizada da NdC.

Quadro 8. Texto elaborado pela licencianda Kátia (CLB) no encontro 4

¿Qué otras características podemos mencionar sobre la Ciencia?

La ciencia ha nacido por la necesidad que se ha tenido por conocer los fenómenos de la naturaleza (con esto me refiero a todas las ciencias verificables), este alcance ha traído tanto ventajas como desventajas, pues a pesar de que la ciencia quiera avanzar aparentemente, lo que hace es retroceder, con esto me refiero a que bien sabemos que se ha logrado varias cosas, algunos tratamientos para enfermedades, como también la explotación de nuevas fuentes de energía, pero es aquí donde se ve la actividad dual de la ciencia, retomemos el ejemplo de la búsqueda de nuevas fuentes de energía, en esta insaciable búsqueda se han generado diferentes impactos en la naturaleza, razón por la cual no podemos hablar con seguridad del "avance-evolución" de la ciencia, porque está subsanando una necesidad, pero

está creando nuevos problemas.

Como decía Kant, una de los mejores formas de alcanzar la liberación del ser humano es a través del conocimiento, a pesar de que la ciencia quiera avanzar por medio del conocimiento lo que está haciendo es el sometimiento del ser humano a un tipo de ciencia in-humana. Como se mencionaba en la lectura de la OEI ciencia, tecnología y sociedad; capítulo ¿Qué es la ciencia? (2001) independientemente de los prejuicios del conocimiento previo o el estado interno del observador siempre estará acompañado de una carga teórica, pero si este conocimiento no se integra con la sociedad nunca tendrá un sentido amplio de la ciencia, sino que ésta se reduciría a una forma de manifestar que la ciencia está dispuesta para unos pocos (en especial con poder económico) todo para satisfacer las necesidades para determinadas personas.

Con esto expongo lo importante que es el integrar la ciencia a la sociedad, ya que si se toman por separado se dará la oportunidad a que se convierta en un ciclo (o círculo vicioso); es por esto que no deberíamos de hablar de ciencia; como aquella que da herramienta para avanzar y salir del pasado, sino que de la mano de la sociedad se construye una ciencia verificable con un sentido humano, pues la ciencia surge es para la humanidad más no para un colectivo.

O texto de João (Quadro 9), apresentado como atividade final dos primeiros encontros, também é evidente uma visão integrada da ciência, encaminhando-se no sentido da visão socialmente contextualizada da NdC. É interessante que, na primeira parte de seu texto, existe um questionamento diante da falta de comunicação entre as diferentes ciências; já na segunda parte reflete sobre o impacto e uso social da ciência, o que parece ser desconsiderado na "ciência normal" que ele indica.

Quadro 9. Texto elaborado pelo licenciando João (CLB) no encontro 4

La ciencia como se menciona en el texto es un constructo de ideas, de preguntas y respuestas a fenómenos con los que el hombre ha interaccionado en cierta medida, la cual se rige bajo ciertas normas, y códigos específicos para evitar o más bien reducir el número de las incertidumbres que se puedan generar para así alcanzar la “verdad” que se busca y la respuesta a todas las preguntas que surgen a medida que se descubren nuevos fenómenos, pero hasta el momento se habla de una ciencia normal, no se está dando cabida a otros tipos de investigaciones y áreas que son consideradas ciencias, tales como las Ciencias Humanas ¿A qué se debe esto?., la misma comunicación que se da en los campos y el público hacia el que va dirigido, y la manera que va dirigido, ha hecho que se hay creado un imaginario sobre lo que es ciencia de manera general y universal, describiéndola así como un trabajo en si científico inherente a las áreas de las Ciencias Naturales y las Matemáticas en las que se han creado formas de controlar y verificar su veracidad, mostrando un trabajo netamente ligado a un laboratorio, dejando de la lado a las otras ciencias, las cuales generan factores de carácter educativo que fortalezcan los conocimientos y establezcan conciencia frente a un tema, generando espacios donde se pueda debatir con la comunidad y llegar a consensos los cuales permitirán transformaciones sociales, culturales y ambientales, buscando los mecanismos más eficientes para la solución de problemáticas que aquejan a la comunidad. Dando soluciones más específicas y no de manera general con respecto a ciertos temas como lo han desarrollado las ciencias normales.

Estas ciencias normales están en el imaginario de las personas como las ciencias en pro de la sociedad, ciencias que cooperan para lograr los alcances científicos para un mundo mejor, pero ¿hasta qué punto se puede decir que todo lo anterior es cierto? Si se ha observado como el avance de la ciencia ha desarrollado armas, artefactos, para la destrucción de las comunidades ¿hasta qué punto se puede considerar que en si están en pro de la sociedad? o ¿de qué sociedad son parte, en que equipo se posicionan y a quien favorece o no? Son preguntas que surgen ya que a las par que se va avanzado para beneficio de unos va perjudicando a otros por lo que la ciencia no es del todo grupal o para una comunidad es más bien un bien individual para unos pocos que la entienden y otros que la manejen, la ciencia “normal” no se le ha dado los elementos suficientes para que entienda el contexto social en que se desenvuelven al que afectan de manera positiva o negativa, más bien no ha dejado que estos factores la intervengan, porque o sino ya no sería de unos pocos sino para una comunidad, una sociedad.

Uma perspectiva teórica que pode contribuir para problematizar a inadequada dicotomia entre as Ciências da Natureza e as Ciências Humanas é oferecida pelo físico e escritor britânico Charles Snow (1905-1980), que em 1959 escreveu sobre a indesejável divisão entre a cultura científica e a cultura humanista. Para Snow (1995), é necessário que a formação das pessoas abranja o conhecimento da Ciência da Natureza, bem como as experiências criativas das artes e das humanidades. O problema da dicotomia, segundo o mesmo autor, tem a ver com o desconhecimento de um campo em relação ao outro campo, gerado pela falta de estudo sobre o seu desenvolvimento. Assim, existem crenças e distorções sobre a natureza da ciência, pois cientistas e humanistas geralmente não sabem o que é pesquisado e produzido no campo distinto daquele em que atuam.

O trabalho de Snow representa uma reflexão interessante, sobretudo porque foi físico de profissão e tornou-se escritor por vocação. Essa dupla característica possibilitou-lhe que tivesse uma boa aproximação com a construção da ciência e, ao mesmo tempo, o contato com as experiências e reflexões dos literatos. Sua experiência como cientista lhe permitiu descrever a importância da revolução industrial e da revolução científica na Inglaterra. Sendo assim, indicou que este país não estava suficientemente preparado para levar adiante as grandes mudanças sociais necessárias para impulsionar o desenvolvimento, tal como a preparação de número significativo de engenheiros e cientistas para enfrentar a acelerada mudança científica.

Estas considerações são contrastadas com os avanços neste tema na Rússia e nos EUA. Snow considerou que o grande problema da separação das duas culturas tinha a ver com a Educação. No caso da Inglaterra, esta era muito especializada e não possibilitava que os profissionais tivessem uma formação mais ampla sobre o seu próprio campo de trabalho, já no

caso da Educação russa a formação sobre a disciplina era exagerada e, no caso da Educação dos EUA, a preocupação era com todas as pessoas cujos esforços foram voltados para uma formação mais flexível, o que constituía uma virtude considerada como elemento interessante para o melhoramento educativo.

Consideramos que a grande contribuição do trabalho de Snow está em indicar a importância da Educação como possibilidade de diminuir a indesejável dicotomia entre a cultura científica e a cultura humanística e, nesse sentido, trazemos a suas reflexões para a nossa análise, pois na formação de professores e no ensino ainda existe essa fragmentação. Os professores de áreas distintas às científicas não têm suficientes oportunidades para envolverem-se no estudo da ciência, além daquilo que lembram, superficialmente, do ensino fundamental e do ensino médio. No entanto, uma formação básica em ciência ou uma aproximação da análise de seus produtos é importante em nossa sociedade atual, na medida com que integra o cotidiano de todas as pessoas. Da mesma forma, os professores de ciências consideram que seus conhecimentos disciplinares são suficientes e, em diferentes ocasiões, se tornam cientificistas ao atribuírem o papel central de sua ciência para a compreensão da vida, esquecendo que os conhecimentos das Ciências Sociais e Humanas têm a mesma importância, já que os impactos sociais da C&T exigem análises éticas e políticas que fogem dos conhecimentos próprios das Ciências da Natureza.

Levando em consideração que as QSC são veiculadas com frequência pela mídia, os cidadãos estão expostos às informações incompletas e parciais. Por essa razão a formação de uma cultura científica e humanística é necessária, visando à construção de posicionamentos por parte do cidadão e para a qualificação de suas escolhas. Segundo Carvalho (2005), a separação entre a cultura humanística e a cultura científica constitui uma tradição que é expandida para os currículos escolares e, além disso, o ensino convencional aprofunda essa fragmentação. Neste contexto, um ensino de ciências humanístico favoreceria uma compreensão da ciência em um contexto cultural amplo. Para este autor, no caso da formação inicial de professores, existe uma boa estruturação dos cursos de licenciatura, mas há pouca comunicação entre a cultura humanística e a cultura científica em seus currículos, o que perpetua a indesejável ideia de deixar para que os licenciandos façam, por conta própria, as articulações entre essas culturas.

A abordagem de QSC na prática do professor visa possibilitar a problematização da indesejável visão dicotômica da ciência. Essas questões abrangem controvérsias públicas sobre projetos de pesquisa científica que possuem implicações globais e locais; também

apresentam análises de risco, de custo e benefício e têm fortes implicações éticas, morais e ambientais. Esta complexidade de aspectos necessariamente exige a articulação entre a Ciência da Natureza e as Ciências Sociais e Humanas.

4.3 Visão objetivista da Natureza da Ciência

A visão objetivista da NdC tem a ver com o entendimento da atividade científica como um processo objetivo e exato, isto é, que evita a influência subjetiva que parece própria das Ciências Sociais e Humanas. Por exemplo, no Episódio 5 observamos que, embora o grupo de licenciandas de Pedagogia Infantil considerem que a ciência evolui e muda ao longo do tempo, isto é feito conforme seu caráter objetivo, ou seja, que a exatidão, o rigor, e a objetividade constituem características essenciais para o progresso científico. O problema desta visão encontra-se no desconhecimento da natureza humana da ciência e, nesse sentido, concorda com a concepção positivista, que exige uma separação radical da subjetividade dos processos científicos. Também concorda com a concepção da sociologia funcionalista, que outorga uma autonomia absoluta à atividade científica para assim garantir a sua evolução.

No que concerne ao caso que nos preocupa nesta análise em particular, ou seja, na visão objetivista da ciência, vale ressaltar os princípios de universalismo e de desinteresse propostos na sociologia normativa de Robert Merton. Assim, essa concepção está de acordo, até certo ponto, com a visão dos licenciandos, pois o universalismo representa a ideia de que o conhecimento científico é verdadeiro na medida com que sua estrutura e construção não dependem de crenças ou valores pessoais, assim, os critérios adotados dependem da estrutura lógica e racional da ciência. Da mesma forma, o princípio de desinteresse deixa claro que na atividade científica o conhecimento não é julgado pela adesão de determinados valores humanos, mas, independentemente disso, o importante são os processos de justificação e avaliação empregados pelos cientistas geralmente mais experientes. Embora concordemos que a ciência, como prática humana e cultural, apresenta características próprias e que uma delas está relacionada ao seu rigor e objetividade, isto não representa uma característica exclusiva das Ciências da Natureza, porque também está presente na pesquisa das Ciências Sociais e Humanas. Além disso, o conhecimento sobre a natureza ou sobre a sociedade também apresenta uma forte influência de aspectos subjetivos, o que não necessariamente gera prejuízo em sua credibilidade, já que como atividade humana faz parte de sua própria natureza.

Episódio 5 (Encontro 2)

Fabiana (CLPI): Nosotras [Se está refiriendo a su grupo de compañeras que cursan Licenciatura en Pedagogía Infantil, con quienes realizó el trabajo en grupo] estamos de acuerdo con el texto “¿Qué es la ciencia?”, porque nos parece pues que la ciencia no es estática, es un proceso que cambia, que evoluciona, es como un conocimiento exacto, porque la ciencia es un conocimiento exacto, acá nos decía que no cabe margen de error se sorprenderían si hubiera un margen de error en la ciencia, es exacta, explica el mundo, es un conocimiento pues objetivo, se articula unos con otros, hay preguntas, se construyen hipótesis, razonamientos, hay unas estructuras, entonces pues estamos de acuerdo con el texto.

PP: ¿Qué otras cosas hablaron? ¿Pensaron algún ejemplo específico de desarrollo científico?

Fabiana (CLPI): Que siempre evoluciona, hablábamos era porque no va ser estática, el mundo es cambiante, entonces como acá nos decía la tecnología tiene que avanzar porque ya se desprenden ramas como la Biología, sobre el tema de enfermedades etc.

PP: Un ejemplo básico es que antes se pensaba que la tierra era el centro, la teoría geocentrista [Interrumpe].

Estudiante (CLPI):[Está estudiante se retiró del seminario] Por ejemplo, la matemática, en la época griega, era diferente, no había sistema de medición, hubo necesidad de crear un sistema de medición. Pensamos en la matemática decíamos el ejemplo en la época griega, no había medición por medio de la ciencia, entonces la ciencia nasce de la necesidad del ser humano..

No Quadro 10 observamos dois textos escritos pelas licenciandas de inglês, que evidenciam uma visão objetiva e neutra das Ciências da Natureza, sem questionamento sobre tal caracterização. É aceita a ideia de que a ciência tem um método rigoroso de agir, constituído pela observação, emissão de hipóteses e estabelecimento de leis (método científico). A visão das licenciandas coaduna-se com a concepção empirista e indutivista da ciência, que parte do princípio de que o conhecimento científico é construído a partir do contato do homem com a natureza através de seus sentidos, ou seja, que o conhecimento parte da observação dos fenômenos que permite estabelecer regularidades. Lembrando o proposto pela epistemologia de Karl Popper (1902-1994), essa concepção é ingênua e questionável porque não possibilita diferenciar ou valorar um conhecimento científico em relação a outro, não científico, pois, para isso é necessário aceitar que toda observação é precedida pela teoria e que o conhecimento científico é aquele que pode ser refutado diante de uma teoria melhor ou uma nova evidência experimental. Assim, a concepção empirista é seriamente questionada.

Quadro 10. Texto elaborados pelas licenciandas Silmara e Camila (CLI) no encontro 4

Texto de Camila

Características de la ciencia actual

La ciencia es un conjunto de conocimientos regulados, objetivos y neutrales basados en el uso y aplicación del método científico, si el uso, de éste no puede haber una producción científica. Así que, grandes logros científicos se han dado gracias a la aplicación y el uso del método científico.

Se considera como uno de los grandes logros científicos de la historia, el descubrimiento de la radioactividad el cual ha sido usado por la humanidad de diferentes formas: se ha aplicado en armas, en la medicina, en la agricultura, en la industria y en reactores nucleares [...].

Texto de Silmara

La ciencia es definida por muchos expertos en este campo como una serie de métodos utilizados para organizar información con el fin de generar nuevos conocimientos. Dentro de sus principales características están:

[...]- La ciencia es explicativa, es decir trata de explicar los nuevos conocimientos a través de leyes universales ya establecidas, dejando claro todo tanto en lo experimental como en lo teórico. [...]

- La ciencia es metódica, los científicos no generan los nuevos conocimientos simplemente planean de forma detallada y organizada la forma como obtendrán lo que están buscando [...].

A visão objetivista também abrange uma expressão da ciência enquanto linear e neutra, ou ainda com um enfoque em suas finalidades sociais, relevância, influências contextuais e educacionais. Estes elementos extrapolam a própria concepção presente no texto convencional de Biologia, estudado nos primeiros encontros da disciplina, que está sustentado em uma concepção empirista e positivista da ciência, isto é de que o conhecimento científico é construído conforme a observação rigorosa da natureza.

4.4 Visão socialmente contextualizada da Natureza da Ciência

Nesta visão a autonomia absoluta da comunidade científica é questionada e os princípios de universalismo e de desinteresse, próprios da sociologia funcionalista, são criticados.

As análises históricas de Thomas Kuhn (1971) constituem um referencial teórico importante para a interpretação desta visão. Para ele o conhecimento científico é dependente de determinadas normas e princípios que constituem algum paradigma, assim, a ciência pode ser compreendida de um ponto de vista relativista, pois da mesma forma que outros tipos de conhecimentos, há diversidade de opções que são caracterizadas em conformidade com a adesão a determinado paradigma. Esta ideia é aprofundada pela sociologia relativista, que possibilita interpretar a institucionalização e industrialização da ciência moderna como um processo cultural, político e econômico. Sendo assim, percebemos que o aumento da intervenção de grupos econômicos na pesquisa científica tem gerado acelerado crescimento, controle de empresas e atores sociais vinculados ao poder político.

Identificamos a visão socialmente contextualizada da NdC no Episódio 6, na fala do licenciando Vinicius. Em sua fala, Vinicius associa determinados interesses ideológicos e políticos à atividade científica, quando se refere à influência da Guerra Fria na pesquisa científica e, também, evidencia a diferença entre os países produtores de ciência e os países

periféricos, não produtores de ciência. No mesmo Episódio, Gabriel e Rafael aproximam-se desta visão. No caso de Gabriel, é exibida uma reflexão sobre a visão tradicional da ciência em que chama a atenção para as relações ciência e sociedade. Rafael identifica um possível conflito entre a ciência e a religião e, em decorrência disso, coloca em discussão a provável influência da moral na atividade científica. Vinicius fecha o Episódio, falando sobre o paradoxo existente no desenvolvimento científico em termos de suas contribuições e riscos, o que faz parte da visão contextualizada da NdC. Interpretamos esta visão conforme a teoria crítica da Escola de Frankfurt como a instrumentalização da ciência à racionalidade técnica, o que favorece a sua institucionalização na sociedade capitalista como produtora de mercadorias. Esta perspectiva pode colocar em perigo o desenvolvimento da ciência voltado às necessidades humanas que nem sempre correspondem às exigências da economia capitalista. Neste sentido, a ciência pode servir aos propósitos de bem estar e melhoramento social ou pode estar sujeita aos propósitos de lucro, do mercado.

Episódio 6 (Encontro 4)

[Actividad a partir de la presentación de imágenes en Power Point] (Apêndice J)

PP: *¿Quién desea iniciar y dar sus comentarios sobre esas imágenes?*

Saulo (CLCS): *El ámbito de laboratorio en las ciencias, en todos están presentes [refiriéndose a las imágenes], pues en la mayoría, exceptuando el de la cabeza.*

PP: *¿Qué dices sobre la cabeza?*

Saulo (CLCS): *Que esa es un fondo blanco, pues exceptuando esa, las demás tienen ese sentido como de laboratorio, probetas, sustancias, tablero.*

PP: *Quién más quiere comentar*

João (CLB): *Las fórmulas, la ecuación que está en el centro del tablero como intentando corroborar y comprobar que esa ciencia es verdadera y es única.*

Gabriel (CLB): *Pues en las cinco imágenes se ven sólo hombres, no se ve ninguna mujer, se ve como si estuviera restringida sólo al género masculino.*

PP: *Ustedes se han preguntado o han preguntado, por ejemplo a los niños, quién es el científico*

Mônica (CLPI): *Sí por lo general los ven como algo muy distante, igual que en la ciencia, como muy distante y que hay que tener un rigor...*

[...]

PP: *y está segunda imagen*

Vinicius (CLCS): *Son libros de texto, bueno, con respecto a la primera imagen, pues me parece que es como muy reduccionista del ámbito científico, científico como aquel que tiene la bata blanca, las gafas, que tiene el tablero, en el mismo tablero se ve que el mundo está reducido a una ecuación y una probeta, en la siguiente diapositiva se ve como el libro de texto y es como digamos, supongo el libro de texto de colegio, es como cuando se refiere a las ciencias, siempre es una imagen como muy directa de la Biología, siempre muestran un animal, una planta, o gente en un laboratorio, más que todo como muy puntual, dada a la imagen, como la anterior, pero está ya es un poco más enfocada como hacia la escuela.*

[...]

PP: *Cuando yo trabajo un texto o se lo voy a entregar a mis estudiantes, debo tener cuidado con las imágenes que presento, ejemplo imágenes de sólo verde, sin humanos, termino pasando una idea de qué es la Biología, si paso la anterior donde no hay mujeres...eso es bastante frecuente en nuestros medios. Aquí traje otra imagen [refiriéndose a la 3 diapositiva] de la universidad, de los proyectos de licenciatura...*

João (CLB): *La imagen de ciencia y sociedad, una brecha muy grande entre uno y otro... no se presentan factores externos, algo como muy aislado de la sociedad misma como tal.*

Rafael: Bueno, la imagen que vemos de Biología, pues relacionado con el libro [refiriéndose a la lectura de la OEI], es un código de racionalidad en el cual se distingue el método científico, entonces hacen un paréntesis entre la lógica y la experiencia, relacionado con esa imagen, pues vemos que la lógica está basada en la investigación y la experiencia también se ve en la foto, entonces sería algo para analizar.

Gabriel (CLB): Digamos también en el texto, se tiene como una concepción tradicional de lo que es la ciencia [Interrupción]

PP: No se tiene, se presenta.

Gabriel (CLB): Eso, en el texto se presenta, entonces allí como que presenta unas características, lo que podría estar reflejando esas imágenes, habla que es una empresa autónoma y objetiva, neutral, basada en la aplicación de un código racionalista ajeno a cualquier tipo de presión externa, como decían nuestros compañeros también que se ve, es al científico allá, ajeno a la sociedad, que no tiene una relación directa y estrecha con la producción, los saberes científicos, lo que se hace en el laboratorio y la forma como se aplicaría a la sociedad, bueno la relación que hay entre la ciencia y la sociedad. Entonces la típica imagen del científico en el laboratorio...

Regiane: [...] cada estudio puede generar una fase de campo, por ejemplo nosotros en Biología, nuestra fase de campo puede ser en un laboratorio, puede ser en campos ecológicos, pero los de humanidades también tienen una fase de campo...

PE: Sumando elementos a la discusión y la pregunta que se dejó hasta dónde la pedagogía es una ciencia o no, lo que se ve en estas imágenes es un claro predominio, ustedes mismos lo han señalado esa parte de interacción social, aparece más en las imágenes de los cursos de inglés, artes. Pero hay una visión reductivista de la disciplina y eso tampoco es gratuito en una facultad de Ciencia y Educación... el tema pedagógico queda tan disminuido...

[Intervenciones a partir de la actividad de clase de discusión de las visiones de ciencia presentada por los estudiantes en las primeras clases]

Vinicius (CLCS): Pues una característica de la ciencia es que digamos supuestamente tiene un carácter de neutralidad, digamos la ciencia, en la Guerra Fría estuvo siempre en uno u otro bando, digamos en el fascismo desarrollaron ciencia [xxx] desarrollo ciencia a partir de campos de concentración. Los soviéticos hicieron tecnología espacial, los americanos también hicieron tecnología espacial, entonces digamos ¿En manos de quién está la ciencia en estos momentos? Pues está en manos de los países que están en vía de desarrollo, mientras que los países de América Latina, África no tienen ciencia, tienen que copiar estándares europeos o norteamericanos.

PP: Entonces Vinicius acaba de decir otra característica, ya hablamos ciencia como una paradoja, ciencia no entendido como un producto de progreso y crecimiento lineal y el acabo de decir que la ciencia no es neutra, sin embargo si volvemos a los textos que habíamos trabajado las primeras clases, esas definiciones en ningún momento muestran esas características, o sea, el papel de profesor es importante para discutir esto. ¿Qué otra característica?

Rafael (CLB): La ciencia como moral. La moral en cuanto a las religiones, entonces la ciencia es algo muy aislado en lo que tiene que ver con la religión, a eso me refiero de la ciencia como moral. La ciencia trata de explicar o dar explicaciones a creencias religiosas en las cuales la creencia religiosa se basa en la fe, la ciencia tiene que estar comprobado, entonces puede ser la evolución del hombre, mediante la religión pues la creación del soplo de vida, de la ciencia pues desde los primeros homínidos que poblaron la tierra, entonces como que también puede ser la ciencia como en controversia con la moral religiosa.

PP: Ciencia como un proceso de controversia, a veces no solo con la religión, con otros saberes

PE: Ya hay un acercamiento

Rafael (CLB): Ya los colegios cristianos permiten que se dé un acercamiento...

[...]

Vinicius (CLCS): Con respecto a la religión a mí me parece que se ha disminuido un poco la controversia, porque la religión ha aceptado eso, le ha tocado aceptar porque ha perdido creyentes o esta decadente. Con respecto al carácter social de la ciencia a mí me parece muy paradójico, porque la ciencia lo que hace con una mano lo borra con la otra, digamos lo de la radiación puede haber tratamiento contra el cáncer, pero al mismo tiempo se utiliza para hacer bombas nucleares.

A visão socialmente contextualizada de Rafael é trazida no texto que este elaborou para o 4º encontro (Quadro 11). Neste texto observamos um avanço significativo na compreensão da NdC, pois na primeira parte traz uma análise reflexiva da visão tradicional ou positivista da ciência, para depois valorizar tanto os avanços do positivismo lógico, quanto o destaque da produção científica conforme o contexto social, histórico, cultural e político. Esta contextualização é evidente quando há o reconhecimento da atividade científica como uma construção coletiva, com a existência de interesses, valores e diferentes tipos de raciocínios científicos que desenvolvem diferentes procedimentos experimentais na Física, Química e Biologia.

Quadro 11. Texto elaborado pelo licenciando Rafael (CLB) no encontro 4

La concepción heredada sobre la ciencia considera, en primer lugar, que la actividad científica es de carácter cognoscitivo, es decir, que su único fin es producir nuevos conocimientos para ampliar el campo educativo por cada ciencia. Al identificarse la ciencia con el desarrollo de conocimientos, podemos decir que la actividad científica tendría dos elementos esenciales: el sujeto que conoce (el científico) y el objeto de ese conocimiento (la realidad en cada campo de conocimiento). Se entiende que la labor del científico consistiría en descubrir nuevas verdades en el campo de la realidad sobre el que trabaja. El científico es, por tanto, un descubridor que con sus métodos y sus experimentos es capaz de mostrar aquello que hasta el momento es ignorado. La ciencia da resultados claros, lógicos, su validez puede ser verificada o refutada usando argumento y razón (falsedad de Karl Popper). Los resultados científicos tienen que sobrevivir a pruebas duras, ya que el entorno del conocimiento siempre es valorado positiva y negativamente por otros expertos es por eso que la interpretación científica de cualquier fenómeno siempre se produce dentro de un determinado contexto (histórico, social, cultural, político) y está sujeta a los intereses y valores predominantes.

En la actualidad la ciencia se caracteriza por:

1. La actividad científica se realiza en equipo: (Todas las mañanas los trabajadores entran en el laboratorio llevando sus almuerzos en bolsas de papel marrón. Los técnicos comienza inmediatamente a preparar experimentos) “(Latour y Woolgar 1979/1986, p. 16)”. La actividad científica se ha ligado a las grandes industrias las cuales buscan con la creación de nuevos productos mayores valores monetarios (cosméticos, medicinas, alimentos, tecnología).
2. Los científicos no están libres de opiniones, intereses y prejuicios en su trabajo. La actividad científica concretamente orientada a suministrar conocimiento para asesorar en la formulación de políticas se conoce con el nombre de ciencia reguladora. Una parte la labor de este tipo de ciencia está relacionada con la regulación de la tecnología. Los análisis de impacto ambiental, la evaluación de tecnologías, los análisis de riesgos, etc. La actividad científica vive sujeta al contexto en el que se encuentre.
3. La actividad científica no tiene en cuenta sólo a la naturaleza sino principalmente a la propia comunidad de científicos. Las disciplinas experimentales, por ejemplo sólo constituyen una parte del conocimiento que habitualmente calificamos como “científico”. Al respecto el historiador A. C. Crombie (1994) distingue hasta cinco

estilos de razonamiento en ciencia, incluyendo la exploración, y medición experimental en diferentes especialidades de la física, la química o la biología, esto nos da a entender que para la comunidad científica los puntos de vista son variables.

BIBLIOGRAFIA

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD: Una aproximación conceptual. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001 Bravo Murillo, 382815. Madrid España.

No texto elaborado pelo licenciando Gabriel (Quadro 12) também identificamos uma visão socialmente contextualizada da NdC em termos críticos e relativistas. Na primeira parte apreciamos a dimensão crítica, pois ele indica a articulação do desenvolvimento científico com o poder, depois realiza uma análise interessante da construção da ciência conforme os contextos sociais e culturais, questionando a ideia do universalismo na produção científica. A visão relativista é apoiada na ideia de Kuhn, e podemos identificar a presença de uma fundamentação da sociologia relativista em termos de ressaltar os vínculos entre a atividade científica e o desenvolvimento militar e industrial. No texto de Gabriel identificamos, pela primeira vez explicitamente, a alusão à controvérsia na atividade científica, o que é coerente com a tese de Bruno Latour (1994), de que a ciência é um processo de fabricação de fatos, bem como um processo em ação e de permanente discussão, assim, não há lugar para ideia estática, individualista ou isolada da ciência.

Quadro 12. Texto elaborado pelo licenciando Gabriel (CLB) no encontro 4

Características de la ciencia actual

La ciencia es considerada actualmente como una actividad que promueve el progreso y desarrollo técnico y tecnológico. Pero lo que vale la pena resaltar es que este desarrollo y progreso, no siempre se traduce en bienestar para toda la sociedad. En este sentido la actividad científica solo beneficia a los que poseen el conocimiento, es decir a los que tienen el poder.

Otro aspecto por resaltar es el imaginario popular acerca de la actividad científica misma. "Para algunas personas la ciencia es algo lejano y difuso" a nivel popular se carece de una apropiación real de la ciencia, esta se ve limitada exclusivamente a una élite científica, en la cual los saberes populares y ancestrales no tienen cabida.

Dentro de este mismo marco de imaginarios la ciencia también se ve limitada a la institucionalización, solo se considera ciencia y se toman en cuenta sus aportes aquello que es desarrollado en las universidades, institutos, en los laboratorios clínicos y farmacológicos, etc. Se excluye, en cierta medida, el conocimiento ancestral o el conocimiento que se construye cotidianamente.

La ciencia puede ser aceptada en diferentes culturas y aplicada en distintos contextos, lo que la haría de aceptación universal, pero, las técnicas de resolución ligadas a la cultura en la que

nascen y culturas diferentes resolvieron el mismo problema de manera diferente -OEI- [Se refiere a texto de NdC estudiado en clase y publicado por la Organizaciones de Estados Iberoamericanos (OEI)]. Si consideramos la ciencia como una ciencia universal en un sentido amplio, esta sería una ciencia completamente descontextualizada, que carecería de métodos para resolver problemas que se le presentan.

En la actualidad la ciencia se encuentra estrechamente vinculada con el desarrollo militar y armamentista, con la industria de los cosméticos, la clonación o el uso de células madre. Lo que abre una vez más el debate acerca de un verdadero desarrollo positivo de la ciencia. En este punto no se puede dejar de lado la inferencia que tienen los aspectos y las técnicas científicas en la política, "la mayoría de políticas públicas se basan en estudios científicos -estadísticos- sobre la población y utilizan estos métodos para valorar su eficacia" (OEI). Por último cabe nombrar tal vez una de las características más notorias de la ciencia actual, es que según planteamiento de T. Kuhn (1962), la ciencia pasa por un período de estabilidad, en la que aportes solo fortalece el paradigma actual, sin poner otros en debate, los problemas no resueltos. Es decir, proponer paradigmas alternativos, otras formas de concebir la ciencia.

Além dos estudantes Vinicius, Gabriel e Rafael, também consideramos que a licencianda Regiane apresentou uma visão contextualizada, percebida no Episódio 7. A partir da discussão do texto, Regiane afirma que no caso da Biologia, em que o objeto de estudo corresponde ao vivo, este é tratado nos textos de forma descontextualizada, ou seja, que o estudo do vivo na Colômbia não tem a ver com o contexto local e parece existir certa pretensão pelo estudo da natureza de outros países ou de outros contextos. Nesse sentido, observamos que Regiane faz um chamado à contextualização da ciência à vida real dos sujeitos que participam dos processos educativos, pois para ela o ensino vigente não está incluindo o estudo dos problemas locais e parece seguir uma lógica de universalização de um método específico para o estudo dos fenômenos. Também podemos analisar, na fala da Regiane, a necessidade de se considerar o caráter humano da atividade científica, tanto do ponto de vista dos valores e práticas sociais que orientam o trabalho da comunidade científica, inclusive da Colômbia, quanto da influência dos aspectos sociais mais amplos desta atividade. Precisamente, os fatores sociais, políticos e históricos dos países periféricos como a Colômbia seriam importantes para explicar o seu atraso científico em relação aos países considerados produtores da ciência.

Episódio 7 (Encontro 3)

Regiane (CLB): *El artículo más allá de describir la ciencia, es como establecer una introducción a algunos elementos que hacen parte de la [xxx], muchos aspectos que tratan de describir la vida y cuál es su objeto de estudio. Vimos que es una traducción, es un libro que se trabaja en inglés [xxx]. Coincidimos que en muchos casos no estamos de acuerdo con la información que se presenta porque no permite establecer relaciones de los aspectos que se presentan, ponen muchos aspectos, ellos se esfuerzan por establecer ciertas descripciones pero no establecen como una jerarquía desde el cual uno pueda*

asociar y pues de antemano se presentan como ilustraciones o casillas, asumo de colores, tratan de decir muy someramente los aspectos que caracterizan la vida, entonces pues específicamente a los seres vivos. Todos conocemos erradamente que pues la mayoría de los seres vivos nacen, crecen, se reproducen y mueren, pero hay unas excepciones a la regla, pero ante eso la lectura no permite ir más allá de eso. También hay como un ejemplo constante de las manzanas, ellos tratan de asociar mucho como toda su realidad, su contexto, ellos son productores de esas manzanitas secas e insípidas, entonces muchos ejemplos de organismo vivo, pues no lo explican de lo que ellos pueden observar. Esta la imagen de un coral, esos ecosistemas que hacen parte de su realidad, como medio investigativo para acercarse a un fenómeno vivo, pero digamos acá muchas veces no contamos con la oportunidad de observar el tipo de ecosistema. Pues digamos que muchas veces lo que entendemos por ciencia, el objeto de estudio general de los seres vivos es permeado por muchas nociones extranjeras, entonces acá no estamos nosotros tratando de describir nuestro entorno, nuestro contexto, sino muchas veces echamos mano de eso que se está construyendo en otros espacios que no son los nuestros, entonces a raíz de eso se lleva como una herencia y una secuencia en cadena de lo que es la ciencia, con sus métodos, es una forma de perpetuar esas nociones que se han construido, pues que también hacen parte no sólo de la definición de un objeto de una ciencia en particular, sino como se están nominando y como se están entendiendo esos fenómenos a partir del método que sea científico, universal, pues la excepción a la regla es totalmente rechazada o está mal, muchas veces porque no hace parte de ese círculo.

Alessandra (CLB): *En eso texto en especial de pronto algunas características que colocan de los seres vivos [...]*

A visão contextualizada difere das perspectivas descontextualizadas da NdC porque contrasta com a perspectiva teórica funcionalista da sociologia da ciência, que dá ênfase na autonomia do trabalho desenvolvido pela comunidade científica. Segundo o funcionalismo mertoniano, o desenvolvimento científico, seus avanços e contribuições à humanidade são possíveis pelo desinteresse de suas pesquisas, assim, a atividade científica não pode ser avaliada pelos valores individualistas ou altruístas, mas pela busca da objetividade e o que importa são os processos de justificação e avaliação empregados.

Neste sentido, a licencianda Regiane, em seu texto apresentado no 4º encontro (Quadro 13), evidencia uma ampliação da sua visão da NdC, pois realiza uma reflexão sobre a visão tradicional da ciência e, apoiada em algumas leituras oferecidas durante a disciplina, considera a ciência como uma atividade vinculada a questões de risco e poder. Sendo assim, toma um posicionamento diante da possibilidade de ser estabelecida uma ciência reguladora desses problemas.

Quadro 13. Texto elaborado pela licencianda Regiane (CLB) no encontro 4

Características de la ciencia actual

En estos días, la noción de ciencia es presentada como una mezcla de características las cuales se han configurado desde un período clásico, así muchas características de la ciencia resultan restrictivas reguladas por el materialismo, racionales acopladas a un método -hipotético-deductivo- entre otras reglamentaciones que terminan siendo restrictivas y ajenas a la realidad.

Desde lo restrictivo, la noción de ciencia adquiere un carácter básico PRIVADO reservado y alejado de la democracia o participación. En el camino de construir ciencia ha emergido una preocupación constante por la aprobación de los fenómenos que pretenden ser abordados desde la metodología científica.

La ciencia también se presenta como algo peligroso e incluso catastrófico. Un ejemplo de este catastrofismo es vivenciado desde las exposiciones presentadas por el ex-candidato presidencial estadounidense Algore, quien se ha dedicado a impartir charlas informativas sobre las implicaciones de las acciones humanas en distintos escenarios de la naturaleza. Este sujeto emplea con lujo de detalles gráficos, cifras, imágenes, entre otros elementos de divulgación y desde su contexto el riesgo que presta la humanidad en distintas realidades de lo natural.

El artículo propuesto por la organización de Estados Iberoamericanos da a conocer algunos aspectos relativamente nuevos asociados a la visión de ciencia ¿Qué se requiere de la ciencia para romper sus paradigmas? ¿Qué se requiere para construir modelos de vinculación a partir de las políticas públicas? para la ciencia debe -no siempre se cumple, pero se acerca al ideal- aplicar formas heterogéneas al momento de explicar y resolver sus problemas, acá me permito citar a Edgar Morin quien el siglo XIX [En realidad lo correcto sería en el siglo XX] pretende sumarle a la ciencia un PENSAMIENTO COMPLEJO, dando a conocer lo que significa la inteligencia ciega, plantea paradigmas de complejidad y su epistemología, rompiendo estructuras tradicionales donde los resultados no se establecen a partir de consensos tampoco pueden ser extrapolables dignos de comparación o adquirir formas estereotipadas.

Otro aspecto emanado de la ciencia actual da cuenta de una necesidad o dependencia de la ciencia para llevar a cabo algunas cosas u actividades cotidianas, lo cotidiano hace parte de la identidad de los sujetos, pero esa identidad no muestra coherencia con la ciencia de hoy. La ciencia muchas veces al igual que los medios muestra cosas que no se pueden alcanzar, la ciencia es también MERCANCIA DE DIFÍCIL ACCESO, parece ser a veces una entidad administrativa costosa, pero tan distante a lo que en realidad es la humanidad.

Esta ciencia, la ciencia de hoy no es para los sujetos que le brindan alimento y materia prima para sus problematizaciones.

Desde la necesidad que han creado la ciencia como elemento intangible también adquiere un carácter dotador de poder, siendo que quien se acerca a alguna forma de conocimiento a través de la ciencia lo hace más allá de la curiosidad, por obtener beneficio o reconocimiento. La ciencia y su manipulación dotan de poder a quien la administra.

Ya Sheila Jasnoff en 1995 [otorgaba] a la ciencia un carácter regulador que dota y justifica algunos caracteres que potencializan la visión de ciencia y suma elementos significativos desde la ruptura paradigmática que pide a gritos esa ciencia heredada que ya a veces puede ser tarde aún, se desconoce sin embargo, vale la pena reflexionar sobre las facultades que trae consigo dicha política reguladora frente a la caracterización de la ciencia actual.

A visão socialmente contextualizada da NdC em termos de suas dimensões críticas e relativistas constitui um avanço importante para uma compreensão mais ampla da atividade científica, já que questiona a tese normativa, funcionalista e positivista da visão tradicional da NdC, ao indicar que os interesses, os valores e a influência do mercado constituem elementos essenciais no trabalho científico. Além disso, esta visão possibilita compreender a ciência com uma construção cultural. No entanto, como exposto no referencial teórico desta pesquisa, a visão sociológica relativista pode gerar discursos de anticiência e isso deve ser evitado na construção de uma compreensão ampla da NdC por parte dos licenciandos, exigindo cuidados no momento da abordagem de QSC nos processos formativos, para não favorecer a permanência deste posicionamento.

4.5 Visão dinâmica da Natureza da Ciência

Uma última visão sobre a NdC, que caracterizamos no 4º encontro, correspondeu àquela apresentada pelos Licenciandos Alessandra e Saulo, conforme os recortes de seus textos (Quadro 14). Apreciamos que Alessandra fez uma análise histórica interessante sobre a evolução das visões de ciência desde a época da Grécia antiga até a atualidade. Ela associou a visão tradicional da ciência àquela relacionada com o empirismo e sua evolução, para depois descrever as contribuições do trabalho de Kuhn com respeito à compreensão da mudança científica, conforme as anomalias existentes em um determinado paradigma. Também descreveu sucintamente o relativismo sociológico do programa forte da sociologia, indicando algumas contribuições para a construção social e cultural da ciência.

Nos recortes do texto de Saulo também contemplamos uma visão dinâmica da NdC, pois ele descreve alguns aspectos da origem da ciência na modernidade e destaca a teoria das revoluções científicas de Kuhn no processo de constituição da pesquisa científica. De acordo com este licenciando, esta visão dinâmica permaneceria até a atualidade.

O interesse gerado nos licenciandos sobre os aspectos epistemológicos e sociológicos das ciências, nos primeiros quatro encontros da disciplina, foi relevante, instigando a curiosidade e vontade para a interpretação ampla da ciência, a partir de alguns filósofos e sociólogos. Os trabalhos no Ensino de Ciências têm demonstrado a importância da incorporação da epistemologia e da sociologia na formação dos professores. Por exemplo, Adúriz-Bravo (2007), Acevedo, *et al.* (2005) e Reis (2004) concordam que umas das finalidades do Ensino de Ciências constitui a alfabetização científica de todos os cidadãos e que isto inclui, principalmente, a compreensão da NdC. Para atender a esta finalidade, o

professor de ciências necessita de uma formação que contribua para o entendimento da ciência como uma atividade cultural, social e histórica, com múltiplas discussões paradigmáticas desenvolvidas pela comunidade científica em determinados contextos sociais e culturais.

Quadro 14. Fragmentos de texto elaborados pelos licenciandos Alessandra (CLB) e Saulo (CLCS) no encontro 4

Texto de Alessandra

La ciencia: sus características desde el desarrollo histórico

[...] La ciencia desde Grecia ha sido considerada de forma tradicional como objetiva y neutral, basada en un código racional que es reglamentado a través de un procedimiento para evaluar la aceptabilidad de sus enunciados desde el empirismo como forma de contrastación, que garantice la coherencia y continuidad abstraída del mundo de la experiencia (García *et al.* 2001).

Este pensamiento científico entonces es concebido por un código racional, donde el empirismo es un método inductivo para el descubrimiento de leyes y fundamentos, que responden al mismo hecho de que el hombre se preocupa por su papel en el mundo [...]

Pero con la noción de las prácticas científicas particulares y esas diversas formas de entender un fenómeno Thomas Kuhn reconoce como la dinámica social, en la cual se comparte un paradigma teórico puede entonces constituir períodos estables en donde una comunidad científica reconoce una teoría particular a la cual darle solución [...]

Entonces esta ciencia revolucionaria se caracteriza por la aparición de nuevos paradigmas y un cambio en la forma de ver los problemas. [...] Poco después en la tradición europea la ciencia es presentada como un proceso social en el cual se acentúa el origen, el cambio y la legitimación de las teorías científicas, destacando a Bloor con principio como la causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad [...].

Durante el siglo XX existe una implicación de la ciencia en las políticas públicas, tornando al conocimiento como uno de los recursos más importantes para el control de la tecnología [...]

Texto de Saulo

¿Qué otras características podemos mencionar sobre la ciencia actual?

Teniendo claro que la ciencia es una invención moderna, tenemos que entender que esta está sujeta a una serie de nombres que positivamente se construyen en la modernidad -en occidente- ¿Que implica esto? [...] Y es precisamente esta categoría la que hace que la ciencia sea un saber con unas características estructurado, dividido o separado (organizado) y con reglas que en el transcurso de la modernidad se han quedado obsoletas, por lo que se hizo necesario reestructurar [...] Es por esto que Kuhn propone las dinámicas revoluciones en el ámbito científico, en donde dichas revoluciones han llevado que la ciencia se configure desde sus inicios con el positivismo.

Dichos cambios han sido tan apropiados como necesarios. [...]

4.6 Síntese das visões dos licenciados sobre a Natureza da Ciência nos primeiros quatro encontros

Nos primeiros encontros, além de caracterizarmos algumas visões dos licenciandos sobre a NdC, evidenciamos que a participação da PP esteve focada no sentido de favorecer um ambiente de discussão sobre as características da ciência, através da leitura de diferentes textos que foram fornecidos. A exposição dos estudantes por meio de textos e imagens que envolviam uma visão positivista e cientificista da ciência ajudou a caracterizar estas visões.

Ainda durante o 4º encontro da disciplina, as primeiras aproximações dos aspectos epistemológicos da ciência - gerados pelo texto orientado como leitura - favoreceram a elaboração de alguns textos por parte dos licenciandos que evidenciaram uma reflexão mais pertinente à caracterização da visão da ciência, vendo-a como uma atividade contextualizada socialmente, que não busca verdades absolutas e que apresenta importantes mudanças.

O Quadro 15 traz uma síntese das visões apresentadas pelos licenciandos nos primeiros quatro encontros da disciplina. Conforme o exposto, observamos que dos 14 licenciandos participantes da pesquisa 6 apresentam uma visão mais restrita da ciência, associada ao absolutismo metodológico e ao objetivismo, os outros 8 apresentam visões integradas, dinâmicas e contextualizadas. Estas últimas foram construídas ao longo desses encontros e, nesse sentido, as atividades propostas pelos professores da disciplina favoreceram essa evolução e constituíram um esforço explícito de trabalhar a NdC com os licenciandos. Também se constituiu um ponto de referência para analisar tanto a evolução dessas visões como a emergência de novas compreensões da NdC, de acordo com a abordagem das QSC de DGPI e da criação da Célula Sintética.

Quadro 15. Caracterização das visões de ciência apresentadas pelos licenciandos

Visão de NdC		Licenciandos e seu curso de graduação	Descrição geral da visão da NdC
Dicotômica e absolutismo metodológico.		Mônica (CLPI)	As Ciências Sociais e Humanas são subjetivas e as Ciências da Natureza são exatas e objetivas.
		Kelly (CLPI)	As Ciências Sociais são flexíveis e seguem uma metodologia qualitativa e as Ciências Naturais seguem um método sistemático que abrange a observação, a emissão de hipóteses e o estabelecimento de leis.
		Denise (CLPI)	As Ciências Naturais evoluem conforme sua lógica exata, individualista e rígida.
Integrada		Kátia (CLB)	As Ciências Sociais e as Ciências Naturais podem ter seus fins e valores comuns voltados ao benefício da humanidade, assim é possível a integração destas ciências.
		João (CLB)	Existe um problema paradigmático na pesquisa que matem a separação entre as Ciências Sociais e as Ciências Naturais. Uma reflexão paradigmática pode gerar a integração da comunidade de pesquisa das ciências.
Objetivista		Fabiana (CLPI)	A ciência evolui conforme um processo exato e objetivo.
		Camila (CLI)	A ciência é um conjunto de conhecimentos objetivos e neutros.
		Silmara (CLI)	A ciência é metódica e constrói leis universais.
Socialmente contextualizada.		Rafael (CLB)	A ciência é construída coletivamente e os cientistas têm interesses e outros valores humanos.
		Vinicius (CLCS)	A atividade científica depende de determinados interesses ideológicos e políticos.
		Gabriel (CLB)	A atividade científica está articulada ao poder e a determinados interesses da indústria e dos militares.
		Regiane (CLB)	A ciência representada em livros didáticos não está contextualizada nos fenômenos e problemas locais do país.
Dinâmica		Alessandra (CLB)	A ciência muda ao longo da história de uma visão empirista a uma visão socialmente contextualizada.
		Saulo (CLCS)	A ciência na modernidade experimenta mudanças conforme a revolução científica.
Total	5	14	-----

Fonte: Interpretação de dados da autora

Também observamos no Quadro 15 que as visões mais restritas sobre a ciência são apresentadas pelos licenciandos de Pedagogia Infantil e Inglês, o que é explicável pela sua formação, que não considera um estudo dos aspectos da ciência. Os licenciandos de Ciências Sociais e Biologia apresentaram uma visão mais ampla.

É interessante que a presença de licenciandos de distintas áreas do conhecimento (Inglês, Pedagogia Infantil, Biologia e Ciências Sociais) possibilitou a caracterização de uma visão dicotômica e integrada da ciência, o que constitui uma nova contribuição para área de Ensino de Ciências em termos dos desafios propostos pela abordagem de QSC, pois estas questões são controvérsias públicas que circulam na mídia e estão presentes na vida de todos os cidadãos. Por esta razão, consideramos relevante a formação de professores de distintas áreas nestas questões, articuladamente com a formação da compreensão ampla da NdC. De fato, a aproximação de qualquer cidadão com a ciência constitui uma preocupação relevante da Educação Formal e Informal na sociedade atual.

CAPÍTULO 5. POSICIONAMENTOS ÉTICOS E POLÍTICOS DOS LICENCIANDOS SOBRE AS CONTROVÉRSIAS, AVANÇOS E ENRIQUECIMENTO DAS VISÕES SOBRE NdC

Várias pesquisas desenvolvidas no Ensino de Ciências têm evidenciado que, geralmente, os futuros professores se apropriam de uma visão positivista, sendo que os processos educacionais vivenciados durante a graduação contribuem para esta visão (GALLEGO; PÉREZ; TORRES, 2004 e GALLEGO *et al.* 2004). Ainda segundo estas pesquisas, provavelmente os currículos orientados para a preparação do futuro professor não propiciam espaços suficientes que favoreçam a construção de outras visões de ciência. Neste sentido, passamos a compreender que a construção de um espaço de reflexão voltado para a análise e discussão das QSC com a participação de licenciados de diferentes cursos pode favorecer a construção de uma compreensão mais ampla sobre a NdC. Esta configuração se difere do que é predominante nos espaços de formação de professores, em que somente participam licenciandos de uma determinada área das Ciências da Natureza (Biologia, Química ou Física).

Neste sentido a partir do quinto encontro da disciplina, foi evidenciado o estudo e a problematização das QSC do DGPI e da Célula Sintética. Nesse processo caracterizamos a emergência de aspectos controvertidos das QSC, os quais são muito importantes para ampliar a compreensão dos professores sobre a NdC e constituem umas das principais contribuições deste trabalho para o Ensino de Ciências e para a formação de professores.

O interesse pela análise das compreensões sobre a NdC a partir da abordagem de QSC é recente e constitui uma forma relevante de trabalho para construir compreensões plausíveis. Dos poucos trabalhos que existem neste tema destacamos as pesquisas desenvolvidas por Simmons e Zeidler (2003) e por Ling, Wan e Wai-Cheng (2011) que representam o início de uma linha de trabalho sobre as QSC e a NdC. Esta linha é enriquecida com as análises apresentadas neste capítulo e visam identificar as controvérsias propostas pelos licenciandos e seus posicionamentos sobre o DGPI e a Célula Sintética. Assim, constituímos evidências qualitativas que permitiram deduzir uma compreensão ampla da ciência, isto é, que abrangem aspectos éticos e políticos, aspectos que não eram considerados nas visões iniciais dos licenciandos.

5.1 AS CONTROVÉRSIAS SOBRE O DESCARTE DE EMBRIÕES, EUGENIA E A INSTRUMENTALIZAÇÃO DA VIDA

No Episódio 8 identificamos recortes das gravações dos encontros 5, 6 e 12 no qual as licenciandas Denise, Silmara e Kátia e o licenciando Gabriel identificam implicações éticas e morais do DGPI. Este tipo de diagnóstico envolve a manipulação do embrião humano e o dilema identificado tem a ver com seu descarte ou sua utilidade para a prevenção de determinadas doenças. Neste processo de estabelecimento do dilema também emergem questionamentos sobre o que é o vivo. Neste sentido, para analisar o *status* do embrião, os estudantes não se limitam aos aspectos biológicos, também percebem que seus valores e visões são parte desta compreensão, tal como é exemplificado na fala de Gabriel ao questionar o uso de qualquer embrião – de qualquer espécie animal –, bem como na fala da Fabiana que traz, para pensar os benefícios do DGPI, sua própria realidade como mãe e sua história familiar de doenças genéticas. No mesmo episódio, Mônica acrescenta à discussão uma compreensão própria do DGPI como algo característico da ciência e que envolve uma visão sobre o que sejam os embriões, pois ela apresenta a inquietação sobre o significado do embrião para a ciência dever ser como algo humano e não como um objeto. Esta afirmação é interessante ao considerar a defesa da necessidade de se considerar o embrião como um ser humano em potencial, ou seja, que não se limita a um amontoado de células.

Episódio 8 (Encontro 5)

[El grupo de Kátia, Saulo e Denise discute la lectura del periódico sobre el DGPI]

PP: ¿Qué han comentado?

Denise (CLPI): En que yo no estoy de acuerdo con ese texto.

PP: ¿Por qué no estás de acuerdo?

Denise (CLPI): Porque ellos dicen que toman los óvulos, ¿cómo es que se llaman?

PP: Óvulos es de mujer, espermias [...]

Denise (CLPI): Y después de cierto tiempo los examinan, cuando no les sirven los botan, yo digo que eso es prácticamente un suicidio [se refiere a un asesinato], porque ellos los dejan reproducir hasta cierto tiempo, cuando ven que tienen la enfermedad los desechan porque no sirven.

PP: ¡O sea, para dejar uno de ellos!. ¿No estás de acuerdo porque esos óvulos fecundados deberían continuar su desarrollo?

Denise (CLPI): Sí, al proceso de gestación.

Saulo (CLCS): Es una cuestión ética. Se puede pensar que sí, pero, como se van a fertilizar muchos óvulos, como se van a tener tantos, de alguna forma van a morir y es costoso.

[El grupo de Gabriel, Camila, Silmara e Fabiana socializa la lectura del periódico sobre el DGPI]

Silmara (CLI): [Narra a los compañeros sobre que trata el artículo]. Hacer experimentos con estos embriones [...] aquí dice una doctora que no está de acuerdo con que se haga esta manipulación de embriones, ella dice que en este momento el embrión ya existe vida [...], más o menos es eso.

PP: ¿Dudas?

Alessandra (CLB): Hay no dice de cuántos días está el embrión.

Silmara (CLI): No. Por eso estábamos en una [interrupción]

Alessandra (CLB): Ciertas teorías bioéticas asumen que ciertas semanas de un embrión aplica a un estudio, tocaría mirar.

Gabriel (CLB): Nosotros también nos planteamos esa discusión a partir de cuándo lo consideramos qué es vida o no. Si ya desde el cigoto o desde la mórula o el embrión. O si concebimos como la iglesia católica que el óvulo y el espermatozoide es considerado como vida, se prohíbe o sataniza ciertos métodos anticonceptivos. Era como esa discusión, también porque nosotros decíamos existe también por embriones, pero por el hecho de que no sean humanos nadie se mueve por eso, digamos embriones de pato en los champús, o en laboratorio de Biología, también se usa mucho para investigación los embriones de pollo, pero eso no aparece en el debate, entonces porque es de humano hay si me preocupa, pero igual es un embrión [...]

Silmara (CLI): El texto dice que el embrión es vida, partiendo de eso entonces se estaría asesinando vidas discriminadamente para dejar un embrión, un bebé.

Fabiana (CLPI): Yo tengo una hija. Todas mis tías han tenido cáncer de ovario y están muertas. Por parte de mis tíos también han tenido cáncer de próstata, entonces yo digo, yo también soy propensa al cáncer, entonces yo digo que sí le puedo pasar eso a mi hija, puedo ese caso, y me dicen usted puede como salvar de esa enfermedad [Interrupción]

PP: Salvar no, evitar que esa enfermedad se exprese.

Fabiana (CLPI): en mi hija, obviamente yo lo haría, entonces yo digo que estoy de acuerdo siempre y cuando sea para tratar enfermedades, pero como lo decía Gabriel para uso de cosas estéticas, como hacer embrión de pato para el cabello, eso no, pero las enfermedades eso sí.

(Encontro 6)

PP: Entonces estábamos en ese artículo que se titulaba: "Manipulación de embriones reabre una vieja polémica" publicado en el año 2009 en el Espectador [periódico colombiano] ¿Qué será lo que nos quieren decir en ese texto? En especial a qué se refiere con la expresión reabre una vieja polémica, o sea, había antes otra polémica ¿cuál?

Silmara (CLI): En qué momento el embrión es considerado como vivo, o ser vivo, ser humano.

[...]

Mônica (CLPI): En eso de la vieja polémica, también yo creo que es como la cuestión ética y moral de la ciencia, ya que esa polémica también se vale de, o sea, hasta donde es capaz, como decía la lectura [Se refiere a la lectura del caso Nash], hasta donde se ve al ser humano como ser humano dentro de la ciencia, no como un objeto.

PP: Lo de la lectura de Nash, entonces parece ser que la ciencia también está muy ligada a los aspectos éticos, vamos a profundizar eso [...]

(Encontro 12)

[Momento de orientación al grupo Desarrollo embrionario y concepto de vida]

PE: ¿cuál sería la discusión sociocientífica?

Kátia (CLB): No sé quizás como los otros estudiantes, no de Biología, porque nosotros sabemos un poco, cómo se puede asociar una sola célula al desarrollo de la vida [...]

PE: Sería una cosa más epistemológica que ética.

Kátia (CLB): Sí, claro. Podríamos abordar lo ético, pero a partir de qué sucede con los embriones en ciertas intervenciones, podemos abordar lo ético a partir de qué momento, digamos según los textos científicos se dice que el individuo está vivo o no, en qué momento se mata esa vida. Eso sería digamos un abordaje ético.

[Proceso de construcción de los objetivos de la exposición...]

Kátia (CLB): No podría ser de qué forma reconocer desde que punto el embrión se toma como vivo o algo así.

PP: Como reconocer diferentes visiones, discursos, no sé, sobre, si hablamos de la vida y el embrión, pero ya podríamos afirmar que está vivo ¿cierto?

Vinicius (CLCS): Sobre el concepto de vida y su relación con el embrión.

O debate sobre o descarte de embriões leva, para alguns licenciandos, ao dilema de se considerar o embrião como vivo desde o momento da sua concepção, de tal forma que qualquer intervenção contempla estar contra a vida. Este posicionamento se torna complexo,

pois tanto a célula, um espermatozoide ou um óvulo tem vida e, nesse sentido, emerge o questionamento: o que faz o embrião inviolável? Esta controvérsia transcendeu a básica opinião do grupo de estudantes e, necessariamente, levou a um estudo mais aprofundado que foi abordado no planejamento e realização da apresentação do grupo sobre “Desenvolvimento embrionário e o conceito de vida”, o Episódio 9 evidencia esta fase.

Episódio 9 (Encontro 16)

[Momento de socialización grupo Desarrollo embrionario y concepto de vida]

Kátia (CLB): *[Presentación del video Reproducción humana: de la fecundación al parto, la estudiante habla sobre organismos diploides, proceso de fertilización, fecundación, desarrollo del cigoto...]. Como parte del segundo objetivo quisimos reconocer diferentes discursos sobre el concepto de vida y su relación con el embrión, entonces podemos hacernos la pregunta ¿desde qué momento se considera vivo el embrión? Según Roberto Adorno profesor de Derecho de París, él es abogado y habla acerca de la legislación y derechos del embrión, como se puede proteger un embrión, procesos que veremos más adelante y que van a nombrar nuestros compañeros, la FIV, dice que los embriones tienen vida, y postula, pone dos posibilidades, un embrión se puede considerar vida después de los 14 días luego de la fecundación, por qué, porque hay desarrollo de la línea primitiva, se hace aquí la diferencia entre el pre-embrión y el embrión y debe asegurarse aquí un argumento que niega que el embrión sea pues un individuo, entonces a los 14 días ya hay desarrollo de tejidos, bueno y dice que a las 8 semanas ya a partir de ese momento comienza a funcionar el cerebro [...]. El 21 de mayo de 2009 Serrano Poveda, periódico La Razón, genera una polémica sobre que dice la ciencia sobre el comienzo de la vida humana. Diversos estudios científicos, reunidos por los firmantes de la declaración de Madrid, concluyen que la vida empieza con la fecundación, que es el momento en el que se constituye la identidad genética. ¿Qué razones tiene la ciencia para afirmar que la fecundación es el comienzo de la vida? Varias, como se señala en el párrafo anterior, el cigoto ya posee identidad genética propia, es decir, ya tiene un genoma que contiene toda la información necesaria para que el nuevo ser se desarrolle completamente hasta su condición de adulto. Pero hay más: un mecanismo biológico que refleja que el embrión temprano es un ser vivo organizado que se establece entre él y su madre, por medio de varios «mensajeros» químicos claramente identificados. Un libro bastante interesante [...] postula diferentes criterios para caracterizar un embrión vivo o no, se encuentra vivo porque es un ser distinto de la célula de la madre o del padre, su componente genético es netamente humano, y es un organismo completo aunque este inmaduro de todas formas es un organismo completo y a no ser que la enfermedad o la violencia se lo impidan llegará hasta su etapa madura y conformará un humano en la sociedad.*

Vinicius (CLCS): *Para abordar el concepto de vida encontré un artículo en internet de un uruguayo que aborda el concepto de vida desde la metafísica y la ética. A partir de la metafísica esta todo el desarrollo tecnológico [...] lo que estábamos hablando la vez pasada, que digamos la ciencia no tienen un desarrollo conceptual con los que vaya ligados a la ciencia humana, a la filosofía por decir de alguna manera, simplemente desarrolla la técnica y manipula los objetivos y no hay un desarrollo filosófico ni nada, ese es un impedimento para que la ciencia tenga un obstáculo para desarrollar el concepto de vida.*

Bueno ahora a la pregunta ¿qué es la vida? Para dilucidar se recorre al lenguaje, es como preguntarse que define a x, para definir a x se necesita una serie de elementos finitos, para que se pueda hablar de x, [...] traje el ejemplo de una definición de Aristóteles, para él la vida es “aquello por lo cual un ser se nutre, crece y parece por sí mismo” para el DRAE es : “fuerza o actividad interna sustancial, mediante la que obra el ser que la posee” Ahora bien se supone que la definición de Aristóteles se intuye una explicación, una causa externa algo que viene de fuera [...] cuál es la problemática del concepto, para definir a x es necesario que haya una serie de elementos constitutivos que puedan definir a x, que ese enunciado no pueda ser refutable [...] el lenguaje es un sistema cerrado para referirse a alguna cosa, en el caso de la vida no existe esa problemática pues son conceptos muy

abiertos, hace una diferencia entre lo explicable y lo inexplicable entendido como aquello que no admite una definición en términos explicables ni admite la posibilidad de recurrir a la experiencia como último recurso, ejemplos el milagro [...] ¿por qué algo inexplicable puede llegar a ser explicable? Como les dije el lenguaje está constituido de elementos que se refieren a un concepto para ser abordables, el concepto de vida, de milagro, o alma necesita de otros elementos que no son explicables para poder explicar lo inexplicable, el concepto de Aristóteles [...] Ahora bien a partir de esa explicación existe realmente la explicación del concepto de vida, el autor recorre a dos conceptos, uno a partir de lo mecánico y lo orgánico, lo mecánico la vida se reduce a un proceso físico y químico subordinado a lo orgánico y lo inorgánico, en un conjunto de piezas que reciben estímulos para dar respuestas similar a una máquina [...] Conclusiones, en si para que el concepto de vida logre ser, logre preservar eso que lo constituye, ese enigma, es necesario dejar esos elementos que lo inexplican, dejarlos así quietos, dejarle el valor de alma, de esencia, del ser, para que el mismo concepto de vida sobreviva. Desde el punto de vista semántico no es posible crear vida, porque el hecho mismo del conocimiento desde sus orígenes y sus fines, destruye su inexplicabilidad y destruye el concepto, por lo tanto es necesaria la ignorancia para subsistir, la definición misma de vida destruye el concepto. El autor propone dejar de lado la pregunta qué es la vida y establecer una diferencia entre lo que es el ser y el ser vivo, el ser es una totalidad no hace diferencia entre lo que está vivo y no está vivo, algo complicado de los griegos a la modernidad ha cambiado porque el ser fue algo que dejo de ser pensado. Traje un video [pasa el video sobre Heidegger ...]

Neste episódio Kátia considera os conceitos científicos como fertilização, fecundação, zigoto em relação aos dias e o desenvolvimento embrionário. Ela chama a atenção sobre o uso do termo embrião ser utilizado somente após os 14 dias da fecundação, portanto, o que existe antes deve ser chamado de pré-embrião. Sabemos que este termo foi adotado pelos praticantes da fertilização *in vitro* (FIV) por razões mais políticas do que científico (SILVER, 1997). Dessa forma, Kátia indica que existem argumentos explicativos ou pelo menos que procuram delimitar um início da vida, tal como a formação de sistema nervoso, a identidade genética única ou o processo gradual do desenvolvimento humano. Nesse sentido, reconhece que a ciência tem um papel importante, pois contribui para o entendimento da existência de uma linha divisória sobre o início da vida humana. A discussão se amplia quando Vinicius (licenciando em Ciências Sociais) traz uma problematização do conceito de vida desde as posturas filosóficas. Nesta apresentação ele questiona os fundamentos da ciência enquanto distantes dos aspectos humanísticos o que dificulta uma compreensão mais aprofundada sobre a vida, portanto, seria necessário considerar que o conceito de vida parte de elementos inexplicáveis e que se faça a diferença entre o ser e o ser vivo, pois segundo o estudante, apoiado no vídeo sobre Heidegger, atualmente o questionamento pelo ser foi deixado de lado.

No Episódio 10, correspondente ao encontro 17 e 18, identificamos que, a partir da discussão do grupo sobre o DGPI, a licencianda Silmara considera o descarte de embriões como assassinato, pois eles não são apenas uma célula ou a simples junção destas. Além disso, questiona como a eugenia negativa, própria da seleção de embriões sem doenças, não leva necessariamente a perfeição ou a pessoas cem por cento sadias. Este aspecto é relevante,

porque se aproxima das críticas feitas ao desenvolvimento da Biologia Molecular que contempla discursos deterministas. A controvérsia sobre o descarte de embriões também é considerada pelos licenciandos Rafael, Gabriel e Camila evidenciando uma discussão moral e teológica, uma vez que os valores, especialmente da Igreja Católica, abordam sobre o retirar a vida de um ser humano que existe desde a sua concepção. Além do mais, as orientações da igreja são bastante aceitas pela população colombiana o que implica um desafio de se abordar o desenvolvimento científico e tecnológico.

O argumento de o embrião ser moralmente equivalente a um ser humano tem sido utilizado na discussão sobre o aborto e sobre o uso de células tronco embrionárias, o que dificilmente tem levado à conciliação política, muito pelo contrário, tem incentivado posturas de embate entre o respeito do embrião *versus* a manipulação deste. Neste sentido, a abordagem destas controvérsias na sala de aula permitiu que os licenciandos vissem a ciência e a tecnologia como conexões de sua cotidianidade, sem importar a área de desenvolvimento profissional, tal como acontece com Silmara, Camila, Rafael e Gabriel que reconhecem que as apreciações religiosas sobre o embrião incidem na compreensão sobre o *status* do embrião.

Episódio 10 (Encontro 17)

[Discusiones en el contexto de exposición del grupo: Tecnologías del DGPI y desarrollo en Colombia]

PP: Sería pertinente pensar que con lo que ustedes definieron al embrión, hasta qué fase se experimentaría ¿con todo ese lapso de desarrollo o hasta dónde está permitido o hasta dónde no? Por eso eran claves los conceptos que nos pasaban la anterior vez de feto, cigoto; porque ahí dice manipulación de embriones. Bueno, una pregunta para todos para que miremos unos aspectos, o sea ¿Qué implicaciones tiene eso que acabamos de ver? ¿Qué implicaciones hay de esa técnica? [...]

Silmara (CLI): Pues, a veces por falta de información la gente se crea un imaginario de perfección o de no enfermedades, no sé, del 100% sana, y pues sabemos bien que desde una postura crítica, que ya no es posible pensar solo así, digámoslo así como usted decía profe, esa parte de enfermedades o si es, un 100% sano no va a existir, sino que puede depender de enfermedades cromosómicas no solo del gen, que es lo que estudia DPG.

PP: [...] Pensemos en implicaciones directamente con el uso de la técnica, o sea, lo que ellos están haciendo en este momento con esos embriones, o sea de FIV. ¿Qué implicaciones hay ahí?

Silmara (CLI): Pues lo que decíamos nosotros al principio, creímos que era como atentar contra una vida.

PP: ¿Por qué? ¿Por qué se atenta contra una vida?

Silmara (CLI): Porque unos consideraban, si sólo consideraban el hecho de una célula vida, digamos el óvulo o el espermatozoide, ya es vida, pues mucho más la unión entre esos dos, en la fecundación del óvulo y el espermatozoide, pues hasta lo que yo tengo ya establecido, es vida. Entonces ya se manipularía la vida a cambio de perfección.

PP: La implicación que está colocando Silmara es que esa técnica lleva una manipulación de vida, entendiendo que tanto los gametos son vivos ¿cierto? Y la otra que tú colocabas, era la búsqueda de perfección ¿no? Como si fuera propio de nosotros buscar ese embrión ideal. Listo, unas posibles implicaciones. Esta de manipulación de la vida, no lo podemos responder sólo desde la Biología, habría que pensarlo en términos filosóficos, cómo estamos entendiendo para dónde va el ser humano. Porque si ya nos estamos atreviendo a hacer manipulaciones de vida y a buscar lo que queremos, a establecer ciertos fines, eso

también compete con la visión del ser humano, pero también aquí en términos biológicos. Listo ¿Qué otras implicaciones tiene eso, el uso de esas técnicas?

(Encontro 18)

[Los expositores "Posibles implicaciones ambientales de la manipulación genética" piden al grupo de estudiantes evidenciar polémicas de estos desarrollos científicos y tecnológicos]

Rafael (CLB): *La religión y la genética en cuanto a Dios es el creador de todo ser viviente y que si Dios nos dio, tal vez un hijo con Síndrome de Down es porque nos quiso poner una prueba, cuando tal vez la genética demuestra lo contrario ¿no? más en un país como Colombia que un 75% de la población es de religión católica, entonces si generaría gran controversia por eso.*

Gabriel (CLB): *Tú. Otra controversia de las muchas que hay del uso de esas técnicas.*

Camila (CLI): *¿Desde cuándo se genera la vida? una controversia es: ¿desde cuándo se considera que el embrión está vivo o no? aquí también entraría como la religión en esa controversia.*

Gabriel (CLB): *Ahí también entraría a jugar un poco los conceptos religiosos en cuanto al inicio de la vida y definir en qué momento se es vivo o no, en cuanto a que tenemos una postura del vaticano, que digamos el hecho de usar preservativos es un hecho de atentar contra la vida misma ¿sí? Entonces, ya estamos diciendo que antes de que se produzca esa fecundación o fertilización, ya hay vida ¿sí? Entonces, también entran unas discusiones fuertes ahí. Bueno.*

PP: *Pero ahí en lo que se está diciendo referente a la vida, no estaría sólo en aspectos religiosos, o sea, la filosofía siempre se ha preguntado por el tema de la vida ¿no?; entonces, parece ser que también ahí nos harían llamado los filósofos, desde donde se está entendiendo la vida ¿cierto?, y ahí vendría la discusión fuerte con la Biología y la Filosofía, pero ahí vendría esa gran discusión entre esos dos grupos, bueno, si la Biología cree que hasta que haya un sistema nervioso, o hasta que haya una implantación hay vida, todo lo que está atrás es manipulable; y si la Filosofía dice: no, ya nosotros estamos viendo que hay un proyecto de ser humano ahí colocado, ahí la cosa cambia y hay una fuerte controversia en eso.*

Gabriel (CLB): *Digamos que se demarcan diferentes posturas sociales, diferentes discursos en torno al común que es ¿Cuándo empieza la vida misma? Y también nace a partir de estas mismas manipulaciones, estas controversias, no sé [...]*

No Episódio 11 identificamos que para Denise e Silmara a crença moral, fundamentada em uma convicção religiosa, influência o entendimento da questão do DGPI. Já para Rafael os elementos religiosos não constituem a sua crença, pois ele expressa que adota postulados próprios da Biologia, no entanto na sua abordagem da questão do DGPI seu interesse foi orientado neste sentido, dado que em sua família são praticadas diversas religiões e que ele vivenciou um caso de tomada de decisão em que os valores religiosos foram predominantes.

Para Denise a vida é criada por Deus e, nesse sentido, é perfeita, mas pode ter suas limitações. No entanto, jamais será comparada com a vida criada a partir de uma intervenção científica. Da mesma forma, para Silmara, Deus tem o controle da vida, assim quando os seres humanos realizam manipulações genéticas parece que estão brincando de Deus. A partir disso, identificamos a existência de uma ética heterônoma, em que as licenciandas sustentam seu posicionamento a partir de uma autoridade não humana que determina pautas normativas do que é permitido e do que é proibido. Esta caracterização corresponde mais propriamente a

uma crença do que a um argumento racional, o que para Blackburn (2005) se trata de uma argumentação que se orienta sob o recurso ao mandato divino, ou seja, uma dualidade entre o bem e o mal, sendo que o primeiro corresponde a uma orientação do divino e a segunda ao que ele proíbe.

Episódio 11 (Entrevista Denise)

Denise (CLPI): La religión creo que sería el choque más fuerte que tendría la eugenesia. Porque la religión tiene demasiadas personas y se ha escuchado decir al mismo papa que nunca estaría de acuerdo con el aborto, y la eugenesia sería como una práctica de aborto, no sería, sería casi igual porque son genes que se sacan y se botan, le cambian ciertas cosas y si ven que no sirve lo botan prácticamente a la basura porque no hacen uso de él, entonces el choque más fuerte sería con la religión.

PP: ¿Tu eres religiosa?

Denise (CLPI): Cristiana

PP: ¿Cómo ves eso?

Denise (CLPI): Mi concepto muy personal, yo estoy de acuerdo con la religión cristiana, pero yo digo que, o sea, que habrían que hacer excepciones en ciertos casos [...]

(Fragmento do texto de Denise sobre o resumo das leituras)

[...] Las cantidades de enfermedades que pueden ser adquiridas genéticamente son inmensas y muchas más las que según los científicos aun no han sido conocidas, esto nos dicen los científicos, a mi parecer las diferentes formas de vida que el ser humano pueda desarrollar y la creada por DIOS nunca serán iguales, ya que la creada por el hombre puede nacer de una forma poco segura y tal vez pueda ser utilizada de una forma no muy común y afecte el desarrollo de esos niños, pero la vida dada por DIOS es una vida perfecta dentro de lo que cabe, tal vez con algunas falencias pero también con una seguridad de que como cualquier otro ser creado por este nace, crece y se reproduce a su gusto, sin ningún tipo de intervención científica. [...]

(Entrevista Silmara)

PP: A mí me gustaría saber qué ideas te llevas sobre la cuestión de eugenesia a partir del DGPI.

Silmara (CLI): Muy interesante el hecho de clasificar los genes, digámoslo así matar personas, matar, digamos un gen era ya vida, el hecho de desecharlos en el proceso ya era como un juicio de que no estaba bien, el hecho de separarlos y desecharlos, a mí me pareció interesante cuando desechaban ahí, bueno ya más allá del DPG, pero también tiene que ver cuándo por conveniencia la gente llegaba a utilizar esto como por vanidad, digamos puede manipular los genes, entonces también se puede manipular el color de los ojos, el color del pelo y pues digamos que ya lo vimos, gente que decide cómo va a ser su hijo, quiero que salga así, pero no está teniendo cuidado de, bueno para mí que yo soy cristiana, por ejemplo que Dios decide cómo va a ser cada persona, por más métodos que hayan no deberían intervenir en esa parte, para mí es como una burla el hecho de crearse dioses y voy a hacer una persona así y así, luego colocarlo en las trompas e iniciamos el proceso. Me parecía un juego y la verdad es jugar con algo que es la vida y Dios es el único que puede definir quién es si es moreno, pero la gente ya juega mucho con esto. Lo mismo que decíamos de las enfermedades, que lleve un gen o no sé como un porcentaje que desarrolle la enfermedad no quiere decir igual que la vaya como tal a desarrollar en un futuro, también podría que no, parece que la gente no quiere correr ningún riesgo, no reconoce que así no sean los genes de una u otra forma, lo que decíamos, tiene que morir de alguna manera. La gente quiere controlar todo aspecto de la vida, pero para mí no es posible, porque Dios controla la vida y la muerte, entonces más como manipulación.

(Entrevista Rafael)

PP: ¿cuál es la principal controversia que usted considera del DGPI?

Rafael (CLB): La que más me llamo la atención y siempre lo expresé fue lo del carácter de la religión. Otro punto también el nivel económico y social que puede generar esto.

PP: En una clase tu habías dicho una persona se enfrentaba con los designios de Dios.

Rafael (CLB): Quizás yo me enfoque más porque en mi familia se manejan tres tipos de religión, testigos de Jehová, cristianismo y católicos en una sola familia, en un caso mi

sobrino estaba enfermo, tenían que hacerle transfusión de sangre, mi hermana no lo permitió porque todo debería ser en manos de Dios [...].

PP: *¿Tú a que religión perteneces?*

Rafael (CLB): *Soy biólogo, yo no profeso ninguna religión. [...] Entonces en un hogar tan sencillo de cinco personas se genera tanta polémica de la religión contra la ciencia, entonces por eso me llamo más la atención la cuestión religiosa.*

Os episódios 8, 9, 10 e 11 permitiram identificar que as questões de ciência e tecnologia promoveram a discussão no campo da moral e da ética. Outros estudos realizados por Guimarães (2010; 2011) demonstraram que estudantes de Ensino Médio, ao abordarem o tema de eugenia negativa e positiva, mobilizaram suas representações sociais em dois grupos, um com uma perspectiva religiosa e outro sem essa perspectiva. Aspecto interessante para ser considerado nos processos de Ensino de Ciências ao pensar no discurso que é desenvolvido pelo professor e a cultura trazida pelo estudante, o que muitas vezes pode levar a um aprendizado insatisfatório.

Da mesma forma Guimarães, quando indagou estudantes da licenciatura em Ciências Biológicas, sobre suas concepções a respeito do início da vida humana, constatou-se argumentos sobre a diferença da vida do embrião congelado e da vida do embrião implantado no útero, isto foi possível devido a abordagem da aprendizagem situada que possibilitou que os alunos no grupo focal expressassem suas crenças religiosas e não religiosas, para assim compreender mais sobre o uso do embrião na pesquisa de células-tronco.

Outros elementos apareceram, o que é trazido no Episódio 12, constituído de recortes das gravações dos encontros 6 e 18. Nestes, os diferentes licenciandos questionam as implicações da técnica do DGPI, e a controversa sobre a seleção de embriões e o dilema próprio da eugenia genética são potencializados. Neste sentido, Kátia argumenta que a partir do DGPI se pretende ter seres humanos 100% sadios e que esta situação vai contra o mecanismo natural. Também de que é gerada uma divisão entre a população, pois de um lado estariam aqueles selecionados para não desenvolver determinada doença (considerados como uma superpopulação) e aqueles não selecionados. No entanto, esta ideia é questionada por Gabriel e Regiane dado que invalidam a ideia de a exclusividade de doenças estarem vinculadas ao tipo genético e consideram importante considerar a existência de outras doenças que possivelmente se potencializariam com a aplicação do DGPI. Assim como, a Mônica considera que neste processo de aceitação da técnica se desconhece que a população além de morrer por doenças também morre por fenômenos sociais como a violência.

Neste mesmo sentido, na apresentação realizada por Saulo e Gabriel o dilema da eugenia como forma de seleção genética se amplia, pois eles reforçam a ideia de Kátia que

questiona as implicações do acesso e as consequências de uma superpopulação. A argumentação vai ao sentido de que este diagnóstico está levando a novas representações e ações do humano, nas quais as interações dos organismos com o ambiente perdem valor e emergem noções de super-homem ou homem sem defeitos. Os licenciandos cunharam a expressão racismo gênico para mostrar uma séria preocupação com uma divisão de classes, neste caso de pessoas selecionadas e aquelas naturais, e que isso necessariamente levaria a privilégios e exclusão de pessoas deficientes. Este processo de mudança de pensamento sobre a compreensão do organismo também foi considerado por outros estudantes no Episódio 13. No entanto, para Saulo e Gabriel existe uma forte relação da eugenia genética com posturas reducionistas e deterministas, pois a cada dia o pensamento vai em direção a termos de genes e quanto mais se dê valor aos genes, tanto para doenças quanto em comportamento, o ser humano passa de um complexo de interações a protótipos e, para dito fim, é possível escolher entre a diversidade de embriões.

Episódio 12 (Encontro 6)

[El grupo de Kátia, Saulo e Denise socializa la lectura del periódico sobre el DGPI]

Kátia: Profe, hay también podemos hablar hasta qué punto es benéfico que esta técnica sea pública, porque lo que pasa es que con este tipo de técnica al hacerlas tan asequibles, lo que podemos generar es individuos 100% sanos, ya que podemos manipular genéticamente. Ningún papá va a querer que su hijo salga con alguna enfermedad, entonces estaríamos de una u otra forma generando una sociedad sin enfermedades, ya no habría el control natural, posiblemente se generaría superpoblaciones por qué, porque los individuos sanos viven mucho más tiempo. Entonces yo creo que es bueno que estas técnicas sean no tan asequibles a todo el mundo, porque todo el mundo desea que sus hijos salgan sanos, pero pues profe, de todas maneras no es un procedimiento que uno diga, bueno, utilicémoslo porque así acabo el problema de producir individuos 100% sanos o con pocas enfermedades y no va ver un control digamos de ellos, si una superpoblación, superpoblación de individuos sanos, qué va a pasar con los que no pueden.

[Silencio] [...]

PP: Estamos hablando de eugenesia y en este caso de tipo negativa, manipulación genética hacia una perfectiva del ser humano en este caso de control de enfermedades, pero también está la eugenesia positiva, ya para características estéticas o conductuales [...]

Gabriel (CLB): [...] de tener seres perfectos, aparecen nuevas enfermedades o se potencien otras enfermedades que no sean genéticas, otras que afecten como las virales

Regiane (CLB): Es una perfección incompleta [...] uno podría hablar manipulación hasta cierto punto, hay cosas que no se pueden [...] no es garantía de que las personas no desarrollen otro tipo de falencias a nivel de salud, no es tan cierto de llegar a seres perfectos.

Mônica (CLPI): Hay que tener en cuenta que así seamos hipotéticamente 100% sanos en el sentido de cuestiones de salud, la gente no se muere solo por enfermedades, también se muere por accidentes, por el conflicto armado, la desigualdad social.

(Encontro 18)

[Presentación del grupo: Posibles implicaciones ambientales de la manipulación genética]

Saulo (CLCS): El objetivo se había discutido en las tutorías y se había acordado que era: evidenciar las implicaciones sociales, culturales y naturales de las manipulaciones genéticas, pues especificando el DGPI y las Célula Sintética. Evidencias porque generalmente se tiende a desconocer un poco cuáles pueden ser las posibles implicaciones de este tipo de herramientas o tecnologías. A modo de introducción, un compañero nos había hablado que el auge de la Biología Molecular y de la Genética en las Ciencias

Biológicas, está llevando a un cambio sutil pero fundamental en el pensamiento de nuestra sociedad, efecto de eso son espacios académicos como estos donde se reflexiona, se aborda desde ese tipo de cambios sutiles, pero que es importante analizar. Poco a poco se nos está acostumbrando a pensar en términos de genes, y no de seres vivos que disfrutaban o sufrían de un entorno en particular y en concreto. Eh... Pues, esencialmente, esencialmente ese cambio sutil, ha llevado a que en términos de genes, se vea todo tecnificado y como a forma de máquina, donde el concepto de ser vivo se tiende a opacar.

Gabriel (CLB): *En cuanto a modo introducción, entonces ¿por qué decimos que, que digamos este desarrollo, o este acelerado desarrollo de las técnicas de manipulación genética ha llevado a que haya cambio sutil en el pensamiento? porque primero que todo, pues, este desarrollo de las técnicas, pues va de la mano también con un desarrollo, pues tecnológico y una aplicación de estas, digamos, a los procesos mismos del ser humano, digamos, a la agricultura, esos desarrollos de manipulación genética se han aplicado a la agricultura, digamos, ya no tenemos que ocupar grandes extensiones de tierra o gran cantidad de personas enfocadas en trabajar la tierra [...]*

Ya las manipulaciones genéticas para... que tienen que ver con el ser humano, con el ser humano mismo y con su desarrollo biológico, pues ese cambio de pensamiento se ve aún más influenciado, ¿sí? Porque, hacía dónde está enfocado ese desarrollo, hacia dónde se está pensando esa eugenesia, o cuál es el fin último de ésta eugenesia ¿un súper hombre? ¿Un hombre sin defectos? Bueno sin defectos por decirlo así, en sus aspectos biológicos, entonces eso también lleva a concebir nuevas relaciones, porque ya estaríamos, no hablando de un racismo de razas por decirlo así, sino un racismo genético; entonces, eso también cambia en sí la forma de pensar de la sociedad en general.

Cuando llegué, pues mi compañero estaba hablando del segundo punto en cuanto a genes y en cuanto al ser, es decir que ya no se piensa en términos de ser mismo, ¿sí? Digamos, que era propio de la modernidad pensar en el ser, ya pues ese ser no se piensa como alguien ahí que interactúa que está sujeto a ciertas dinámicas sociales, sino que se piensa ahora en términos de genes, ¿sí? En que qué “gen” codifica para qué acción, para qué eh condición, ¿sí? O para qué tipo de personalidad, o digamos, actos violentos, o criminalidad, todo eso ya se piensa es en términos de genes, no en términos de la persona como tal y la persona cómo se relaciona con el medio, si tuvo una infancia traumada, sino ¿sí? Sino que ya, si tiene el gen de la delincuencia, si tiene el gen de la drogadicción, entonces ya se empieza jugar también con eso, entonces ya como decía mi compañero, ya no se piensa en el ser sino se piensa es en los genes y en los genes que determinan ese ser ¿sí?

Saulo (CLCS): *se pierde la humanización del hombre, ehh, empezamos por explicar qué es una implicación [...]*

A discussão do determinismo genético não se fortalece diante as pesquisas científicas que a cada dia identificam nos organismos uma maior a predisposições a doenças. Como muito bem menciona Mejía (2009), existe grande quantidade de mutações associadas a doenças psiquiátricas com mais de 50 mutações de genes, por exemplo, a esquizofrenia é uma delas, ou também o caso de doenças poligênicas (pressão alta, diabetes mellitus etc.). Neste sentido, seria questionável o argumento de implantar um embrião sem defeitos gênicos. Para Regiane, Denise e Rafael (no Episódio 13), o DGPI leva a visões de perfeição, do que decorre o questionamento de Regiane sobre o humano que se quer formar ou desenhar. Ela reconhece que é uma questão ética e que coloca os indivíduos em situações discriminatórias. Da mesma maneira, Denise considera o acesso ao DGPI relacionado a hierarquias de superioridade e inferioridade, cujos embriões selecionados terão maiores vantagens sobre os não manipulados. Para ela essas divisões não fazem distinção entre a prevenção de determinadas

doenças genéticas e a seleção de características estéticas ou positivas. Já Gabriel, tanto no encontro como na entrevista, considera que o DGPI tem efeitos na sociedade. Apesar de considerar os argumentos dos eugenistas (sobre como se pode contribuir na evolução da própria espécie de forma positiva), ele chama a atenção do grupo de licenciandos para olhar esta prática no futuro. Se a aplicação da técnica for ampliada pode levar a configuração de elites e, embora pareça ficção, a técnica está se tornando mais eficiente e sua regulação ainda é precária. Cada país tem posturas diferentes, o que pode fazer com que os cidadãos, diante de uma negativa em sua decisão onde moram, procurem a técnica em outro local.

Esta situação é alertada por Habermas (2004) no marco de uma ética dialógica que reconhece que vivemos em sociedades pluralistas. As concepções sobre o significado de vida boa são diversas, mas há a possibilidade de se estabelecer um consenso que considere que as normas morais têm relação com a convivência justa. Para o autor, o uso do DGPI para fins curativos que beneficiem ao embrião seria mais fácil de ser aceita na comunidade do que o da eugenia positiva. Nesta última, o embrião é considerado como indisponível e estaria beneficiando a terceiros, pois deixa aos critérios dos pais o que seja considerado melhor para seu filho. Nesse sentido, deve ser considerada a possibilidade de o nascimento ser em condições simétricas diante de outros seres humanos. Se ao nascer houver o compartilhamento da indeterminação biológica é possível que se conserve uma convivência justa na sociedade.

Episódio 13 (Encontro 18)

[Presentación del grupo: Posibles implicaciones ambientales de la manipulación genética]

Regiane (CLB): [...] Más allá de evaluar la postura de la religión, que si el estado es laico, que si no lo es, de pronto la controversia está más centrada, pues por eso mismo por lo que es cuestión sociocientífica, está atravesada por la ética. ¿Sí? A parte de eso, pues podría ser la noción de vida, cómo se está entendiendo un sujeto ¿sí?, a partir de esas manipulaciones, qué clase de persona quiere ser formada o quiere ser diseñada a partir de esa técnica, y también estaba la discriminación, eh, esta parte del diseño y del ideal de persona que quiere ser establecida a partir de esa técnica, está estableciendo como unos lineamientos de selección, como un manual de humanos ¿no?, entonces ahí es como asignarles ciertas cualidades, porque obvio si está mal, pues no va a ser idóneo, si hay algún error, si hay una patología, no es una persona y no hace parte del modelo que se desea ¿no?, como... evidenciar esos caracteres como potenciales criterios de discriminación a nivel social.

Denise (CLPI): Pues yo creo que, que también habría una controversia de tipo social, porque pues las personas que nacerían bajo el DGPI, si tendrían como algo superior a los demás, porque ellos ya nacerían como sin enfermedades básicamente genéticas, tendrían una descripción física del modo a lo que los padres de ellos decidieron, ya las otras personas serían como inferiores en cuanto a esas descripciones, ya todos ellos serían como muy parecidos, no sufrirían de enfermedades y las otras personas ya pasarían como a un segundo nivel ante la sociedad, porque ya la sociedad: bueno, si ellos se mueren ya sabemos que los podemos reemplazar por otros sin ningún problema, porque los podemos hacer a nuestro modo para que ellos sigan nuestras propias reglas sin pelear, porque todos ellos van a tener los mismo atributos físicos y de pronto, pues van a ser más hmm, van a

sobrellevar más los cambios que nosotros queramos adquirir a sus vidas, porque para que ellos sea curados genéticamente de ciertas enfermedades, van a tener menos riesgos de sufrir las enfermedades comunes que actualmente nosotros podemos sufrir con una simple lluvia o algo, o cosas de ese tipo.

[...]

Gabriel (CLB): Entonces para que digamos el genoma de la especie humana no se degenera, no se deteriore, entonces lo que hay que hacer en una intervención misma desde el humano, si ya se ha hecho, se ha degenerado por la misma acción humana, pues la misma acción humana es la que tiene que intervenir para que no se siga degenerando, ¿cómo? A partir de técnicas y métodos de manipulación genética, como DGPI, entonces ese también es otra controversia que emerge ¿sí?, ese tema de la disgenesia [...] si pensamos en un futuro de manipulaciones genéticas ¿cómo sería? Las manipulaciones eugenésicas destinadas a reducir la propensión hacia la criminalidad y la violencia, podrían resultar en que la población terminase siendo esclavizada por un agresor externo ¿sí?, debido a que ha perdido la misma capacidad de defenderse, entonces lo que va a configurar, no es ahorita lo que estamos discutiendo si hacemos la técnica, si acceden todos, si hacemos una sola por porción, sino es pensarse a futuro, qué repercusiones va a tener eso ¿sí? Lo que hablaban ahorita en cuestión de crear digamos una élite genética ¿sí?, un grupo élite en el cual, pues bueno, ayer yo precisamente me estaba viendo esta película GATACA, la que veíamos en el tema de raciocinio moral.

(Entrevista Rafael)

PP: ¿A partir del trabajo realizado cuál es tu noción de vida?

Rafael (CLB): [...] Estamos mirando si este prototipo europeo se adapta a las condiciones de un clima tropical, que enfermedades que no sean hereditarias puede contraer este prototipo. Entonces sí creo que ese tipo de manipulación cambiaría la vida del ser humano. Además eso es en un carácter morfológico, pero a nivel social también se vería la diferencia, por un lado los perfectos y por otro los imperfectos los que nacemos naturalmente, entonces también generarían discriminación a nivel social.

(Entrevista Gabriel)

[...] una vez lo abordamos en clase, si ya como que tenía una mirada más amplia, porque estaba mirando que no solo tenía que ver, digamos con este tipo de ideologías políticas, sino que ya tenía que era digamos con un proceso mismo de la humanidad, como un desarrollo de la ciencia y la tecnología y aplicado pues como al mejoramiento de las condiciones humanas, condiciones físicas y fisiológicas, biológicas por decirlo así. Pues yo veo que digamos como enfocado a la selección o como a una elitización de la sociedad, en que digamos que las personas a medida que pueden acceder a esta técnica se va haciendo, digamos que funciona así como la evolución, como la selección natural, o sea, a medida que más personas que se realicen técnicas eugenésicas cualquiera que sea, pues ellas van a tener mayor probabilidad de sobrevivir, entonces van a pasar como a una nueva generación. Ellos pues primero ya llevan esa manipulación eugenésica previa y pues la van a seguir sobrepasando, es decir que, en esa lógica pues que en un futuro muy próximo, pues si se aplican las técnicas eugenésicas en masa, puede en pocas generaciones va a haber pues una población de super humanos [...] pero pues como uno sabe que lo que se expresa realmente es una suma del genotipo más el fenotipo, entonces pues no se puede eliminar todas las variables, pero pues aun así, si eso se aplicara en masa, digamos también lo que hablábamos en cuanto a las políticas públicas de cómo esto podría llegar a ser o no una política pública, digamos pedida por la secretaria de salud, por el ministerio de salud, cualquier ente gubernamental que regulara [...] no solo tendría que ver con lo económico y con las cuestiones de los estratos y clases sociales, sino que ya tiene que ver con condiciones genéticas, físicas, mentales también, porque también se habla de que superioridad. Pero entonces yo digo, bueno, a no entonces siempre para los ricos lo mejor, siempre para ellos lo mejor, entonces no, para todos.

Outro dilema identificado sobre o DGPI tem a ver com a instrumentalização da vida. No Episódio 14, correspondente aos recortes do encontro 18 e as entrevistas, os licenciandos Vinicius, Kelly, Alessandra e Saulo compreendem que o DGPI leva a uma nova condição de entendimento sobre o ser humano. Nas palavras de Vinicius o humano surge como objeto para

a ciência, ou no caso da Kelly há a perda do natural, se referindo à indeterminação genética, assim como, Alessandra e Saulo veem o controle exercido pelo ser humano sobre o mesmo ser humano, que se coloca na tarefa de definir o que é importante, desejável e indesejável em um embrião. Ainda, para Alessandra a questão do DGPI tem relações com a geração de lucro o que leva a temores, pois este diagnóstico tem um duplo sentido.

Episódio 14 (Encontro 18)

Vinicius (CLCS): *Pues, yo creería que una controversia digamos es lo que usted decía al principio sobre, digamos lo de que digamos las peleas ya no van a ser por clase, sino que van a ser como por razas ¿no?, distinción de características ya humanas superiores ¿no? Eh, otra controversia, la que se había mencionado una vez en clase con respecto a que el ser humano ya es un objeto creado por el hombre para un fin específico, yo una vez leí un artículo de una revista de internet, que EUA tenía el proyecto de hacer super soldados a partir de esa técnica ¿sí?, entonces hay una implicación muy grande con respecto, no tanto al sentido de la vida, pues por la controversia que se expuso la vez pasada, sino al sentido de lo humano ¿sí?, hacia donde va dirigido el sentido de lo humano, teniendo en cuenta que el sentido de lo humano ya decayó hace muchísimo tiempo.*

(Entrevista Vinicius)

PP: *¿cuál es la principal controversia que consideras del DGPI?*

Vinicius (CLCS): *Lo que habíamos hablado de que digamos el ser humano es un objeto para la ciencia, es una religión como lo dije la clase pasada, ya no hay una creencia comprobada científicamente se da por obvio, vamos a experimentar tal procedimiento genético, la ciencia no necesita moralismos ni éticas que restrinjan eso, sino que le da rienda libre al experimento.*

(Entrevista Kelly)

Respecto a la eugenesia y demás pues es una práctica complicada me parece a mí, tiene muchas discusiones y es lo que se ha abordado en el largo del curso que no es sólo el diseño de personas que nunca se enfermen, yo lo veo como eso, el diseño o la construcción de un prototipo de persona que va cada vez más perdiendo su carácter natural, perder un poco sus características, una problemática es que se acaba la diversidad en ese sentido y se van creando otras culturas, eso lógicamente va cambiando las relaciones biológicas y sociales.

(Entrevista Alessandra)

[...] Para mí es una arma de doble filo, porque no se puede desconocer que hay personas están muy enfermas que necesitan ayuda, unas condiciones de vida muy malas por su enfermedad, pero también como toda la influencia que tendrá esto, si se puede usar para la enfermedad entonces yo también la puedo usar para verme más bonita, no tengo el color de piel entonces quiero ser blanco, entonces las personas que lo ven más como una forma de ganar dinero con ello, juegan con esa percepción ética que tienen las personas sobre eso. Es cambiar el hecho de concebir una vida [...]. Cambiar la concepción de vida, es como cambiar el mismo hecho de toda la historia, es complejo de definir, jugar con toda la ética de las personas, es como cambiar eso que hemos construido en son de ver la perfección, de creer el hombre como dueño de todo, de cambiar la misma evolución, la misma selección natural.

(Entrevista Saulo)

PP: *¿cuál es la principal controversia que consideras del DGPI?*

Saulo (CLCS): *La manera como se instrumentaliza lo humano, una manera simple se deja de lado otros factores, una jerarquía de lo importante, no importante y lo que no sirve*

Não podemos desconhecer que a técnica de DGPI, como alertado por Alessandra, entra no jogo de mercado (como será apresentado a seguir sobre os posicionamentos políticos), mas também existe uma forte relação ética quando entendemos a QSC em termos

da dignidade da vida humana, trata-se do ato de eleger quem deve nascer e quem não. Nesse sentido é que Habermas discute como o DGPI afeta a espécie humana colocando-a a disponibilidade do ser próprio. Nessa lógica o embrião humano pode ser reduzido a uma coisa pelo mercado, por isso a instrumentalização da vida humana identificada pelos licenciando é chave para a discussão que concerne à sociedade sobre sua regulamentação, em especial quando pensamos que o pré-embrião pode passar ao plano de interesses comerciais.

Como descrito anteriormente, a abordagem das QSC do DGPI viabilizou processos de participação e posicionamento por parte de todos os estudantes, a partir de suas próprias crenças, valores e compreensões. O dilema do descarte de embriões (episódios 8, 9, 10 e 11) mobilizou suas convicções religiosas de uma forma explícita. Já nos dilemas da eugenia genética e da instrumentalização da vida (episódios 12, 13 e 14) foram estabelecidas relações com as visões do reducionismo e determinismo genético, com questões de acesso ou discriminação genética e de dignidade da vida humana. Estas duas últimas mostram um grau de preocupação por questões deontológicas de forma mais implícita, no sentido do questionamento do dever ser. O imperativo categórico de Kant (1724-1804) de universalização da máxima, que ao mesmo tempo em que se converte em uma lei universal, faz parte do questionamento dos licenciandos quando consideram que o DGPI gera privilégios de uma classe social que teria acesso diante de outra que estaria exposta a doenças genéticas por não serem diagnosticadas, mas também reconhecem que considerar este diagnóstico de forma massiva altera processos naturais e coloca uma nova representação de nossa compreensão do ser humano. Da mesma forma, a problematização sobre o uso do embrião como objeto seja para a ciência ou para o mercado coloca em evidência a compreensão do ser como fim em si mesmo e não como meio que também faz parte do imperativo categórico kantiano.

A apropriação deontológica também faz parte do posicionamento de Kelly quando ela é questionada sobre a aceitação da eugenia negativa e positiva (Quadro 16). Ela pensa na dignidade humana e a representação de sua irmã como fim em si mesmo.

Quadro 16. Posicionamento dos licenciandos diante da eugenia positiva e negativa

Licenciandos e seu curso de graduação	Descrição abreviada sobre Eugenia positiva	Aceitação	Descrição abreviada sobre Eugenia Negativa	Aceitação	Posicionamento
Camila (CLI)	Um filho se aceita como é ele.	Não	Aceitação do filho, mas dúvida da situação diante uma doença grave.	Não	A favor do natural. Não concorda com a eugenia positiva e negativa.
Silmara (CLI)	Deus controla a vida e a morte.	Não	O controle é Deus, mas reconhece a situação difícil de uma doença.	Não	Predomina a crença religiosa. Não concorda com a eugenia positiva e negativa.
Saulo (CLCS)	É um benefício. Vai ajudar uma vida. Possibilita uma vida mais fácil ao sujeito.	Sim	Ter uma doença é um conformismo	Sim	Predomina o utilitarismo. Concorda com a eugenia positiva e negativa.
Vinicius (CLCS)	A ciência vai do lado do capitalismo.	---	É interessante curar as doenças, mas o Estado deve regular.	Sim	Considera problemática a eugenia positiva. Visão de prevenção para a eugenia negativa, mas requer regulação.
Mônica (CLPI)	Além da perfeição há uma configuração social.	Não	É um avanço científico, mas não tem um controle.	Não	A favor do natural. Não concorda com a eugenia positiva e negativa. Requer regulação
Kelly (CLPI)	Os desenhos de pessoas agredem a dignidade humana.	Não	Penso em minha irmã, seria outra pessoa que teria nascido.	Não	Considerações deontológicas. Não concorda com a eugenia positiva e negativa
Denise (CLPI)	Vaidade. Como explicar para uma criança que foi manipulada	Não	Só para algumas doenças.	Sim	A favor do natural diante questões estéticas. Visão

	geneticamente?				de prevenção para a eugenia negativa.
Fabiana (CLPI)	É uma possibilidade, porque não fazê-lo.	Sim	A possibilidade de salvar a minha filha de uma doença futura.	Sim	Predomina o utilitarismo. Concorda com a eugenia positiva e negativa
Kátia (CLPI)	Uma aceitação própria. Pode ser bonito, mas não necessariamente funcional.	Não	A existência de doença é importante.	Não	A favor do natural. Não concorda com a eugenia positiva e negativa
Alessandra (CLB)	Brincam com as questões éticas dos sujeitos.	Não	É natural ter doenças, natural ter mutações, é parte das adaptações ao ambiente.	Não	A favor do natural. Não concorda com a eugenia positiva e negativa.
Regiane (CLB)	Essas coisas de eleição do sexo e outras eu não faria.	Não	Dado que é um diagnóstico, mas depois do resultado é outra dimensão.	Sim	A favor do natural. Concorda com a eugenia negativa
João (CLB)	A busca da perfeição não vai ser obtida. Não concordo quando é usado para além das doenças, como o estético ou sexo.	Não	Muito complexo. Deve-se regular. Não gostaria ter um filho para ele que sofra, assim não implantaria em caso de síndrome, mas também esta presente o papel da Seleção natural	Sim	A favor do natural. Visão de prevenção para a eugenia negativa
Gabriel (CLB)	Aceitação de como é o sujeito.	Não	Aceitação da forma como vir o filho, mas depois a criança me	Não	A favor do natural. Não concorda com a eugenia positiva e negativa.

			pode cobrar por esta prática.		
Rafael (CLB)	São protótipos externos, mais pode ser que não se adaptem às condições tropicais.	Não	O enfrentamento das possibilidades naturais.	Não	A favor do natural. Não concorda com a eugenia positiva e negativa
Total= 14	Sim (2) /Não (11)/ Não responde (1)		Sim 6 /Não 8		

Fonte: Interpretação de dados da autora

Também podemos identificar no Quadro 16 outras inquietações diante das práticas eugênicas. Onze licenciandos não concordam com a eugenia positiva (Camila, Silmara, Mônica, Kelly, Denise, Kátia, Alessandra, Regiane, João, Gabriel e Rafael). O licenciando Vinicius discute uma forte relação com o capitalismo, mas não tem uma afirmação de aceitação ou desacordo. Já 8 licenciandos (Camila, Silmara, Mônica, Kelly, Kátia, Alessandra, Gabriel e Rafael) não concordam com a eugenia negativa e 4 licenciandos aceitam a eugenia negativa (Vinicius, Denise, João e Regiane). Finalmente, 2 licenciandos (Fabiana e Saulo) aceitam tanto a eugenia positiva como a negativa. A sustentação dos 11 estudantes sobre a não aceitação da eugenia positiva obedece a posturas: a) natural (9), b) religiosa (caso de Silmara, 1) e, c) deontológica (apresentada por Kelly, 1). Dos 8 que não concordam com a eugenia negativa 6 manifestam orientações naturais, uma orientação religiosa (Silmara) e uma orientação deontológica (Kelly). Dos estudantes que aceitam a eugenia negativa 3 (Vinicius, Denise e João) justificam o princípio de prevenção e Regiane justifica sua resposta devido à incerteza do resultado do diagnóstico. Já os estudantes que aceitam os dois tipos de eugenia se enquadram em posturas utilitaristas.

As posturas religiosas e deontológicas já foram discutidas acima, agora as posturas naturais, de princípio de prevenção e a utilitarista merecem uma pequena descrição. As posturas naturais apresentadas pelos estudantes parecem evidenciar uma distinção entre o mundo natural e o mundo produzido pela atividade humana. O controle gera certa desconfiança, especialmente diante da escolha de características desejáveis, os nomeados genes fúteis. Em termos morais a seleção nos colocaria mais próximos a uma compreensão do embrião como objeto, logo a preocupação de Habermas sobre as mudanças de nossa autocompreensão ética de espécie, bem como as orientações de autonomia que geram as intervenções genéticas no humano, teriam muito sentido para o não abraçar a eugenia

positiva. Por outro lado, há os licenciandos de Biologia que argumentam sua visão natural em termos de imperfeição, Kátia é um exemplo. Ela concorda que o ser humano possui condições que predis põem doenças genéticas e que algumas destas devem ser aceitas, assim como algumas características evolutivas, o que corrobora com Jacob (1998). Este autor considera que a diversidade de espécies na terra e a diversidade de indivíduos na espécie fazem parte da dinâmica dos dispositivos genéticos. A espécie humana é uma evidência, sua plasticidade possibilita responder a mudanças do meio, configurando adaptações, assim uma possível homogeneização genética seria um fator de vulnerabilidade para as condições da vida humana.

A aceitação sobre a eliminação de embriões que apresentem uma tendência genética defeituosa (eugenia negativa), tal como é mencionado por João sobre a não implantação de embriões com síndromes, é uma questão bastante complexa. Exige-se uma compreensão sobre o que é uma doença grave, o tipo de doença genética, seja monogenética ou poligênica, de origem tardia e sua predisposição. As visões dos licenciandos são preventivas, que fundamentadas no conhecimento antecipado do dano e na exigência de medidas para evitá-lo, assim o processo estaria à disposição dos pais que querem evitar o risco da transmissão de doenças hereditárias.

No texto *“De compras por el supermercado genético”* de Peter Singer (2002), o autor nos questiona se atualmente o nascimento de crianças não ouvintes é evitado e se o não ter filhos com Síndrome de Down significa que damos menos valor a esta vida em relação aquela de um filho “normal”. Para esta análise o autor narra vários casos e acolhe que o argumento de um casal diante a decisão de não ter um filho com Síndrome de Down é sustentado pelo pressuposto de dar o melhor começo possível para a vida de seu filho. O autor propõe o “princípio de prevenção” argumentando que, diante de alguma condição que pode resultar em dano infantil depois do nascimento, em igualdade de condições, deveria ser permitida pelo menos a prevenção desta situação. Desta forma, o diagnóstico pré-natal ou o aborto terapêutico passam a ser preventivos. Dado que o autor se enquadra em uma ética utilitarista, o princípio de prevenção orienta-se às liberdades dos indivíduos diante de situações não desejáveis. Uma crítica está orientada à forma unilateral da decisão, os pais que considerassem a ação de eliminação do embrião teriam um consentimento antecipado, agradecendo assim esta possibilidade de não permitir o desenvolvimento de uma vida futura de sofrimento. O anterior tem relação com o posicionamento de Fabiana e Saulo que, como identificamos no quadro 16, é a favor da eugenia positiva e negativa.

Como identificamos no Episódio 15, a aceitação da eugenia pela Fabiana está orientada por sua própria experiência e seus sentimentos de ser mãe. Assim, diante de uma possível doença da filha ela prefere a prevenção, bem como diante da possibilidade de perfeição estética prefere aquelas que são socialmente promovidas, como uma maior altura e cor de olhos claros, pois isto leva a felicidade. Neste mesmo sentido, Saulo incorpora a ética utilitarista quando reconhece que, apesar da existência de discussões sobre a eugenia, os benefícios superam os custos. Para ele o DGPI existe e deve ser aproveitado já que facilita a vida social dos sujeitos.

A ética utilitarista, teoria que trata de como e porque devemos maximizar o bem-estar, foi fundada pelo filósofo Jeremy Bentham (1748-1832) e reformulada por Jhon Stuart Mill. Para Bentham o princípio maior da moral consiste em maximizar a felicidade (a utilidade) evitando desta forma qualquer dor ou sofrimento. Esta teoria tem recebido diversas críticas, tal como expõe Beauchamp e Childress (2002). A primeira se refere às preferências e aos atos não morais, entendidos como aqueles que estão embasados em preferências subjetivas e apresenta ao mesmo tempo a não aceitabilidade; a segunda sobre a dificuldade que diz respeito à diferenciação entre os atos morais obrigatórios e aqueles acima das obrigações morais em função de ideais pessoais e, finalmente, as distribuições injustas que colocam os interesses da maioria acima dos da minoria. Também Sandel (2011) considera que o utilitarismo, ao privilegiar a suma de satisfações (prazer) em um grupo majoritário debilita os direitos individuais (dignidade humana). Também é questionado o valor que o utilitarismo oferece às preferências sem haver um julgamento, considerando-as como uma unidade de valor igual.

Stuart Mill estuda a teoria de Bentham e reestrutura algumas de suas ideias, tais como a escala de prazeres que abrange as de maior relevância diante de outras menos relevantes, porém, o argumento mais importante deste autor corresponde ao favorecimento da liberdade. Em seu princípio ele considera que as pessoas deveriam ser livres para fazer o que desejam desde que estas ações não afetem aos outros. Desta forma, a teoria ética utilitarista considera os direitos individuais, cuja desconsideração fazia parte da crítica que lhe era voltada. Apreciamos como o utilitarismo apresentado por Fabiana e Saulo é colocado em discussão a partir dos aspectos já discutidos na literatura sobre o DGPI (SANDEL, 2013; HABERMAS, 2004). Assim dizem sobre a eugenia liberal, cujo estímulo de uso é feito por uma aparente ideologia do livre mercado e do desenvolvimento da autonomia dos indivíduos. Os argumentos sobre o melhoramento genético não coercitivo e sobre a neutralidade do governo

diante das decisões que são deixadas para os pais estão levando a pressões sociais cuja tomada de decisão deverá ser atingida por um processo de discussão mais amplo nas comunidades.

Episódio 15 (Entrevista Fabiana)

PP: ¿Cuál es la principal polémica del DPGI?

Fabiana (CLPI): Como yo también les decía una vez, yo si estoy de acuerdo con eso ya sea positiva o negativamente, yo estoy de acuerdo con eso porque si fuera positiva, como yo les decía, si yo tengo la posibilidad de salvar a mi hija de una enfermedad a futuro, obviamente yo lo práctico. Y de la negativa, igual, si uno podría cambiar algunos rasgos ¿por qué no hacerlo? Pues en este momento si fuera, que seria, no, yo estoy conforme, no pues los ojos como los que tienen los ojos de mi papá, de pronto los ojos, ser más alta, porque soy muy chiquita. No estoy en desacuerdo, veo porque, o sea, pues de lo que dicen, de lo religioso y eso yo soy muy apartada de eso, entonces pues no veo por qué habría problema. Yo creo en Dios pero de ahí a que sea de una iglesia, no. Pues, la plata también se podría utilizar para otras cosas, pero si se tuviera, sí, por qué no hacerlo.

PP: ¿Tú porque si aceptarías que se haga ese diagnóstico?

Fabiana (CLPI): Si en ese momento hubiera una enfermedad que diga, bueno, hay un riesgo, un rango de probabilidad que exista tal enfermedad, obviamente yo paro hasta ahí, entonces tampoco estoy en contra del aborto, precisamente, o no aborto, por qué aborto si eso, pues yo considero que comienzan a tener vida desde que se es un embrión, que se implanta en el útero. Igual si lo apoyo, porque es que o sea, la gente que está en contra del aborto, pues no aborte y ya, o sea, por qué tanta polémica por eso y pues la que sí está de acuerdo pues ya verá, son decisiones

(Entrevista Saulo)

PP: Saulo en caso hipotético de ser padre o un caso en tu familia y se debe pasar por una FIV y te ofrecen el servicio del DGPI ¿cuál es tu posición?

Saulo (CLCS): A mí me gustaría que me pasara, me encantaría. Sería una posibilidad grande. Pues sí hay que mirar las consecuencias y todo, pero a mí me llama potentemente la atención.

PP: Pero ¿por qué?

Saulo (CLCS): porque, vimos que no todo es tan a la ligera, pero esa idea de un mejoramiento de la humanidad me parece interesante, me parece interesante que también de forma no completa se puedan como erradicar enfermedades, pero si yo tengo la posibilidad de que mi hijo no tenga una determinada enfermedad porque no hacerlo, pues que puede que exista no sé pérdida de identidad, que se manejen genes, también habría que mirarlo, pero si me llama potentemente la atención eso.

PP: ¿También te gustaría hacerte un test genético?

Saulo (CLCS): Pues la información es buena saberla en medidas [...] preferiría un poco más la ignorancia por efectos prácticos, porque si de eso depende también mi felicidad y mi manera de ver las cosas [...]

PP: cuándo tú dices que lo harías a tu hijo estas considerando que es mejor usar esas posibilidades que ofrece la ciencia, o sea, ¿estás de acuerdo con ese tipo de discurso?

Saulo (CLCS): Sí.

PP: ¿Para características estéticas?

Saulo (CLCS): Sí como te dije me encantaría, el prototipo social de una u otra forma se mantiene, le va a permitir una serie de, le va a facilitar un poco la vida, aunque hay que tener en cuenta que la sociedad es compleja y se maneja frente a eso, siempre ha existido ese rechazo frente a ciertos rasgos, cierta manera de estéticas, se ha mantenido una sobre otras y si uno puede manipular ese tipo de cosas, uno de cierta forma se posicionaría a un nivel favorable, sería también un poco egoísta, pero de ciertas formas, si lo haría, las estéticas están catalogadas que es deseable que no es deseable, no es porque lo deseo es porque unas estéticas van a ser más aceptadas que otras, de una facilitaría la vida de mi hijo.

PP: Hasta qué punto sería mejor tener ojos claros que oscuros, ¿para ti que sería mejor socialmente?

Saulo (CLCS): Mejor no, estéticamente, pues coartaría la libertad de ese ser porque de una forma lo estoy programando, pues ese es el beneficio que se haría

PP: También estaría lo del sexo ¿niña o niño?

Saulo (CLCS): *sí lo elegiría, sería niño. Socialmente más deseable.*

O próprio dilema da instrumentalização da vida emergiu na abordagem das QSC da Célula Sintética. Diferentemente do DGPI, esta questão foi mais difícil de ser compreendida pela própria incerteza do conhecimento oferecido por este estudo. Até o momento suas possíveis aplicações em temas ambientais são apenas projetos o que gerou nos licenciandos certa confusão. No entanto, nos posicionamentos políticos que serão apresentados no próximo item os interesses econômicos ficam mais claros nela.

No Episódio 16 identificamos que, assim como os licenciandos reconhecem o processo de instrumentalização da vida a partir do uso do embrião, também entendem que a fabricação de organismos sintéticos tem relação com a dominação do vivo, tornando-o um simples objeto da ciência. Por isso, na fala de Silmara a inquietação com a compreensão reducionista da vida, pois, vai contra sua visão da vida como algo mais transcendental. Para Saulo e Alessandra existe um aparente viés ideológico da ciência ao abordar a geração de vida. Para Rafael e João as implicações de incerteza característica dos resultados geram certo sentido de precaução, desta forma seria melhor não mexer com organismos que interagem no ambiente.

Episódio 16 (Entrevista Silmara)

PP: *Una cosa Silmara que me pareció muy interesante de tus intervenciones que tu decías que todo ese trabajo que se hacía con las manipulaciones genéticas, llevaban a un cambio en la concepción de vida, me gustaría que ampliaras esa idea que la expresaste en varios encuentros.*

Silmara (CLI): *Lo que yo decía era que las personas ya no comienzan a ver la vida como tan superior, manejada por alguien superior, sino que se vuelve como algo más sencillo de ver, más manipulable, más táctil. El hecho de saber lo que se va a manipular cada cosa [...]. Ya no va a ver en la gente como el mismo asombro por la vida, lo van a ver como algo más sencillo y cada vez se va ir minimizando ese asombro por la vida, digo yo, pero uno obviamente ve una célula la forma en que se desarrolla, pues para mí es asombroso y nunca va a dejar de serlo por mis principios, pero para otras personas va a empezar a ser como algo muy sencillo como tener un celular de última tecnología o no tenerlo [...] entrar en el juego de la manipulación.*

(Entrevista Saulo)

PP: *¿cuál es la principal controversia que consideras en la Célula Sintética?*

Saulo (CLCS): *La idea que da la ciencia de que gracias a ella se puede generar vida, una legitimación, un juego de intereses.*

(Entrevista Rafael)

Rafael (CLB): *Silencio. Sería complicado. Uno se pone a pensar que se podría hacer con esas células sintéticas, se pueden crear órganos, salvar muchas cosas, pero estamos en un gobierno que oculta tantas cosas que no podemos saber para que esas células puedan servir, prefiero que estemos así quieticos [...]. porque no se sabe los fines que pueda tener, las implicaciones [...]*

(Entrevista João)

PP: *y sobre la Célula Sintética, tú como ciudadano colombiano ¿cuál es tu opinión, tu posicionamiento frente a eso?*

João (CLB): No, estoy totalmente en contra, o sea, no me gusta esa forma en que manipulan un genoma, bueno no manipularlo, en generar un genoma o generar una nueva forma de ADN sintético porque ya todo va a estar controlado o se va a dar un control para eso [...], no es solamente ese beneficio que todos miran que digamos puede que beneficie en reducciones de dióxido de carbono o en lograr hacer nuevo implantes para personas que posean alguna falla en algún órgano, sino es la cuestión de manipulación como tal y de ese poder que se le atribuye a eso, porque detrás de todo, de ese genoma sintético está todo ese poder político y económico que viene detrás, entonces es el control que también viene detrás de todo eso, el control de la naturaleza como de la misma población [...]

(Entrevista Alessandra)

Alessandra (CLB): [...]La principal controversia es que uso le voy a dar a esa Célula Sintética y también desde que ideología estoy planteando esa célula, uno cuando hace investigación, o tiene entre comillas una idea ya sabes cuál es el propósito, todo investigador lo sabes, a que quiero contribuir, entonces más allá de eso la célula tendría muchas manipulaciones como lo hemos visto con todo, como el libro de Científicos en el ring [...].

5.1.1 A dimensão ética na ciência na abordagem em sala de aula para ampliar a compreensão da natureza da ciência

Diversos autores reconhecem a importância da reflexão e do debate em torno de algumas das implicações éticas e morais do desenvolvimento científico e tecnológico na área da Genética (REIS, 2003; 2007; SCHEID, 2006; 2011; GRAY E BRYCEB, 2006; BONZANINI, 2011; SILVA, 2008; SILVA e KRASILCHIK, 2013; MORENO, TALAMONI, CARVALHO, 2014). Nessa perspectiva esforços de pesquisa têm sido realizados visando compreender como acontece esta dinâmica, seja por meio de aplicação de questionários, planejamento de cursos, participação em experiências tanto de professores em exercício quanto de licenciandos. Em sua maioria os trabalhos indicam: 1) a complexidade da abordagem de temas controversos em sala de aula e a relevância ou tratamento das questões éticas; 2) a capacidade de perceber conflitos éticos e a necessidade de explicitar estratégias de abordagem; 3) a importância de reconhecer as concepções prévias e os valores sobre os temas abordados dos professores no desenvolvimento da formação continuada; 4) a falta de conhecimentos específicos da área da genética, considerando sua constante evolução; 5) a capacidade de potencializar os processos de posicionamento ou tomada de decisão, bem como a capacidade de trabalho na divergência, e; finalmente 6) a falta de trabalhos que apropriem questões éticas do desenvolvimento científico e tecnológico na área de Ensino de Ciências.

Nossa pesquisa não supera estas dificuldades, mas podemos evidenciar a potencialidade que a abordagem de QSC tem. Além disso, foi atingido o intuito de aproximar os licenciandos de uma ciência contemporânea que é bastante carregada de valores e exige do professor a consideração de diferentes pontos de vista, o desenvolvimento de habilidades reflexivas e conceituais (GRAY; BRYCE, 2006). Nesse sentido, quando inicialmente caracterizamos as visões de ciência dos licenciandos identificamos que eles não relacionavam

a ciência com aspectos éticos, pois para alguns, em sua visão absolutista e mesmo dinâmica e contextualizada, iam em direção a visões de neutralidade e de bem estar decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico.

Com a abordagem da questão do DGPI e da Célula Sintética os licenciandos identificaram controvérsias como o descarte de embriões, a eugenia genética e a instrumentalização da vida, além de tomar posicionamentos diante da eugenia positiva e negativa. Os dispositivos éticos abrangem desde as crenças religiosas até as deontológicas, naturalistas e utilitaristas. No processo de interação grupal, expresso nos diferentes episódios, os licenciandos questionaram a ciência e as visões sobre o que ela faz, superando a noção do bem e o mal, para pensar no porque de seu agir, dessa manipulação e do que poderia trazer para o futuro.

Os avanços nas visões de ciência dos licenciandos são notados em apreciações como as levantadas por Mônica “a ciência olha para o embrião como algo humano ou como objeto”, por Vinicius “a ciência tem deixado de lado o humano” ou Regiane que afirma “com o DGPI se forma um ser humano ou se desenha”, as constantes reflexões de Gabriel, Saulo e Silmara sobre como a atividade científica está imbuída em uma mudança na noção de vida e na compreensão sobre o ser humano. Ainda mais quando Alessandra considera que os desenvolvimentos científicos não fogem de propósitos e interesses do cientista.

Como menciona Fourez (1995, p.207) “na medida em que a ciência é sempre um “poder fazer”, um certo domínio da Natureza, ela se liga, por tabela, ao poder que o ser humano possui um sobre o outro” abrindo, assim, a discussão para a responsabilidade ética permanente do pesquisador e não da visão exclusiva que depende de aplicação dos resultados da ciência. Desta forma uma das contribuições trazidas foi, além de levar a construção de uma visão de ciência mais humana com erros e valores, trata-se de abordar o papel da problematização sobre a atividade científica a partir da qual os licenciandos passaram a indicar a necessidade de sua regulação, como manifestado nos episódios 13 e 14. Esta abordagem é identificada como uma prática questionadora do modelo tecnocrático que delimita aos especialistas o saber e o decidir, e aos cidadãos, considerados ignorantes do processo científico e tecnológico, resta a necessidade confiar nestes especialistas, em suas decisões sobre o que e como deve se fazer, o que é contrário a discussão pública da C&T que exige a responsabilidade social da ciência.

5.2 AS CONTROVÉRSIAS SOBRE O INTERESSE PRIVADO, A DESIGUALDADE E AS PROMESSAS DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS

Neste Episódio (17) identificamos recortes da gravação do encontro 17 realizado com os licenciados, bem como recortes das entrevistas finais. Os dois tipos de recortes nos oferecem evidências dos posicionamentos de seis licenciandos a partir de seus questionamentos críticos sobre o uso social do DGPI.

Os primeiros questionamentos de Gabriel têm a ver com as limitações no acesso dessa técnica da maioria da população, pois esta tem um preço alto e, portanto é restrita a camadas da sociedade com renda alta. A discussão sobre o acesso a técnica é incentivada pela PP e, nesse sentido, Silmara e Regiane consideram que o uso público da técnica gera discriminação entre pessoas que tem dinheiro e as que, embora tenham a necessidade de usá-la, não podem fazê-lo. Na fala da Mônica é identificado um interesse privado que estaria por trás do uso público do DGPI. Para fechar o episódio, observamos um posicionamento com um viés político da Alessandra. Ela chama a atenção sobre a complexidade em torno da tomada de decisão sobre o uso da técnica, pois depende do ponto de vista ideológico e dos interesses envolvidos, por exemplo, se o interesse for de satisfazer determinados padrões de beleza ou para atingir o lucro, a técnica seria questionável e inaceitável.

Episódio 17 (Encontro 17)

[Discusiones en el contexto de exposición del grupo: Tecnologías del DGPI y desarrollo en Colombia]

PP: [...] Listo ¿Qué otras implicaciones tiene eso, el uso de esas técnicas?

Va a hablar como Gabriel o religioso [Refiriéndose a la actividad inicial de juego de roles, propuesta por el grupo expositor]

Gabriel (CLB): Es que, pues no sé, de acuerdo a lo que decía Rafael y que lo pusieron en ese foro, es eso, como esa... es que no sé cómo decirlo... como que pertenece eso solo a un estrato social, como que a esas técnicas solo pueden acceder los que tienen el poder adquisitivo, el poder económico, ¿sí? Es que no sé cómo ponerlo así...

PP: O sea, ¿Habría que pensar si esas técnicas llevan a ciertas prácticas elitistas?

Gabriel (CLB): Elitistas, si, es como que esas técnicas son elitistas.

PP: Acuérdense que una vez habíamos hablado de eso de que si entonces lo que hacíamos era volverlo público ¿se acuerdan?

Gabriel (CLB): Y ya como religioso si implica atentar contra la creación de Dios.

PP: Se acuerdan una vez que estábamos en el salón de los moduladores que decíamos que si era una práctica elitista entonces si la volvíamos pública, que fuera para todos, es decir que todo el mundo tuviera acceso al diagnóstico pre implantación genético, y ahí decíamos, no, pues tampoco parece que esa sea la solución. Entonces esto hay que pensarlo bien, porque hasta el momento está siendo una práctica para los que tienen el acceso, porque a usted por el seguro social [equivalente al SUS de Brasil] no le dicen vaya mire a ver si usted va a tener un niño con Síndrome de Down, vaya hágase el examen, no o sea, no orientan eso, en cambio en otros países si ya, Alemania ya está autorizado, toda persona debe pasar por esa prueba de [...]

Silmara (CLI): Considero que es una práctica también discriminatoria, digamos si hay una persona que sabe que existe la técnica, pero que sabe que no puede acceder y lo necesita, digamos así que ya ha tenido digamos, fallas en sus embarazos o algo así, o todos

los hijos que ha tenido tienen el problema, o sabe que va a desarrollarlo, esa persona se podría sentir discriminada, porque puede que no tenga el dinero, pero si tienen la necesidad de acceder a este servicio y no le es posible. Y puede que una persona que tenga el dinero, digamos no lo pueda necesitar pero solo por tener el modelo de perfección lo haga.

(Entrevista Mônica)

Mônica (CLPI): Yo creo que es una base científica que funciona en muchos aspectos, por ejemplo el caso de que se pueden detectar enfermedades, o sea, es un avance, pero también no tiene un control, en el sentido en se puede utilizar de múltiples maneras que nosotros no sabemos, [...] como esos desarrollos científicos siempre han partido de intereses privados, sectores privados, que era lo que veíamos en el video que nos mostraste la clase pasada, entonces yo decía cuántas cosas no nos ocultaran a nosotros [...] en el fondo cuántas personas están en la capacidad de hacerse eso, eso sigue generando ese problema de desigualdad social, esos avances científicos y hasta los tecnológicos siguen permitiendo que se desarrolle más esa desigualdad social, siempre son aquellos que tienen dinero [...] pero las personas de estratos más bajos que no tienen recursos económicos pues no pueden y entonces eso sigue generando más desigualdad, las personas que si pueden se desarrollan mejor, van a estar más saludables, no se van a enfermar tanto o tienen una mejor educación [...] el ser humano siempre ha visto la muerte como algo trágico, siempre pretende extender la vida, que no me vea viejo, que no vea gordo, por el estilo y ahora con todo eso aún más, pues si ya no me enfermo, eso me preocupa mucho frente a esos temas científicos es más por el lado social de que eso sigue generando una desigualdad social.

(Entrevista Denise)

Denise (CLPI) Lo veo como una práctica conveniente para algunas personas, pero un poco discriminatorio hacia otros, porque según lo que estaban diciendo las prácticas que nos estaban explicando era sobre cambiarle los genes a las personas, como para que tengan unos lineamientos los cuales son elegidos por los que lo vayan a tener en su vientre, porque puede que no sea la mamá, sino otra persona que contratan. Entonces sería como discriminatorio para los que ya nacimos y para los que no conocen esta práctica [...]. Bueno además también sería cuestión de economía, las prácticas de pre-implantación genética deben ser bastante costosas, por todos los procedimientos que nos has mostrado, las pruebas que estos hacen, las eliminatorias que estos realizan para conseguir un genoma digamos que perfecto, que con el paso del tiempo no sufra con enfermedades, que no tenga cierto tipo de decadencias, porque quieren que sea como un ser perfecto, inteligente, así lindo. Un prototipo perfecto.

(Entrevista Regiane)

Regiane (CLB): Bueno, son métodos terapéuticos, son como para buscar la mejora pero digamos que a partir de eso se implanta un modo de discriminación, entonces eso atenta contra la diversidad, puede que sea bueno para muchas cosas, pero en realidad estamos como transgrediendo algunos eventos que tienen que darse por naturaleza, que hacen parte de lo natural. Entonces muchas veces el hombre por ejercer cierto dominio, cierto control de esas cualidades deseadas que son además un estándar, pues establece ese tipo de estrategias para poder ejercer ese dominio y tener control de eso.

(Entrevista Alessandra)

Alessandra (CLB): Creo que más allá de verlo como lo plantean los medios de comunicación, entonces puede ser una herramienta bastante grave en ese caso, no tanto proceso, sino más la ideología con que la estén abordando, entonces en el caso de los avances que hacen con implantaciones, más allá de colocar o inhibir una enfermedad o que se presenten mal formaciones, es esa dualidad entre lo bueno y lo malo muy a fin de nosotros, siempre estás en la polémica de qué tan buenos es. Entonces es como también cambiar la percepción del fin, como voy a obtener eso y como voy a pasar por encima del resto de las personas si yo quiero para mí la perfección entonces más allá de verlo puede ser una herramienta buena, desde que se haga consciente y responsable, no a son del mercado, pues no es asequible, es sólo para las personas que tienen medios económicos, se colocaría en la sociedad el hecho de la perfección humana que siempre la hemos estado buscando, colocar al hombre como dueño de todo entre comillas, como yo puedo manipular el futuro mismo, de que yo esté bien.

No Episódio 18 seguinte estão recortes de falas dos licenciandos nos encontros 5 e 7 que têm a ver com a discussão de controvérsias que foram geradas pela leitura de um texto de jornal sobre a criação da Célula Sintética. Nesse texto, são apresentados possíveis benefícios da criação da Célula Sintética, bem como alguns riscos.

Os aspectos políticos associados à desigualdade e às limitações de acesso ao DGPI em termos econômicos (apresentados no Episódio 17) estão relacionados com o interesse privado mencionado pela Mônica e que foi retomado e ampliado pela Regiane no Episódio 18 quando ela se refere a pesquisas da Célula Sintética desenvolvidas pela empresa privada, além disso, evidência que a ciência é produzida por determinados países. O interesse privado da pesquisa científica está relacionado com o poder que a ciência representa, o que também é expresso nas falas de Rafael e de Mônica. A fala da Alessandra também é crítica e ressalta que a pesquisa com a Célula Sintética constitui uma promessa da ciência que não será alcançada, trata-se de uma crença que a ciência é uma solução pronta. Diante do vínculo entre o interesse privado, o poder e a promessa feita pela ciência, interpretamos que a fala de Vinicius procura questionar as finalidades da ciência, para isso incorpora as reflexões filosóficas de Heidegger. É interessante a argumentação de João sobre o interesse privado não ser restrito às pesquisas realizadas nos EUA por Craig Venter, mas também encontrada naquelas de sua faculdade sobre o projeto que desenvolvem de melhoramento do arroz – a Universidade e a *Federación Nacional de Arroceros* (Fedearroz) – assim expressa que esta característica do processo de produção de conhecimento está presente nos países ricos e em países periféricos como a Colômbia, assim de que é um fenômeno global e local.

Episódio 18 (Encontro 5)

[El grupo de Alessandra, Regiane, João e Vinicius discute la lectura de periódico sobre la creación de la Célula Sintética]

Alessandra (CLB): Retomando cositas del texto [se refiere al de la OEI] en las posiciones constructivistas se decía precisamente que nosotros, al ser hombres no tenemos la capacidad de predecir toda forma de futuro, puede que esto me ayude supuestamente a erradicar muchísimos problemas, pero para mí el problema sustancial no es ese, puede que no, precisamente no tenemos el control, eso es el paso de toda la historicidad cuando ya nos volvimos de ser egocentristas [...].

PP: Dijiste que hay un vacío en esa información sobre ese mismo proceso [interrupción]

Alessandra (CLB): No lo explican para nada. Lo de la bacteria [interrupción]

Regiane (CLB): Es que también son dos cosas, por un lado está la necesidad, o sea, plantean una necesidad frente a una dependencia a partir de esa [interrupciones]

PP: Espérate, utilizan argumentos de una necesidad ¿qué?

Regiane (CLB): O sea, es como plantear una no tanto una necesidad, pero si una dependencia frente esos procesos, es decir, si se genera esa síntesis, eso implica que podemos potencialmente resolver esos problemas, si no tenemos esas síntesis pues no es así, a raíz de esa potencialidad se está generando un poder, bien sea administrativo si

como eso tan restrictivo, como tan privado que es también la cuestión de la ciencia, lo que tú dices, no todos los países van a tener acceso a esa [interrupciones].

PP: Buena pregunta ¿quiénes van a tener acceso a ese desarrollo científico y tecnológico?

Regiane (CLB): Pero es privado, es restrictivo, es limitado.

Alessandra (CLB): Además lo que hablamos precisamente de las soluciones inmediatistas, creen que la ciencia va a solucionarlo.

PP: Tomen nota de lo que dicen para socializar

João (CLB): Pero, tampoco se pueden extender mucho para poder vender [Refiriéndose al texto del periódico]

PP: Pero, Para qué quiere vender João

Regiane (CLB): Para mostrar el mismo poder [Todos hablan al tiempo], está en una comunidad.

Vinicius (CLCS): Yo quería agregar algo, no es tanto para quién la vende, sino, ¿la ciencia para qué hace eso? Realmente digamos recordando un texto de Heidegger, ¿la ciencia piensa?, ¿para qué la ciencia necesita crear eso?, o sea, ¿para qué? Es una contradicción entre un avance tecnológico y una guerra biológica, entonces para qué la ciencia crea eso, ¿con qué fin?

(Encontro 7)

[El grupo de Alessandra, Regiane, João e Vinicius socializa la lectura de periódico sobre la creación de la Célula Sintética]

Regiane (CLB): Un carácter de la ciencia puede ser lo privativo, en este momento este científico está indicando que solo las grandes potencias, en este caso, EEUU tienen acceso a esa ciencia, solo ellos pueden crear esa primera célula, es una forma permanente de cómo, quiénes están practicando, quiénes están desarrollando ciertos métodos para realizar este tipo de manipulaciones, es como más que todo lo privativo de la ciencia, no es asequible, es jerarquizada de alguna forma.

PP: Sin embargo, ahí dice que va a ser células para producir carburante para el bien de la humanidad.

Regiane (CLB): Esa noción de lo privado también nos está asignando, atribuyendo cierto poder, mediante ese poder ellos pueden instalar lo ideológico, porque solo ellos tienen el acceso y los mecanismos para poder desarrollar sus iniciativas, ese mismo poder tapado desde lo privado, de la manipulación de la ciencia y como que se da a conocer, a que términos esta acá, por ejemplo el artículo se desprende el tipo de divulgación que presenta, es algo informativo que no se preocupa por profundizar sobre mecanismos, métodos, intencionalidades [...]

João (CLB): Pues de todas maneras nos mostraban que estaban preocupados en la parte bioética, de que se podría producir con eso, nuevas armas químicas, armas biológicas, entonces, que otros alcances fuera de la parte bonita se podría dar.

[Se discute sobre los medios de divulgación masiva donde circulan estás noticias. También se identifica las revistas reconocidas en el ámbito científico como Science. La discusión continúa sobre el interés de las empresas en este caso de la producción de carburantes]

Rafael (CLB): pues es algo muy relacionado, pues digamos para crear un biocombustible y dándonos cuenta de la cultura está basada en petróleo, entonces cuántas personas, cuántos empresarios entrarían en quiebra al colocar un hidrocarburo más puro, entonces si nos damos cuenta de la política de EEUU de invadir países para tener más petróleo, entonces no sería bueno hacer otro tipo de combustibles [interrupción]

PP: O lo contrario asociarme.

[...]

João (CLB): Digamos ahí puede ser perfectamente el ejemplo de Fedearroz ellos están invirtiendo en la universidad en la parte de genética, pero es para ayudarse al beneficio de la empresa, las empresas son las que también están financiando todo la parte científica y todos los avances, sacando también su tajada, obvio [expresión que se refiere al lucro económico]

Mônica (CLPI): Pues es la forma en que ese poder comienza a influenciar para que las cosas que están en el contexto social digamos como, la educación, la cultura, el trabajo empiecen a esas necesidades del capital, si porque eso es lo que produce se necesita plata, pero también produce mucha plata, un descubrimiento y si alguien lo patenta, pues va ganar muchísimo dinero, o esa empresa, o ese grupo investigador, entonces como todo lo que está en un contexto social y lo que puede implicar el resultado de esa investigación, pues empieza a generar cambios en todas esas estructuras, en la parte educativa, social

todo empieza a girar en torno a ese sistema de producción de conocimiento con fin externo bajo el pretexto de generar bien común.

O fato de o interesse privado dominar a pesquisa científica traz implicações às pretensões humanísticas e altruístas, fazendo que estas sejam abandonadas. Esta preocupação está presente na fala de Alessandra no Episódio 19 que evidencia o deslocamento da pesquisa científica para os interesses econômicos do capital. No mesmo episódio o professor efetivo e a professora pesquisadora animam a discussão e realizam posicionamentos críticos referentes ao debate da categoria “público versus privado”, bem como sobre os diferentes atores envolvidos nas pesquisas. As considerações críticas também são expostas por Vinicius quando se refere ao problema do financiamento da pesquisa científica que parece estar vinculada aos interesses privados.

Episódio 19 (Encontro 8)

[En este encuentro los estudiantes discuten sobre los actores que hacen parte de las cuestiones abordadas]

Alessandra (CLB): *Además, el texto decía unas cositas del señor ese del Genoma Humano, se me olvida.*

PP: *Craig Venter*

Alessandra (CLB): *Craig Venter y resulta que el vendió la idea de precisamente lo del genoma artificial de una bacteria a unas compañías petroleras, además porque querían capturar el CO₂ de la atmosfera para transformarlo en combustible y esa idea ya la vendió, de hecho existen investigaciones en eso, hay nosotros también identificamos como la ciencia ya trasciende a ser un poco más consumista ya ha dejado de lado el papel propiamente de contribuir a solucionar los problemas de la humanidad, entonces ya lo vemos relacionado como Craig Venter ya se mete directamente con un sector económico, porque se trasciende más allá de solucionar las necesidades inherentes a todos los seres humanos y se convierte como en un producto que venden para solucionar problemáticas que a mi modo de ver son inmediateistas, porque sabemos que la solución de las problemáticas que tenemos actualmente como la del calentamiento global, bueno entre otras, no son propiamente sacar inventos súper maravillosos para solucionarlas, va más allá del papel de la educación en esa concepción de lo que nosotros queremos hacer, pues de los proyectos sostenibles.*

[En el proceso caracterizan los científicos, sociedad civil, comité bioético, periodistas, empresarios y el gobierno]

Alessandra (CLB): *Hay también trataban como la ciencia tiene cierta influencia en el mismo gobierno, que fue lo que decía precisamente que no se fomenta la integralidad en saberes sino que cada uno es específico, por lo tanto el papel del gobierno no es tanto poner a analizar cada uno de los factores que lleva implícito un desarrollo científico específico, sino precisamente retomando desde el artículo que nos enviaste [Texto de la OEI] como la ciencia pasa ya a intervenir el ámbito del gobierno cuando se vuelve regulatoria, entonces decía que fundamentaba precisamente esa relaciones entre la sociedad y el gobierno porque muchas políticas como la de la manipulación genética que hay aquí en Colombia sí necesita muchísimos permisos para manipular propiamente el genoma en la especie o de una planta, pero entonces digamos que esos ámbitos no pueden ser vistos como desligados el uno del otro, porque si hay un fuerte beneficio económico, entonces se le da más rápido el permiso porque, entre comillas, eso va ayudar el desarrollo del país propiamente de la nación, entonces muchos campesinos cuando quieren por ejemplo calificar su café, o el producto que se produce en su área o en su territorio, es un montón de papeleo, a los cuales nunca van a tener acceso, pero si es una empresa, un laboratorio que tiene como manejar influencias, entonces esta ya interviniendo directamente en las políticas, eso se ve día a día.*

PE: La misma forma de entender la ciencia, como se definen los campos estratégicos de investigación estilo Colciencias [Ente de fomento de C&T de Colombia, tal como las entidades de CNPq-CAPES en Brasil] líneas de investigación, la cantidad digamos de bancos de proyectos que se financian para ciertos, supuestos aplicaciones que entre comillas propenderán por el desarrollo, ya es una mirada casi que más que científica, más de medición de la ciencia y obviamente Ciencias Sociales, Ciencias Humanas, Educación, Pedagogía. Hay convocatorias en las que no aparece elegible en esas áreas, pero entonces petróleo sí, sector energético sí y como dices ese tipo de políticas crean un sesgo y digamos un a priori de la manera como se entiende la ciencia y la manera como se debe enfrentar la problemática social, un sesgo. Lo de la patente, lo que digamos realmente puntúa un grupo de investigación son las patentes, lo que le da un ranking a una universidad es el número de patentes. Lo que decía PP de lo público y lo privado, una patente también encierra un monopolio, entonces vendría una discusión de lo público y lo privado.

Vinicius (CLCS): Digamos también hay una discusión ¿para quién se investiga?, digamos una universidad consta de una investigación, pero realmente la universidad está siendo financiada, pero lo que realmente la investigación no va tanto para la universidad, sino para las multinacionales, entonces quiénes son los que financian, quiénes son los que investigan. También lo que es fuga de cerebros, que investigan en una universidad, llega una multinacional su proyecto nos interesa y los lleva a otro país.

PP: [...] Por eso muchachos miren la importancia de esos actores y también como esos actores participan de ese desarrollo de C&T [Se refiere a los actores identificados en cada cuestión socio científica] es clave, por ejemplo aquí hay un grupo especialista [indicando el mapa que se construyó en el tablero] otro grupo especialista, los empresarios con intereses, entonces miren en qué relación queda la sociedad civil y peor cuando nosotros decimos cuánta gente sabe de esos desarrollos científicos, tecnológicos [...]

As descrições e interpretações realizadas a partir dos Episódios 17, 18, 19 nos indicam que a abordagem das duas QSC com os licenciandos favoreceu para que a maioria deles realizassem posicionamentos sobre os aspectos sociais da NdC. Analisamos seus posicionamentos em relação às contribuições da sociologia do conhecimento científico, identificando coerência com a perspectiva não diferenciacionista da ciência que afirma que os princípios de desinteresse e universalismo não são consistentes como o desenvolvimento social da ciência, assim a visão de neutralidade e objetividade são questionadas.

Nas falas dos licenciandos apreciamos que a ciência realizada na contemporaneidade, especialmente aquela associada à manipulação da vida ou criação da vida, está relacionada com o interesse econômico e ideológico. Este vínculo é preocupante caso seja aceita ideia de não neutralidade na ciência. No entanto, a Ciência também atingiu outros interesses que beneficiaram a humanidade, pois a sua origem esteve relacionada com a necessidade da libertação do homem do mito que a sua existência dependia exclusivamente de Deus.

O vínculo entre a ciência e o interesse privado contempla a questão da relação ciência e política, o que não representa um fenômeno novo, mas que atualmente ganha destaque devido às controvérsias geradas pela articulação da pesquisa científica com interesse privado do capitalismo. A análise dessa relação já era proposta desde a época de Ziman (1986). Para este autor na história da humanidade e, particularmente na época da Monarquia e do Estado Moderno, a participação dos cientistas foi importante para a manutenção destas formas de

organização social. Na modernidade a pesquisa científica é em grande parte dependente do Estado, pois conforme uma concepção social e democrática, este tem a responsabilidade de cuidar do sistema de saúde, da agricultura, da economia, da indústria, das comunicações, do transporte, dos serviços e da educação, ou seja, em geral deve cuidar do bem estar dos cidadãos, sendo que em todas essas áreas a ciência pode trazer contribuições. No entanto, para isso é necessário o financiamento das pesquisas, aqui temos um ponto central da política da ciência. Além disso, há as disposições administrativas para a criação de centros ou institutos de pesquisa, bem como o impulso para o desenvolvimento dos projetos tecnológicos. Também a discussão sobre os fins são elementos centrais da questão da política na ciência e é neste ponto que localizamos nas falas dos licenciandos um dos problemas da pesquisa sobre DGPI e Célula Sintética. Dessa forma, o interesse de democratizar a ciência para o bem estar das pessoas é posto em discussão. É importante destacar que na época de Jhon Ziman a pesquisa científica estava bastante vinculada ao Estado e, portanto, a maioria dos cientistas era funcionário público, entretanto isto parece estar mudando, pois o desenvolvimento das grandes empresas multinacionais interessadas em controlar a pesquisa científica parece constituir uma tendência forte.

Krimsky (2003) tem estudado o interesse privado na ciência e evidencia, a partir de uma análise do desenvolvimento atual das ciências biomédicas, que novas empresas podem enriquecer aos cientistas ou que empresas públicas podem favorecer ao enriquecimento de grandes corporações farmacêuticas. Dessa forma, o interesse da pesquisa acadêmica que foca na compreensão do mundo e ao mesmo tempo visa o bem estar das pessoas pode deixar de ser uma prioridade. A imagem do cientista respeitado por seus conhecimentos, por suas pesquisas bem sucedidas e comprometidas com o bem estar social é substituída pela imagem do cientista que procura desenvolver conhecimentos úteis para a criação de produtos comerciais.

Krimsky analisa criticamente os problemas gerados pela parceria estabelecida entre as empresas e as universidades. Um primeiro problema tem a ver com a mudança da missão da universidade e da ciência acadêmica, de uma orientação voltada ao questionamento permanente da natureza e a sociedade para o favorecimento da constituição de uma instituição que seja um instrumento do capital para gerar riqueza. Esta instituição estaria constituída pela mistura entre o capital privado e o interesse acadêmico dos cientistas o que geraria desconfiança e ceticismo na sociedade, favorecendo uma percepção pública negativa da ciência.

As análises sociológicas da ciência que nos possibilitaram entender os interesses envolvidos na pesquisa científica e o seu caráter de não neutralidade, nos levam a pensar nas consequências do interesse privado da ciência e indicar a necessidade do resgate da ideia diferenciacionista de que os interesses e valores dos cientistas devem ser voltados para uma preocupação racional de estudo da natureza e da sociedade, atribuindo a isto um valor importante para que a atividade científica não seja reduzida aos interesses do mercado. Neste ponto podemos novamente trazer as ideias de Ziman (1986) para valorizar a construção interna da ciência em termos de suas características, seus métodos e processos para garantir a validade e veracidade do conhecimento.

A ciência como organização social comunitária estabeleceu múltiplas relações sociais orientadas para o estabelecimento de um consenso racional que se tornou público através da comunicação e a divulgação científica. Este processo cuidadoso de produção favoreceu com que a ciência fosse reconhecida e respeitada na sociedade. Neste ponto o mesmo autor nos alerta sobre os problemas do relativismo epistemológico proposto pela sociologia do programa forte de David Bloor, que não presta suficiente atenção à tradição científica. Ainda considerando uma análise internalista da ciência, é possível entender a construção de conhecimento como um processo coletivo e social validado através do que é aceito pela comunidade cujo componente estrutural é a comunicação e a criação de consensos de acordo com resultados reproduzíveis. Assim, a objetividade, na verdade significaria intersubjetividade por consenso. Desta forma, pensamos que, diante das fortes pressões dos governos para que a ciência acadêmica se misture plenamente como o interesse privado, é necessário um resgate da tradição científica para que não perca seu sentido e sua natureza, caso contrário suas pretensões podem ser reduzidas ao poder do mercado.

Krimsky (2003) defende a tese que estamos assistindo à configuração de um novo *ethos* na ciência que estaria representado pelo paradigma da comercialização do conhecimento científico e que isto operaria em todos os níveis das instituições de pesquisa. O principal perigo desse paradigma é a perda do sentido das instituições universitárias e da ciência como representante do pensamento crítico da sociedade, dessa forma faz sentido a defesa da autonomia da ciência. O novo paradigma gera conflito de interesse pelo financiamento, pela garantia da qualidade da pesquisa e, o principal, pode prejudicar os princípios éticos da pesquisa e diminuir a confiança em seus resultados.

Além do interesse privado identificado pelos licenciandos, eles também questionam a desigualdade no processo de produção de conhecimento, o que tem relação com a divisão

internacional da atividade científica. Os países produtores de ciência são as grandes potências econômicas mundiais que possuem o poder e o controle dessa produção e têm as melhores possibilidades para que o conhecimento se torne mercadoria e gere riqueza. Esse conhecimento faz parte do desenvolvimento tecnológico que invadiu o mundo todo e que gera lucro.

O Pensamento Latino-Americano dos Estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade (PL-CTS) propõe uma análise interessante para entender os problemas, limitações e possibilidades da pesquisa científica nos países periféricos como o nosso, e nos ajudam a ampliar a interpretação sobre o que foi colocado pelos licenciandos. Neste sentido, Kreimer (2009) questiona o princípio do universalismo científico, próprio da sociologia funcionalista de Merton, e considera que a ciência não é um conhecimento universal que deveríamos acreditar ingenuamente. Isso possibilita fazer uma análise sociológica da dinâmica de produção científica em seus contextos locais. Este autor questiona o modelo de difusão progressiva da C&T dos países europeus (Inglaterra, França e Alemanha) para os demais países da Europa e da América do Norte. No caso da América Latina a difusão segue um desenvolvimento histórico que passa pela ciência colonial até a criação de instituições e associações de fomento no Estado Moderno. Assim, é previsível que exista uma tendência para que os países periféricos, como os países latinos, em algum momento consigam progredir cientificamente. Diante deste modelo, é proposta uma análise alternativa que consiste na compreensão da construção de tradições científicas nestes países. Assim, identifica-se que o grande problema é a existência de uma tradição fortemente disciplinar e que, em poucos casos, há a pretensão de se gerar conhecimento aplicado nas distintas áreas da sociedade (indústria, agricultura, saúde, etc.). Existem pesquisas aplicáveis, mas pelas diferentes estruturas sociais, econômicas e pela forma como o sistema é concebido elas não são colocadas em prática. Dessa forma, a pesquisa ainda continua dependente daquela que é realizada nos países de centro e, aquela que poderia ser aplicável, não consegue atingir este objetivo.

O outro problema decorrente da desigualdade na produção científica tem a ver com a formação de nossos cientistas. Existem muitos que possuem importante prestígio por seus trabalhos e têm conexões internacionais com autores e grupos que são autoridade em seu campo. No entanto, muitos dos que realizam sua formação no exterior não voltam devido a falta financiamento em seus países de origem, pela instabilidade das suas instituições ou porque simplesmente os países de centro possuem estratégias de captação que garantem que sua massa intelectual aumente, inclusive com cientistas estrangeiros. Todos esses aspectos

não têm possibilitado a consolidação de tradições fortes em nossos contextos e isso explica o problema da desigualdade. Embora as promessas de que nossos cientistas estejam integrados a grandes redes de pesquisa da Europa ou dos EUA parece constituir uma oportunidade para avançar, também tem uma grande limitação e tem a ver com a definição das agendas de pesquisa, que estão subordinadas aos interesses dos grandes órgãos ou instituições internacionais de financiamento. Dessa forma, os problemas locais, os nossos próprios problemas, ficam em um segundo plano e a pesquisa não consegue ser aplicada – o que restringe as possibilidades para o desenvolvimento de riqueza social e econômica a partir destes conhecimentos.

A abordagem das QSC com os licenciandos possibilitou uma compreensão mais ampla das questões sociais e políticas associadas ao interesse privado e a desigualdade nas dinâmicas de como é construído o conhecimento científico. Como foi analisado, o interesse privado é favorecido inclusive pelos governos que deveria ser dirigido pelos interesses públicos, o que gera uma contradição porque o dinheiro de todos os cidadãos é investido em interesses particulares de grandes corporações econômicas. Neste sentido, no Episódio 20 observamos novamente na fala do Vinicius a crítica as despesas geradas por pesquisas desse tipo, cuja verba poderia ser usada em projetos sociais. O João e a Mônica também expressam sua posição sobre problemas deste tipo nas pesquisas da Célula Sintética. Neste mesmo episódio observamos na fala da Camila um elemento novo associado às questões sociais da NdC que está ligado as promessas que são feitas por projetos de grande impacto, como do desenvolvido sobre a Célula Sintética. Neste caso existe a promessa de criar vida, o que é questionado na fala da Alessandra e que tem um discurso histórico sobre o que significa a evolução e a pretensão das pesquisas de manipular a seleção natural. O Vinicius e a Kátia também problematizam o método científico que embasa essas pesquisas e as pretensões de sua suposta natureza infalível.

Episódio 20 (Encontro 9)

[Os estudantes assistem ao vídeo da criação da Vida Sintética]

Vinicius (CLCS): *A mí me llamo mucho la atención del video la parte inicial cómo crear Vida Sintética, yo vi un documental sobre genoma humano [...] otra cosita lo de la financiación, es casi ¼ de un Producto Interno Bruto (PIB), son 35 mil millones de dólares, creo que es ¼ del PIB.*

PP: *Bueno, pero ampliando eso que sería.*

Vinicius (CLCS): *Pues que es mucha plata, con eso se puede, no sé si sea muy idealista, pero se puede pagar la pobreza, una deuda externa, no sé, se puede generar muchos proyectos sociales con toda esa plata, otra cosa es que financia la Exxon Móvil.*

João (CLB): *Como dijimos la vez pasada Craig Venter entro en el papel de ser empresario, yo la vez pasada veía un documental sobre la distribución de riqueza [...] Craig Venter tiene todo el dinero para invertir y no le preocupa el trabajo científico, pero no va a abrirse para otras causas.*

PP: ¿Qué piensas Denise?

Denise (CLPI): La verdad no sé es como extraño y la parte que más me llamó la atención fue cuando el científico dijo que también a parte de las bacterias, las cosas que ellos están utilizando para crear esa vida pueden afectar la humanidad, como iban a tratar de controlar esas cosas, pues mi punto de vista si no son capaces de controlar todas las cosas que están manejando eso como afectaría toda la humanidad y peor las personas que no tienen ni idea de lo que ellos crean, un genoma, los virus que están utilizando, las bacterias.

[...]

Camila (CLI): Desde el punto de vista del video, ellos si estaban como jugando a ser Dios, lo que querían, el objetivo si era como crear la vida y tener una manipulación en si como de todo esto.

Alessandra (CLB): Retomando, mi duda nace a raíz precisamente de ver un legado histórico de lo que ha sido el hombre, su proceso mismo de desarrollo y la forma del que el mismo hace parte de ese entorno y la forma de que el interactúa, entonces si me remonto un poquito más cuando el paradigma era muy teocentrista, entonces todo era atribuido a la divinidad [...] con el desarrollo mismo de la humanidad el hombre adopta un paradigma más geocentrista donde él es el centro del universo, entonces digamos que toda esa revolución industrial y de conocimiento que se ha dado yo se lo atribuyo al cambio que se ha dado en ese transcender histórico, el hombre es quien controla todo lo vivo, donde es él como el culmen en la evolución, entre comillas porque para mí no lo es, que todo tiene causa y efecto y desde allí se fundamentan las leyes universales y como todo puede ser explicado por el hombre, como todo puede ser atribuido a fenómenos naturales que el mismo hombre, aunque para mi difícil de controlar como decía en el mismo video, porque hay si retomo tu idea parece que el hombre quisiera ser el todopoderoso en la naturaleza, el creador de vida, yo no soy muy creyente [...], pero sí me parece muy peligroso que el hombre se pueda comparar con la selección natural (SN), porque lo está haciendo, precisamente es como si naciera otra forma de controlar todo lo vivo, la forma en que eso hace parte de la naturaleza, está atentando como lo hablaban ahí contra la misma biodiversidad. Si retomamos más de las lecturas que tu colocas para hacer los resúmenes estamos hablando de precisamente como esa SN ya no va a ser tan natural, porque ya la está manipulando o la está ejerciendo el hombre [...]

Vinicius (CLCS): Con respecto a lo que dijo ella, son las implicaciones que con el renacimiento el hombre se sentía como el centro del universo, el hombre empieza abordar la naturaleza, ya no es abordada desde Dios. Otra cosita que me llamó la atención del video es el método de experimentación, esa vaina funciona como si fuera ensayo-error, entonces pues cuando uno lee metodología de la investigación sabe que hay varias maneras de investigar, pero uno ve en el video como si existiera únicamente una manera de investigación que es ensayo-error.

[...]

Mônica (CLPI): Con lo que decía la colega, eso es una relación fuerte de poder, el hecho que puedan decidir de que nos enteramos y de que no, pues a mí me hizo preguntarme como que bueno entonces de cuanta cosa no nos hemos enterado de lo que también hacen, lo decidieron mostrar [...] también como esa relación de poder que se maneja mucho entre la ciencia y que pues lo político, bien eso pertenece a mis intereses, yo veo también un poco lo que decía Vinicius, eso se gasta muchísimo dinero, pero bueno beneficio a los científicos que se hicieron más famosos, tienen más estudios, pero bueno, en eso que beneficio a la sociedad, esa cantidad de dinero ¿no se pudo haber invertido en otra cosa? [...]

Katia (CLB): En relación a lo que decía Mônica en manos de quién está todo este tipo de desarrollo, no sabemos qué tan productivo y muchas veces por ensayo y error, ellos muestran a la luz pública cierta información, pero cuando digamos ellos ya saben que cierto experimento ha arrojado un resultado que para ellos puede ser positivo, de adelanto científico o innovador, pero no sabemos de verdad cuánto se sacrificó antes de tener ese resultado, en el video no lo comentan [...] pero la ciencia de una u otra forma oculta sus errores, por qué, el ser científico es errar, aprender de los errores para poder desarrollar, pero ahí no lo muestran y al ver esto la población común piensa que no hay riesgos más allá o antes de.

(Entrevista Vinicius)

PP: ¿Cuál es la principal controversia que consideras en la Célula Sintética?

Vinicius (CLCS): Lo de lo dijimos en esa clase la cantidad de dinero que le invierten, ¿a quién se le vende esa tecnología?, ¿quién va acceder?, ¿cómo va a llegar esas tecnologías?. Un intercambio comercial, un tratado que lo permita.

PP: ¿Cuál es tu comprensión sobre la cuestión de la Célula Sintética?

(Entrevista Fabiana)

Fabiana (CLPI): O sea, es increíble ver toda esa cantidad de plata que gastan para hacer un experimento de esos, entonces pues al final la gente que puede manipular eso, no sé, ¿qué logra?, pienso yo, ¿qué logra?, porque obviamente las demás personas que sus recursos no son iguales, pues ahí ellos qué, entonces ni puedo estar de acuerdo porque pues tampoco sé del tema, pero pues tampoco me parece que sea así, porque pues yo sobre todo me voy a ese enfoque de lo económico, porque esa plata podría ser utilizada para muchas más cosas

(Entrevista Gabriel)

PP: Sobre la Célula Sintética ¿qué piensas de esa cuestión?

Gabriel (CLB): De acuerdo a lo que tratamos específicamente en clase en el seminario, digamos que no era propiamente una Célula Sintética, si no era solo un ADN, un material genético que se había generado a partir de un programa de computación, no se puede hablar propiamente de una célula porque una célula implica muchos otros más procesos que un, bueno pues no simple no, pero que solo se restrinja al material genético, tiene otros muchos más procesos, procesos fisiológicos, químicos, bioquímicos y biofísicos también, digamos esta la membrana y todo, entonces ocurren muchos otros procesos que realmente no se han podido llevar a cabo [...]sería pensar en la aplicabilidad que se le dé en la sociedad o primero mirar si realmente eso surge de una necesidad, si eso es realmente un interés propio de una comunidad, de una población, de una sociedad específica en algún lugar en algún tiempo, si realmente nace de eso o si realmente nace a partir de fundaciones como la Craig Venter que pues a mí parecer, vienen es movidas por intereses económicos y de mercado. Entonces sería primero mirar eso, si realmente esa producción científica de una Célula Sintética se está moviendo es por qué intereses [...] realmente no se buscan soluciones, se buscan soluciones a los problemas que uno mismo genera, no a una mejor forma de relacionarse, digamos que también yo lo ponía en la exposición, que digamos no es en búsqueda como de una ciencia de manipulación, de dominación, si no que una ciencia como de relación con el entorno, como ponerme al mismo nivel de la naturaleza, entonces buscando este sentido pues realmente una Célula Sintética, por ese lado tampoco, la Célula Sintética lo que hace es como legitimar ese proceso de ciencia dominante, entonces porque sí, lo que estamos haciendo es bueno, la cuestión en ahora energética, ya hay mucho CO₂ en el ambiente, quitémosles ahora el CO₂ por medio de esto. Y bueno, igual el interés no sé, si lo fuera por cuestiones de publicidad, él lo debería decir, pero ni siquiera lo toma en cuenta, porque se ve que digamos el interés propiamente es de mercado, de lucro, entonces no hay ningún otro interés que uno pueda ver ahí, eso digamos en cuanto al mercado y eso de las Célula Sintética.

As promessas do projeto Vida Sintética abrangem a possibilidade de criar organismos que transformem o CO_{2(g)} produzido amplamente nas atividades humanas da sociedade moderna em substâncias que não sejam prejudiciais para o ambiente. Esta promessa, identificada e criticada pelos licenciandos, é interpretada como uma visão salvaçãoista da NdC, caracterizada e discutida por Auler (2002). Para este autor o modelo linear do desenvolvimento científico representado em pesquisa *científica+desenvolvimento tecnológico+desenvolvimento social e econômico+ bem estar social*, constitui a base do mito que a C&T são uma das melhores alternativas para solucionar os problemas atuais. Esta pretensão é enganosa e ingênua, pois o próprio Auler argumenta que grande parte da pesquisa científica desenvolvida na segunda metade do século XX, esteve vinculada à indústria militar e serviu a interesses antiéticos motivados pelos governos da época. Baseado nestes exemplos

Auler alerta sobre as promessas da ciência, pois elas sempre representam interesses políticos e ideológicos determinados.

A visão salvacionista também está associada às promessas feitas pelos projetos tecnológicos para a solução, por exemplo, de problemas ambientais, desconhecendo as causas sociais que os geram. No caso da Célula Sintética, a promessa de gerar alternativas para um problema ambiental é reduzido a uma questão técnica, no entanto o problema é social e político e tem a ver com o desenvolvimento da sociedade capitalista que privilegia o hiperconsumo que geram resíduos. Por exemplo, o hiperconsumo de automóveis tem impacto na emissão de gases de efeito estufa e os esforços pelo uso de transporte coletivo parecem ser insuficientes diante das demandas individuais dos cidadãos que desejam ter seu próprio automóvel. Este tipo de problema é mais complexo e abrange questões culturais, educativas e políticas que devem ser levadas em consideração. As falas dos licenciandos sobre as promessas da ciência constituem uma compreensão mais ampla da NdC e em contraposição a oferecida pela visão desinteressada, neutra e individualista.

As falas da maioria dos licenciandos nos Episódios 17, 18, 19, 20 evidenciam um posicionamento político sobre a NdC que questiona os interesses privados das pesquisas do DGPI e da Célula Sintética. Interesses associados à produção da ciência conforme as dinâmicas da economia global que é governada pelo poder de grandes corporações e por pressões dos governos para que a pesquisa científica acadêmica se adapte a estas exigências. Os posicionamentos também trazem as questões de desigualdade entre os países de centro e os países periféricos e por último alertam sobre a ideia de “promessas da ciência” conforme a visão salvacionista propõe.

Os posicionamentos dos licenciandos enquadram-se nas discussões atuais sobre política na ciência que passam pela questão do financiamento das pesquisas científicas, os novos modos de produção que vinculam ciência acadêmica com empresas e Estado. Em geral, podemos dizer que os critérios de escolha ou as decisões diante destes assuntos estão vinculados às práticas sociais e aos fins do desenvolvimento científico na atualidade, o que constitui o problema central da política que abre o debate sobre a natureza internalista e externalista da ciência.

5.3 AVANÇOS E O ENRIQUECIMENTO DAS VISÕES DOS LICENCIANDOS SOBRE A CIÊNCIA PELA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

Seguidamente realizamos uma análise dos avanços e do enriquecimento das visões dos licenciados sobre a ciência, decorrentes das discussões geradas sobre as QSC do DGPI e da Célula Sintética. A partir disto caracterizamos uma compreensão mais ampla da NdC envolvida na atual dinâmica controversa da ciência.

Inicialmente analisamos os avanços nas visões de ciência das licenciandas Camila, Silmara e Fabiana que tinham uma visão objetivista da ciência no começo do curso. Da mesma forma, procuramos identificar avanços nas visões dicotômicas e de absolutismo metodológico das licenciandas Mônica e Kelly. Em seguida caracterizamos o aprimoramento das visões dinâmica, contextualizada socialmente e integrada da ciência apresentadas pelos outros licenciandos (Alessandra, Saulo, Rafael, Vinicius, Gabriel, Regiane, Kátia e João).

Nesta pesquisa argumentamos que a abordagem de QSC pode constituir-se como um enfoque explícito para trabalhar a NdC sendo que, segundo as recomendações das pesquisas da área (GARCÍA-CARMONA; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2012), é pertinente que este trabalho esteja apoiado na história da ciência. Por essa razão, na disciplina também foi realizado um estudo sobre a controversa na ciência a partir da análise de determinados casos históricos em que há a discussão sobre a autoria de uma teoria científica, para isto foi estudado o livro de Nepote (2011).

5.3.1 AVANÇOS NAS VISÕES DO ABSOLUTISMO METODOLÓGICO E DO OBJETIVISMO

O livro de Nepote (2011) é um interessante texto de divulgação científica que, com uma linguagem simples e atrativa, trata de casos controversos na história da ciência, tais como: as disputas estabelecidas entre Newton e Leibniz pela invenção do Cálculo infinitesimal; Edison e Tesla pela utilização da corrente contínua versus a corrente alternada para a distribuição da eletricidade; Darwin e Wallace pela teoria da evolução das espécies; Lavoisier e Priestley pela descoberta do oxigênio; Pasteur e Pouchet defensores da teoria da geração espontânea; Bohr-Heisenberg e Einstein - Schrödinger pela mecânica quântica. A narrativa destes casos na medida com que caracteriza um processo confrontos outorga uma identidade humana à atividade científica e a aproxima, a partir de um ponto de vista histórico, das complexas controvérsias abrangidas nas QSC. Este foi o motivo para articular este texto nesta pesquisa. Depois de um amplo tempo de leitura do livro, ele foi discutido no encontro

14 e, nos encontros 15 e 17, houve a apresentação de textos produzidos pelos licenciandos a partir de seu estudo. Estes textos serviram para caracterizar os seus avanços sobre a visão da NdC.

No Quadro 17 é trazido um fragmento do texto apresentado pela Fabiana. Embora a visão objetivista inicial ainda esteja presente na ênfase que ela faz a experimentação e a Matemática enquanto aspectos centrais da ciência, ela conseguiu identificar a competência e a disputa como aspectos subjetivos presentes na atividade científica.

Quadro 17. Fragmentos do texto elaborado pela licencianda Fabiana (CLPI) Encontro 15

Científicos en el ring Juan Nepote. Procesos en la construcción científica
Según Nepote (1977), [lo correcto es 2011] para lograr comprender la naturaleza, calculamos, el hacer esta interpretación nos da por entendido que las matemáticas es el centro de todo lo que lo rodea lo que de alguna manera podría aceptarse y compartirse, ya que todo llega a tener una exactitud, donde en la ciencia las matemáticas han desarrollado un papel fundamental, y varios autores se encuentran de acuerdo con esto. Ahí entran todos los científicos donde establecen los principios de la ciencia por medio de la experimentación [subrayado de la licencianda] y la observación.

La matemática entonces se vuelve más compleja donde existen las reglas, axiomas y postulados para entender los diversos asuntos, más conocida como cálculo, donde la encontramos en todas las disciplinas científicas.

[...] en ese entonces la palabra científico no se había inventado pero con el transcurso del tiempo empezaron a crearse las primeras asociaciones científicas, y a estos ahora conocido como científicos, empezaron a conformar sus comunidades donde la transmisión de conocimiento se hacía por medio de la experimentación donde todo eso fue de grande ayuda para el desarrollo de las diferentes disciplinas para así poder lograr que la ciencia se distribuyera por el mundo.

[...]

Todas las luchas necesariamente hablan de la concepción y de la gran importancia de la existencia de la ciencia ya que a través de ella logramos aprender y conocer acerca de alguna disciplina, pero logramos conocer por medio de las experimentaciones que se han atravesado a través del tiempo si no hay experimentación no hay conocimiento, pues desde el momento en que todo esto se ha dado a la luz pública ya nada volvió a hacer igual incluso después de la muerte de estos científicos.

[...] Las limitaciones que han obstruido el paso para lograr un reconocimiento justo poco se logra obtener principalmente cuando existe un oponente, y existe una competencia de ser el mejor, oponente, que cuenta con una buena estabilidad económica y que su entorno familiar también hay un apoyo económico para poder lograr cumplir con sus objetivos, lo que destruiría al otro al no tener las mismas posibilidades. Otro hecho de limitación que hay en el desarrollo científico es cuando otro científico se adelanta a la publicación del mismo tema trabajo aunque hubiera una disputa y quizás un posible acuerdo el crédito se lo quedaría el primero en publicar con exactitud su trabajo.

Além destes aspectos subjetivos da atividade científica, notamos que a Fabiana no Episódio 21, identificou a influência de aspectos econômicos no desenvolvimento científico da Célula Sintética, questionando as grandes despesas geradas e que no final das contas podem ser perdas. Os poucos avanços da visão da NdC da Fabiana são compreensíveis, pois ela cursava o primeiro ano da Licenciatura em Pedagogia Infantil e, ao longo da disciplina foram evidenciadas dificuldades para a apropriação dos temas estudados. Contudo, valorizamos seus primeiros avanços que contribuíram para a problematização de sua visão objetivista, o que foi mediado pelas discussões com colegas de várias áreas do conhecimento. No Capítulo 7, evidenciamos as possibilidades formativas que uma disciplina pensada com a participação de licenciandos de diferentes áreas oferece.

Episódio 21 (Entrevista Fabiana)

PP: *¿Cuál es tu comprensión sobre la cuestión de la Célula Sintética?*

Fabiana (CLPI): *O sea, es increíble ver toda esa cantidad de plata que gastan para hacer un experimento de esos, entonces pues al final la gente que puede manipular eso, no sé, ¿qué logra?, pienso yo, ¿qué logra?, porque obviamente las demás personas que sus recursos no son iguales, pues ahí ellos qué, entonces ni puedo estar de acuerdo porque pues tampoco sé del tema, pero pues tampoco me parece que sea así, porque pues yo sobre todo me voy a ese enfoque de lo económico, porque esa plata podría ser utilizada para muchas más cosas*

A visão objetivista da Silmara também avança um pouco. No Quadro 18 percebemos que ela identifica a comunidade científica como organização social cujas qualidades humanas influenciam sua atividade, tais como a existência de hierarquias, disputas, fracasso e sucesso. Dessa forma, a ciência é considerada como uma atividade falível e influenciada pelos problemas humanos.

Quadro 18. Fragmentos de texto elaborado pela licencianda Silmara (CLPI) Encontro 15

Abordaje de las controversias en el desarrollo científico
¿Cómo podemos caracterizar una controversia? ¿Quién ganó cada lucha?
A lo largo del desarrollo de este libro se llevan a cabo seis distintas luchas en las cuales casi todas tienen un ganador definitivo, éstas son:
Lucha por la invención del cálculo infinitesimal: Leibniz versus Newton. Vencedor Newton
Lucha de las corrientes eléctricas: Edison contra Tesla. Vencedor Edison
Lucha acerca del descubrimiento del oxígeno: Lavoisier contra Priestley. Vencedor empate
[...]
Por otra parte hay varios factores que caracterizan a los científicos exitosos de los anónimos, es decir, los miembros de esas comunidades elitistas manejan ciertas jerarquías, tradiciones, conflictos, alianzas y enemistades, como el caso de Newton [...] otro aspecto que afecta a aquellos que no pertenece a dicha jerarquía son los recursos financieros y materiales disponibles para la investigación científica pues son limitados e insuficientes. Entonces hay que recurrir a apoyos gubernamentales y becas, y vemos que el desarrollo científico va acompañado de un gran manejo administrativo y burocrático que genera marcadas

enemistades. De esta manera la vida científica se ve influenciada por discusiones polémicas, pues no es posible construir nuevas formas de comprender el mundo sin explorar en gran magnitud el conocimiento previo, ya que este es uno de los principios que impulsa la ciencia. Pero a su vez también causa muchas enemistades entre su precursor y quien lo sigue investigando.

Por todo lo anterior podemos decir que mientras exista la ciencia y continúe su evolución seguirán existiendo choques y pleitos [...]

También cabe resaltar que tanto la ciencia como la lucha libre se asemejan mucho a un espectáculo, y así como los gladiadores tienen gran afición, de la misma manera hay seguidores fieles de Newton, Darwin o Einstein [...]

O avanço da Silmara também é registrado na entrevista, conforme exposto no Episódio 22. Apesar de cursar a graduação em Inglês e reconhecer a ausência de oportunidade para trabalhar com questões de ciência até então, considera que o trabalho realizado na disciplina permitiu a ela tratar de assuntos como DGPI em sua própria área. Este avanço é importante porque a ciência deixa de ser considerada como aquele conhecimento afastado da vida das pessoas e exclusivo de pessoas com qualidades especiais, constituindo-se, portanto, uma atividade pública.

Episódio 22 (Entrevista Silmara)

PP: Yo quería preguntarte después de trabajar las CSC y el desarrollo del seminario, ¿qué posibilidades de trabajo ves con las CSC en el salón de clases?

Silmara (CLI): Digamos como nosotras enseñamos inglés, no sé, tanto como aplicarlas, nosotros lo veíamos más como en el trabajo de ciencias, sería como muy difícil para ya aplicar, pero me pareció muy interesante y lo que decía en el seminario, pues fue muy útil, que uno siempre puede ser un agente de cambio y puede meter, no sé, antes o como después desde nuestro punto de vista, plantear así como tipo de debates y digamos como en la parte de inglés, hacer debates, que se discutan esas cosas, DGPI o no sé las nuevas cosas que la ciencia ha implementado, podemos hacerlo en inglés, ya que es un tema que se está aplicando actualmente.

O texto da Camila, exibido no Quadro 19, evidência um avanço maior de sua visão objetivista da NdC, pois ela conseguiu construir uma visão contextualizada socialmente ao identificar a influência dos fatores sociais, políticos e econômicos na atividade científica. Há também algumas marcas de uma visão dinâmica da ciência que foi constituída a partir da análise histórica que o livro de Nepote oferece.

Quadro 19. Fragmentos de texto elaborado pela licencianda Camila (CLI) Encontro 15

Contexto histórico del desarrollo científico

Durante la historia de la humanidad, hemos podido observar como el desarrollo científico va de la mano del desarrollo de la humanidad. En el libro Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia de Juan Nepote, se refleja como los factores sociales, políticos, económicos y culturales de cada época afectan de una u otra forma al desarrollo científico. A través del relativo y la narrativa de “peleas” que han existido entre reconocidos y no tan reconocidos científicos. Nepote nos ilustra cómo estos factores han alterado la vida y obra de

varios científicos, como es el caso de varios que no recibieron algún reconocimiento en vida por su trabajo.

A través de cada lucha expuesta en el libro, y a través de la historia de la ciencia, se evidencia como el proceso de desarrollo de la ciencia ha sido complejo, ya que este desarrollo siempre está en movimiento; cada resultado de un experimento y cada interpretación de cierto fenómeno es cuestionado, evaluado y refutado para ir cada vez más haciendo más y mejores construcciones de las interpretaciones de fenómenos de la ciencia en sí.

El desarrollo científico y la construcción de la interpretación de la ciencia ha sido evidente durante toda la historia; cuando en el siglo XVII se creía que la “verdad” del origen de la vida era por generación espontánea [...]

El desarrollo científico se ha visto influenciado por factores tales como lo social, lo económico, lo cultural y lo político. Desde este punto de vista las ideologías y los intereses de algunos sectores más prestigiosos y adinerados de la sociedad se han visto reflejados en los avances de muchos científicos, hasta el punto que los científicos llegan a depender de estos sectores. Tal es el caso de Nikola Tesla, quien al verse humillado por Edison [...]

El tema de la política se vio muy evidenciado en la vida de los científicos, tal es el caso de los estudiosos de los aires, Lavoisier y Priestley [...]

Las guerras mundiales fueron uno de los aspectos que marcó la vida y obra de los protagonistas de la sexta lucha: Bohr, Einstein, Heisenberg y Schrödinger [...]

A través de la historia nos hemos dado cuenta que no solo los protagonistas de estos pleitos han tenido problemas, no solo con la aceptación de sus construcciones de ciencia, sino también con las aplicaciones de estas, ya sean teorías o modelos, ya que éstas han generado cambios en la sociedad afectando de manera positiva o negativa diferentes factores de ésta. La búsqueda por la “verdad” se ha dado a lo largo de la historia, y a través de ésta nos hemos dado cuenta que la respuesta a las preguntas que se han hecho los científicos, ha sido refutada [...]

A visão dinâmica sobre a ciência presente no texto da Camila também está em sua fala no Episódio 23 quando ela considera que a ciência é um conjunto de conhecimentos que procura a mudança, a interpretação e a compreensão do meio em que vivemos. Também valoriza as controvérsias envolvidas no DGPI e na Célula Sintética e, identifica como problemáticos os fins dessas pesquisas em termos de suas implicações éticas e sociais.

Episódio 23 (Entrevista Camila)

Camila (CLI): La intervención en las enfermedades hereditarias, la intervención que se hace para poder tener seres humanos más sanos.

[...]

Camila (CLI): Sobre crear la célula, pues como que genera muchas controversias por lo que es generar como vida, pero tampoco se sabe con qué fin se llega a eso, qué quieren buscar para hacer una célula ellos mismos, es contra la ética. Lo consideran como algo inmoral.

PP: ¿Cuál sería la controversia con lo de la eugenesia?

Camila (CLI): Para qué fin quieren tener seres humanos como más inteligentes, como más altos, sería algo como muy nazi, como de tener un ser humano perfecto, ¿para qué fin?

PP: ¿si tuvieras acceso al DPGI lo harías?

Camila (CLI): No sé, depende, si yo tengo una enfermedad hereditaria muy fuerte tal vez lo haría, yo creo que no lo haría. Pues es un hijo y uno lo acepta como quiera, como es.

PP: ¿Te gusto aprender sobre ciencias?

Camila (CLI): Las controversias que se dan por lo de la eugenesia, como que no se ve la ciencia solamente para la práctica, sino también como que se aplica en otras áreas

PP: Después que participaste en el seminario ¿cómo entiendes la ciencia?

Camila (CLI): [risas] la ciencia... pues como un conjunto de conocimientos que tratan de entender todo lo que los rodea, de estudiarlo y entenderlo, tal vez para poder modificarlo

PP: ¿Con qué impresión te vas sobre las CSC?

Camila (CLI): Pues me parece muy interesante por lo que te dije como muy polémico, porque tiene que ver mucho con la ética, es un problema muy social, me pareció interesante.

No caso das licenciadas Mônica, Kelly e Denise, é necessário lembrar que, embora inicialmente elas tivessem uma visão dicotômica da ciência que atribuía algumas características abertas e reflexivas das ciências sociais e humanas, consideravam também que as ciências da natureza tinham uma metodologia rígida, absoluta e neutra e que constrói o conhecimento infalível. Estes posicionamentos correspondem a uma visão do absolutismo metodológico da NdC que, em termos epistemológicos, é coerente com a concepção positivista e empirista da ciência e, em termos sociológicos, corresponde a um visão funcionalista. Das visões das licenciadas inferimos uma separação entre as ciências sociais - humanas e as ciências da natureza, o que é indesejável e pouco pertinente considerando a dinâmica atual do desenvolvimento científico que está associada a grandes controvérsias. Conforme a discussão das QSC foi feita percebemos um avanço nas visões destas licenciadas com uma aproximação destas áreas do conhecimento. Esta aproximação foi favorecida pelas oportunidades de reflexões com colegas de diferentes áreas (Biologia, Ciências Sociais, Inglês e Pedagogia Infantil) o que possibilitou o desenvolvimento de reflexões que dificilmente são experimentadas em seus cursos focados em suas disciplinas.

No Episódio 24 percebemos que a Mônica identifica criticamente os fatores sociais que influenciam na pesquisa científica do DGPI e da Célula Sintética. Deste modo, ela se refere a questões de injustiça, poder e ética no trabalho dos cientistas. Isto mostra como a visão do absolutismo metodológico das Ciências da Natureza é limitada, pois determinados interesses privados podem influenciar nas escolhas que os cientistas fazem em suas pesquisas, a pesar de poderem também representar um avanço para o próprio conhecimento científico.

Episódio 24 (Entrevista Mônica)

PP: En el seminario trabajamos dos cuestiones sociocientíficas, en ese me sentido me gustaría saber cuál es tu opinión sobre el DGPI.

Mônica (CLPI): Yo creo que es una base científica que funciona en muchos aspectos, por ejemplo el caso de que se pueden detectar enfermedades, o sea, es un avance, pero también no tiene un control, en el sentido que se puede utilizar de múltiples maneras que nosotros

no sabemos, [...] como esos desarrollos científicos siempre han partido de intereses privados, sectores privados, que era lo que veíamos en el video que nos mostraste en la clase pasada, entonces yo decía cuántas cosas no nos ocultaran a nosotros [...] en el fondo cuántas personas están en la capacidad de hacerse eso, eso sigue generando ese problema de desigualdad social, esos avances científicos y hasta los tecnológicos siguen permitiendo que se desarrolle más esa desigualdad social, siempre son aquellos que tienen dinero [...] pero las personas de estratos más bajos que no tienen recursos económicos pues no pueden y entonces eso sigue generando más desigualdad, las personas que sí pueden se desarrollan mejor, van a estar más saludables, no se van a enfermar tanto o tienen una mejor educación [...] el ser humano siempre ha visto la muerte como algo trágico, siempre pretende extender la vida, que no me vea viejo, que no vea gordo, por el estilo y ahora con todo eso aún más, pues si ya no me enfermo, eso me preocupa mucho frente a esos temas científicos es más por el lado social de que eso sigue generando una desigualdad social.

PP: En cuanto a la Célula Sintética ¿qué comprensiones te llevas de esa cuestión?

Mônica (CLPI): Es complejo, uno podría decir que tiene cosas buenas en cuanto al desarrollo científico, pero también es que a veces los científicos no miden sus límites, igual que con la eugenesia, este embrión me va a salir malo, entonces boto 50 embriones y no pasa nada, porque se así se empieza con embriones como puede ser más adelante con otras cosas ya más, digamos con un ser humano como tal, con una persona que ya viva, los que están enfermos los vamos a desechar o se van a tener que morir o alguna cosa

PP: O sea, ¿qué valores están ahí, a qué punto llegamos?

Mônica (CLPI): como que esos descubrimientos a veces nos alejan de lo que nosotros somos en esa construcción colectiva, yo solamente pienso en mí, en mejorarme yo en no enfermarme [...] en que todo lo mío esté bien, lo colectivo se pierde. En cuanto a la Vida Sintética es igual, uno dice bueno hasta dónde están jugando, yo pienso en que ahí está muy marcado los conceptos de vida, uno es una negación, la ciencia explica algo la gente lo toma como verdad absoluta y se hace una negación de otras cosas, entonces cuando hacen algo como lo de la Vida Sintética se hace una negación de otros saberes, de otras visiones, otras explicaciones de los fenómenos del mundo y se hace más complejo, entonces como esa ciencia también sirve para homogenizar a un país, [...] como que esta es la verdad absoluta, ahora podemos dar vida, también es como no solamente jugar a ser Dios, sino es un poder que el ser humano no tiene la capacidad de controlar, así como con las armas, el problema no es que se hayan creado, el problema es que el ser humano no tiene la capacidad de manejarla, las utiliza para matar animales y para destruirse a sí mismo [...] ese poder de la Vida Sintética es tanto como la bomba atómica, puede caer en un científico que si le pagan muchísimos millones, donde usted no tenga que sufrir ni su familia por vender ese experimento, en manos de quien va llegar.

[...]

A visão contextualizada da ciência de Mônica também foi identificada no seu texto apresentado no Quadro 20. Ela reconhece que se pode construir diferentes visões de ciência, o que constitui um elemento importante para repensar o absolutismo metodológico. O avanço na visão da Mônica é limitado, pois embora ela tenha uma visão mais contextualizada socialmente, no qual identifica os avanços da ciência e questiona suas consequências sociais, não oferece maiores possibilidades para a ciência ser orientada para fins humanísticos e éticos. Esta abordagem pode gerar uma visão anticiência que não é pertinente, pois esta atividade institucionalizada na sociedade também tem contribuído para melhorar a vida dos cidadãos, assim constitui uma dimensão da sociedade a ser valorizada conforme suas contribuições e limitações.

Quadro 20. Fragmentos de texto elaborado pela licencianda Mônica (CLPI) encontro 15

Preguntas

¿Se evidencia rupturas en el pensamiento tradicional?

Yo considero que el libro permite que nosotros como estudiantes y también como sujetos del común tengamos visiones diferentes sobre el concepto de ciencia y de la relación que esta tiene con la sociedad [...] Dentro del libro podemos encontrar elementos de carácter científico, pero el autor narra de una forma muy clara también otros aspectos que influyen en las investigaciones de estos personajes como su economía, su vida personal, sus visiones del mundo, su educación [...].

Das falas das licenciandas Denise e Kelly apresentadas no Quadro 21 podemos inferir um avanço interessante na visão da NdC em relação a que apresentaram no começo da disciplina. De um absolutismo metodológico outorgado às ciências da natureza, passamos a apreciar a consideração de que a ciência muda e abrange questionamentos.

A Denise considera que o DGPI abrange uma prática discriminatória porque não está disponível para todas as pessoas. O posicionamento dela sobre a Célula Sintética é influenciada por suas ideias religiosas do cristianismo, o que a leva a não concordar com o diagnóstico que estaria associado com o aborto. Embora as crenças religiosas da Denise possam abranger aspectos ideológicos, a discussão sobre as duas QSC a possibilitou identificar a ciência como uma atividade humana que tem erros e que não pode ser considerada do ponto de vista salvacionista.

A Kelly identifica na discussão das duas QSC aspectos econômicos e políticos antes não considerados, percebe que a ciência não é um conhecimento infalível, mas que tem erros. No caso do DGPI expressa a existência de uma perda dos processos de seleção natural e, neste sentido, a perda da natureza humana. Também percebe que as intenções da ciência mudam com o tempo e nos mostra uma visão de NdC mais dinâmica em contraposição à visão do absolutismo metodológico.

Não foi possível constituir evidências sobre avanços da visão da NdC da Denise e da Kelly a partir dos seus textos sobre o livro de Nepote, pois no caso da Denise seu texto esteve limitado a parafrasear algumas partes do livro e não houve interpretações próprias. No caso da Kelly ela sofreu um acidente de moto e não conseguiu apresentá-lo. Apesar destas dificuldades, suas entrevistas finais possibilitaram identificar seus avanços na visão absolutista da ciência. Isto nos permite fortalecer a ideia de que a abordagem de QSC na formação de professores possibilita problematizar visões restritas da NdC que obstaculizam uma compreensão ampla da ciência que valorize os limites e possibilidades de seu desenvolvimento atual.

Quadro 21. Evidências de avanços de visão da NdC associada ao absolutismo metodológico

Recortes entrevista Denise	Recortes entrevista Kelly
PP: En el seminario trabajamos dos cuestiones sociocientíficas, en ese sentido me gustaría saber cuál es tu opinión sobre el DGPI. Denise (CLPI): Lo veo como una práctica conveniente para algunas personas, pero un poco discriminatorio hacia otros , porque según lo que estaban diciendo las prácticas que nos estaban explicando era sobre cambiarle los genes a las personas, como para que tengan unos lineamientos los cuales son elegidos por los que lo vayan a tener en su vientre, porque puede que no sea la mamá, sino otra persona que contratan. Entonces sería como discriminatorio para los que ya nacimos y para los que no conocen esta práctica [...]. Bueno además también sería cuestión de economía, las prácticas de pre-implantación genética deben ser bastante costosas, por todos los procedimientos que nos has mostrado, las pruebas que estos hacen, las eliminatorias que estos realizan para conseguir un genoma digamos que perfecto, que con el paso del tiempo no sufra con enfermedades, que no tenga cierto tipo de decadencias, porque quieren que sea como un ser perfecto, inteligente, así lindo. Un prototipo perfecto. La Célula Sintética sería interesante para mirar que se puede hacer con eso... no la vida de Dios Cuando iniciaron la discusión de las bacterias, como interesante saber que se quiere hacer con eso, una vida hecha por el hombre y no por Dios, las bacterias se podrían filtrar y hacer daño PP: [...] Esas cuestiones tienen controversias. ¿Cuál es la polémica más importante para ti? Denise (CLPI): La religión creo que sería el choque más fuerte que tendría la eugenesia. Porque la religión tiene demasiadas personas y se ha escuchado decir al mismo papa que nunca estaría de acuerdo con el aborto, y la eugenesia sería como una práctica de aborto, no sería, sería casi igual porque son genes que se sacan y se botan, le	PP: A partir de las cuestiones trabajadas en el seminario, me gustaría que me contaras un poco que estás entendiendo por la eugenesia a partir del DGPI. Kelly (CLPI): Antes a parte de este espacio yo no tenía idea que eso existía, de pronto uno escuchaba manipulación genética, pero lo pasaba por encima, bueno están haciendo unas modificaciones que uno no sabe cómo y si me ha dado ciertas claridades frente a esas temáticas. El tema de la eugenesia es un tema muy problemático, que uno obviaba, no existía, era eso o de pronto uno escuchaba y le parecía ya terrible lo que proponían, uno creía que eso era ficción. Mi tía es cristiana y decía que van a ser personas de tales características y yo pensaba la religión ya le está haciendo daño. PP: Ahora toca que le digas: tía estamos estudiando eso. Kelly (CPI): Sí yo la entrevisté [actividad para la exposición sobre nociones de vida] Entonces, hubo mucho, cuando llegué acá y empezamos a ver un poco, uno siempre tiene la noción de que todo lo científico es bueno y que todo lo científico aporta, una repercusión que uno ve en el ámbito académico son los problemas ambientales, como la contaminación, las basuras, el CO₂ y demás, pero no ve otro tipo de avances que también afectan a la sociedad en general , que uno por desconocimiento porque cree que es mentira como en el caso de mi tía pasa por alto, vea pues. Respecto a la eugenesia y demás pues es una práctica complicada me parece a mí, tiene muchas discusiones y es lo que se ha abordado en el largo del curso que no es sólo el diseño de personas que nunca se enfermen, yo lo veo como eso, el diseño o la construcción

cambian ciertas cosas y si ven que no sirve lo botan prácticamente a la basura porque no hacen uso de él, entonces el choque más fuerte sería con la religión. PP: ¿Tu eres religiosa? Denise (CLPI): Cristiana PP: ¿Cómo ves eso? Denise (CLPI): Mi concepto muy personal, yo estoy de acuerdo con la religión cristiana, pero yo digo que, o sea, que habrían que hacer excepciones en ciertos casos, porque por ejemplo en la iglesia nosotros siempre hablamos que es injusto que algunas mujeres que pueden tener hijos los tengan y luego los regalen y otras que no pueden tener deban cuidarlos de los demás porque a ellas Dios no les dio el privilegio de tener un hijo o ciertas enfermedades, en mi religión creo que estarían de acuerdo que las personas se hicieran una práctica de esas. PP: ¿Y la práctica para mejorar los ojos? No yo creo que eso es como vanidad de la gente, querer tener un hijo perfecto, en mi concepto personal es como muy lindo ver a una persona [...] hasta para el niño sería raro ¿quién me hizo? [...] sería raro explicarle a un niño que porque es tan alto. PP: ¿Cuál es la principal polémica de la Célula Sintética? Denise (CLPI): La misma sociedad prácticas traídas de otros países [...] Denise (CLPI): Yo pensaba estudiar ciencias, después no me gustaba la idea. Técnica medio ambiente, beca un año. Me llamaba la atención saber el origen de las cosas. No me gustaban las materias una mezcla de la sociedad con lo científico Mi trabajo sobre la polémica del aborto frente a la religión [Se refiere al trabajo final del seminario CSC y Formación Docente] PP: En el seminario trabajamos sobre cómo comprendíamos la ciencia. No sé, porque algunos de esos temas se ven en el colegio ADN, Genética, lo de Mendel. Entonces tu venias con una visión de	de un prototipo de persona que va cada vez más perdiendo su carácter natural, perder un poco sus características, una problemática es que se acaba la diversidad en ese sentido y se van creando otras culturas, eso lógicamente va cambiando las relaciones biológicas y sociales. Otro problema que tiene es como el aspecto político y económico pues que enmarca esas prácticas, en Colombia eso no se hace o no para todo el mundo [interrupción] PP: El DPG ya se hace como lo veíamos en Cecolfes, pero como tú dices no es para todo el mundo Kelly (CPI): Entonces con qué fin, no, la manipulación genética y esas técnica que pues proponían la intervención de unos embriones y después desecharlos. [...] Kelly (CLPI): También me preocupa un poco el desconocimiento de la naturaleza humana pues porque todos nos enfermamos tendemos a desarrollar ciertas enfermedades y eso hace parte del ciclo de vida natural de la selección natural, entonces cuando se propone esas técnicas, esos seres humanos se les quita en cierta parte su naturalidad, su relación con la naturaleza. PP: ¿Con el tema de la Célula Sintética? Kelly (CLPI): Lo que explicaba el compañero Edwin, no me quedaba claro, la manipulación de cultivos, eso está atravesado por unos ideales, un sistema político, al recoger otros saberes, ellos saben. Ejemplifica con la familia y cultivo PP: ¿Y la visión de ciencia? Kelly (CLPI): Digamos que desde mi formación aquí en la universidad, al principio, la ciencia es todo lo bueno, todo lo exacto, yo me siento mal porque pues, no es tan científica mi carrera, pero entonces hay una discusión que
---	---

ciencia, no sé si al estar en el seminario tú visión de ciencia ha ido como cambiando. Denise (CLPI): Sí porque antes en el colegio me decían que la ciencia era todo lo que podía perfeccionar el ser humano las plantas, las propias personas porque por la ciencia existían los medicamentos, entonces en el procedimiento me pude dar cuenta que la ciencia también tiene problemas como cualquier otras cosas que uno ve en el mundo, como la psicología, porque la ciencia también tiene enemigos, en casi todos los casos es la religión. La ciencia no lo puede curar todo porque eso me lo estuvo explicando un compañero, pero eso que la ciencia es perfecta no es verdad porque la ciencia también se equivoca, solo que son errores que no afectan a nadie porque son procesos que se realizan por la ciencia antes de ser llevados a otras personas, se practican como muy aparte o encerrado en su ámbito para que nadie se dé cuenta, entonces es también ver como la ciencia es algo muy común entre las personas, que todos tenemos errores, entonces cambia la perspectiva es que la ciencia es perfecta. Si la ciencia me dice que se tiene que morir en tres meses, entonces eso me dice la ciencia, pero a veces la ciencia y las personas que hacen uso de ella tienen pequeños errores o inconvenientes que aceptan eso.	se empezó a hacer, desde el reconocimiento de los otros saberes que no son tan rigurosos, la ciencia es una verdad absoluta, la ciencia establece unos principios y leyes inamovibles, y todo eso va cambiando. La misma ciencia lo demuestra, recojo un aspecto porque pues no puedo partir de la nada, pero igual lo cambio en cierta medida, lo transformo, entonces la ciencia ya es algo cotidiano, antes uno lo ponía pues el laboratorio, los científicos, eso sí es ciencia, o sea, ahora es lo cotidiano, es mediado por relaciones sociales, por relaciones de poder. Cuando miramos, no, sociocientíficas, como podríamos aportar, porque lo científico ¿cómo?, entonces fue abrimos y lanzarnos sin miedo a esta experiencia [...] la noción de ciencia ha cambiado mucho y los aportes de los compañeros desde los distintos proyectos han enriquecido esa mirada. La biología no es algo inalcanzable, no es inentendible, que uno diga Dios mío, eso no lo entiendo... pues no somos especializados pero comprendemos muchas cosas, el hecho de que somos biológicos y esa comprensión son situaciones pues que implican biología, pero que no es una biología distante sino es una biología permanente, es una biología comprensible, en ese aspecto la ciencia se ha transformado.
---	--

5.3.2 ENRIQUECIMENTO DA VISÃO CONTEXTUALIZADA SOCIALMENTE E DA VISÃO DINÂMICA DA CIÊNCIA

Nas análises realizadas no Capítulo 5 foi possível perceber que os licenciandos Katia, João, Rafael, Vinicius, Gabriel, Regiane, Alessandra e Saulo, já nos primeiros encontros, apresentaram uma visão interessante sobre a NdC. Kátia e João caracterizavam como necessária a integração entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais e Humanas; no caso de Rafael, Vinicius, Gabriel e Regiane, estes expressavam uma contextualização social do conhecimento científico, enquanto Alessandra e Saulo demonstravam uma visão dinâmica da ciência, que considera diferentes mudanças do conhecimento científico.

Estas visões igualmente passaram por avanços, o que foi possível identificar em seus textos e nas entrevistas finais, oferecendo-nos informação sobre o enriquecimento favorecido pela discussão das controvérsias abrangidas no DGPI e Célula Sintética.

No texto apresentado por João (Quadro 22), este enriquece sua visão integrada considerando que a construção da ciência não segue um processo linear de acúmulo de informações, mas é orientada por um processo de mudança, conforme as diferentes exigências e problemas de um contexto histórico específico. O texto de João está apoiado nas ideias do trabalho de Thomas Kuhn, a partir do qual critica o princípio do universalismo na ciência.

Quadro 22. Fragmentos de texto elaborado pelo licenciando João (CLB) encontro 15

La ciencia como entidad acumulativa

[...] Con lo anterior no se está diciendo que los primeros conocimientos y postulados son simples y los de más adelante se iban complejizando, sino que estos obedecen directamente a un contexto histórico, obedece directamente a la época en que se desarrollan.

[...]Es así como se podría decir que la ciencia no es una acumulativa, sería una acumulación según la forma y la visión de lo acumulativo, si es más bien la retoma de fuentes de información bibliográficas que sirvan de base para una investigación, o se refieren a la cuestión que el conocimiento, la búsqueda y la construcción del mismo se da de una manera lineal en vez de ser visto desde una manera en que se da por tiempos, y no es un proceso meramente temporal (Ver figura 1), tal y como lo muestra Thomas Kuhn en la estructura de las revoluciones científicas (Kuhn, 2011) mostrando que a través de la historia el conocimiento y las teorías en torno a los fenómenos naturales no son conclusiones universales, sino más bien premisas puntuales en las que con el avanzar tanto de las ciencias, tecnologías, como de la misma cultura se conseguirá ir construyendo esas conclusiones universales para lograr dar respuesta a los fenómenos, así los paradigmas son temporales y no permanecen de manera lineal, los mismos dando explicaciones desde distintos ámbitos, con metodologías distintas, no siendo esto una variable para mostrar la superioridad de unos contra otros sino más bien la diversidad de las metodologías utilizadas por los hombres para la búsqueda y respuesta de los fenómenos de su entorno.

A fala de João, registrada no Quadro 23, evidencia o enriquecimento da visão integrada da NdC com um caráter crítico, na medida em que a análise dos avanços atuais da ciência - tais como os apresentados no DGPI e a Célula Sintética - exige uma inquietação permanente e uma atitude de dúvida diante das promessas daquela, que trazem desafios e contribuições a evolução do conhecimento técnico e científico e, também, sérias controvérsias éticas e morais. Observarmos, também, que no começo de sua fala Kátia valoriza sua visão inicial de ciência e parece não apresentar mudança durante o processo, mas destaca as contribuições da discussão sobre as QSC para o enriquecimento de sua visão de ciência e passa a reconhecer que isto pode levar a mudanças desta. Isto tem a ver com a necessidade de estudar e questionar o conhecimento atual da ciência porque, em alguns casos, parece que o curso de graduação do qual participa não possibilita essa análise.

Quadro 23. Evidências de enriquecimento de visão integrada da NdC

Recortes entrevista João	Recortes entrevista Kátia
PP: A partir de la participación tuya en el seminario ¿tu visión de ciencia ha cambiado? João (CLB): Sí ha cambiado un poco, yo antes, pues siempre tenía, pues siempre me he guiado mucho por lo que la ciencia misma dice y por lo que el pensamiento científico a uno siempre le va arrojando y esos avances científicos, pero ya mirando esos avances, no desde un punto de vista de que a qué bueno, sino guardando el espacio y hasta observar todo, entonces mirando muy críticamente todos los aspectos que esto lleva, antes confiaba un poco más en ese discurso, de pronto porque tampoco estoy tan metido en el campo de la genética, pero inclusive en partes de la neurociencia, también me he dado cuenta y he sido más crítico y me he dado cuenta de más cosas que puedan entrar así. PP: Bueno, entonces si hay esos cambios especialmente para pensar tú mismo trabajo o lo que estás haciendo, por lo que estás en ese discurso de ese campo disciplinar. ¿Hay algo que quieras agregar más sobre las CSCs trabajadas? João (CLB): Pues uno siempre las mira como en un altar, pero igual son una actividad humana, están susceptibles a toda esta controversia y susceptibles a también ser como tumbadas de ese altar en el que se tienen.	PP: ¿cuándo tú participas de este seminario esa visión de ciencia sufrió cambios? Kátia (CLB): De pronto no cambios, bueno enriquecer es cambiar de una u otra forma. Esté espacio académico enriqueció mucho más mi conocimiento científico, no conocía que eran las CSC, tengo entendido que ahora esas CSC de hecho se pueden aplicar en la escuela como un modelo pedagógico, si obviamente modifica, pues cada vez que uno aprende va modificando PP: ¿En qué se enriqueció la visión de ciencia? Kátia (CLB): [...] yo tenía el concepto de ciencia de una forma no adaptada a tantas aplicaciones del día de hoy, de una u otra forma los docentes tienen la culpa, ellos cuando nos enseñan un tema lo abordan a partir de la historia y de ahí empiezan y si se acabó el curso posiblemente nos quedemos en el año 2000 [...] si cambio porque yo dije a pesar de que uno lee todos los días me di cuenta que hay desarrollos, tecnologías que no conocía, el DPGI no lo conocía, el tema de la célula tampoco, son temas actuales, bastante frescos. Entonces sí cambia mi noción de ciencia, la ciencia no es sólo lo que yo haga porque yo a veces creo que estoy produciendo o haciendo ciencia con sólo leer, son sólo estudiar, no eso está más allá y hay gente que controla la producción de vacunas, producción de células.

O enriquecimento da visão contextualizada socialmente - de Vinicius e Gabriel - está presente nos textos elaborados pelos mesmos (Quadro 24). Nos dois casos destaca-se a análise histórica da evolução da ciência como um elemento importante para a compreensão desse processo. No caso de Vinicius destaca-se a capacidade de inquietação dos cientistas como um valor importante para a construção de conhecimento, enquanto Gabriel chama a atenção da existência da pluralidade de formas para experimentação, assumindo que, embora esta seja importante, não é o único caminho para se construir uma teoria. Gabriel também retoma o trabalho de Thomas Alva Edison como um exemplo para ilustrar as questões de poder do empreendimento científico.

Quadro 24. Fragmentos de textos elaborados pelos licenciandos Vinicius e Gabriel encontro 15

Texto de Vinicius (CLSC)	Texto de Gabriel (CLB)
La Naturaleza de la Ciencia Para establecer en que consiste la Naturaleza de la Ciencia se hace necesario establecer una serie de características que permiten dilucidar en cierta medida el carácter de la Naturaleza de la Ciencia, en primer lugar está el desarrollo mismo del concepto naturaleza y referirse a él desde muchas perspectivas filosóficas a través de muchas épocas [Hace una descripción desde el pensamiento griego y el paso a la modernidad]. [...] Con el desarrollo anterior del concepto de naturaleza se hace pertinente desarrollar la pregunta de ¿qué es lo que impulsa a un científico a contribuir a la ciencia? [...] con lo anterior quiero afirmar que el científico al desarrollar su pregunta desarrolla una teoría para estructurar y entender la realidad [...] en	Científicos en el Ring, comentario en torno a los proceso en la construcción científica La ciencia al ser una construcción humana está ligada a los procesos en los cuales se enmarca la sociedad. Si bien se puede decir que los avances y aportes científicos son, en cierta manera, de aplicación universal, también es de notar que tanto los científicos como los procesos por los cuales se dan estos aportes, están ampliamente influenciado por factores y condiciones sociales propias de cada época y cada contexto. Se puede decir entonces que en cada lucha que presenta el autor confluyen diversos aspectos (políticos, económicos, sociales) los cuales influyen sobre el resultado de cada contienda. Por lo tanto, si los procesos en el desarrollo científico están influenciados notablemente por los aspectos sociales, se puede decir que tanto los intereses que mueven esta ciencia, los métodos que se siguen y los resultados a los cuales llega, también están relacionados con estos aspectos. [...] Es tanto así que la ciencia actual opera en función de la razón; no se puede hablar de conocimiento científico si este no es razonable. [...] Tanto Newton como Leibniz llegaron a un resultado similar [...] se es posible llegar al mismo resultado partiendo de preguntas y métodos diferentes. Parece ya desde los inicios de la ciencia moderna que no existe un método o modelo único a seguir para develar los procesos y fenómenos físicos. Parece contrastar con lo que actualmente se imparte en la escuela, un método único y rígido (método científico). [...] Contrario a Priestley, Lavoisier sí seguía un método más riguroso basándose en aspectos teóricos [...] De la cita anterior también se logra identificar la

este sentido se afirma que las luchas y debates expuestos en el texto parten en primer lugar del debate que se genera en determinada época en relación con el desarrollo de una teoría y de una técnica junto con un proceso de interpretación de la realidad, en este punto el desarrollo de la técnica es importante pues el hombre no solo estructura teorías para interpretar la realidad sino también crea y manipula la naturaleza de acuerdo a un fin específico a partir de un instrumento, en este sentido se desarrolla la técnica para intervenir e interpretar la naturaleza que rodea al hombre, un ejemplo claro de esto es el desarrollo de instrumentos que permiten a científicos como Kepler [...]	experimentación como un proceso clave en la construcción científica, pero no necesariamente todos los aportes científicos requieren de la experimentación para ser aceptados por la comunidad científica y posteriormente por el resto de la sociedad. Actualmente existen teorías que son aceptadas ampliamente aun sin existir experimentos directos que contrasten su veracidad, una de ellas es la teoría de la evolución. [...] aparte de los fósiles no existe otra forma por la cual se pueda comprobar directamente el proceso evolutivo de las especies, indirectamente existen disciplinas como la Biología Molecular, Cladística [...] En cuanto los avances y limitaciones que se presentan en el desarrollo de la ciencia [...] la invención de la luz a permitido hacer este desarrollo algo útil y práctico para la vida cotidiana [...] Las limitaciones también están claramente ejemplificadas en esta lucha, son las cuestiones del poder que juegan un papel relevante en este caso. Para Edison fue fácil desarrollar ciertos inventos ya que contaba con el poder económico para contratar matemáticos [...] Tesla se vio limitado por las cuestiones de poder, muchos de los científicos que nombra el autor y otros más, se vieron limitados o simplemente no fueron tomados en cuenta, debido a que no tenían suficiente poder para influir o no tenían el reconocimiento por la comunidad científica.
---	--

No Quadro 25 também apreciamos, nas falas dos licenciandos Vinicius, Gabriel, Rafael e Regiane, o enriquecimento da visão contextualizada da ciência. Explicitamente, as visões de Vinicius e Gabriel acrescentaram-se a partir da discussão das QSC. Para Vinicius, a análise dessas QSC possibilitou-lhe entender melhor a transgressão do humano nesses projetos, bem com a perda da reflexão do humano no próprio rumo da ciência; assim, chama a atenção pelo resgate dessa reflexão filosófica que vai no sentido de a ciência ser entendida como projeto da cultura ocidental, porém, que não se trata de abandonar este projeto e aceitar ideias pós-modernistas que podem instalar um novo dogma. Gabriel reconhece que sua visão amplia-se, pois para ele isto é uma construção que faz parte do processo desenvolvido ao longo de sua formação, em outras disciplinas. Fica mais claro para ele que a ciência é um processo coletivo que possui interesses. Por sua vez, Rafael declara que sua visão apresentou mudanças e que sua formação ainda é influenciada pela concepção positivista, não histórica e descontextualizada da ciência, o que foi possível questionar a partir da discussão de QSC e da análise de casos históricos controversos, tais como os apresentados no livro de Nepote. Por

último, no que diz respeito à Regiane, esta questiona a instrumentalização da ciência nos projetos científicos, por exemplo, no DGPI e na Célula Sintética, e reivindica um olhar humanístico para o agir da ciência, a partir do qual o cientista não tem atribuições especiais, mas é um ser humano como outro qualquer, portanto, inclusive assume posicionamentos políticos.

Quadro 25. Evidências de enriquecimento de visão contextualizada socialmente da NdC

Recortes entrevista Vinicius	Recortes entrevista Gabriel	Recortes entrevista Rafael	Recortes entrevista Regiane
PP: ¿Tu visión sobre ciencia ha cambiado? Vinicius (CLCS): Sigue igual. El concepto de sociocientífico si lo amplié un poco y se conoció más, lo social y lo científico, uno cree que la problemática ambiental con lo social y ya de fondo hay otras implicaciones, a partir de eso sí se clarificó. PP: Frente a la pregunta de Mejía, ¿por qué la aceptación? Vinicius (CLCS): No está mal que lo hagan quitar una enfermedad. El problema es hasta qué punto lo van hacer transgredir al ser humano, o digamos también esa visión de lo religioso se está perdiendo[...] las noticias le venden a uno como progreso de la humanidad, si fuera progreso estaría al alcance de todo el mundo, la idea de progreso viene de la modernidad un proceso inacabado Vinicius (CLCS): La ciencia no tiene un rumbo, ya sus metarelatos ya una vez se trató de pensar el ser hombre, pero el pasó a ser objeto de antropología, de la psiquiatría, de la ciencia, de la genética, sí entonces esa parte subjetiva, esa parte del ser se perdió en el transcurso del desarrollo de las ciencias y lo que dice Heidegger el final de la filosofía era pensar qué es ese algo que se olvidó en el transcurso del desarrollo de la ciencia, sí, entonces yo digo que la CSC también tiene que ver con ese olvido del pensar, obviamente en el contexto europeo es muy diferente, porque ellos ya son una civilización, una	Gabriel (CLB): Cambió bastante, digamos que uno ya trae ciertos conceptos ciertas cosas de que la ciencia, por clases trabajadas anteriormente ya uno ha trabajado todo ese tema de la ciencia, digamos en didáctica lo vimos bastante, lo vimos a profundidad [La clase de Didáctica de la Biología fue a cargo de PP], hablamos bastante de eso, ya digamos uno trata ahí ciertos matices de las ciencias, pero digamos que ya en este curso, en este escenario como que se consolidan aún más esos conceptos que uno tiene de las ciencias, la ciencia como un proceso colectivo, la ciencia movida por intereses, no neutral, cosas como	PP: Ok, entonces, después de participar en el seminario de CSC y formación docente ¿tu visión de ciencia ha cambiado? Rafael (CLB): ¡Sí claro! Sí ha cambiado bastante ¿por qué? Porque nosotros venimos de un método bastante positivista entonces nosotros nos enseñaban más que todo son temáticas de la ciencia, o sea no nos ponen realmente a recapacitar, cuando digamos nos dan clase de taxonomía, o sea, no nos explican cómo se da una taxonomía en realidad, ni una historia de la taxonomía, simplemente un animalito va del reino hasta especie, pero nunca se pone uno a pensar que científicos estuvieron dando eso. ¿Qué paso con esto? Que en el colegio yo tuve que investigar, uno	PP: A partir del trabajo que tuvimos en el seminario ¿tu visión de ciencia ha tenido cambios? Regiane (CLB): Sí, lo que sucede es que bueno, el científico es siempre una persona, pues a mí modo de ver, como una persona como muy afanada por asignarle cosas a lo que ve, sí, digamos no se preocupa tanto por construir, hacer una construcción, sino por, no sé, abarcar todo lo que en algún momento se cuestionó, muchas veces no nos preocupamos tanto porqué un resultado de o por justificar ese resultado, sino simplemente dar [...] sí es muy valioso ver como el científico también puede ser una buena persona, porque sí, o sea, cuando veíamos los autores, pues también hay científicos humanistas, hay científicos que se cuestionan por la ética, por la razón de ser de algo, de pronto el científico es el que sale al campo, no el que está en [xxx]

sociedad ya más avanzada, qué pasa acá en Latinoamérica, con una problemática de esa, es que a Latinoamérica no la han dejado tener su propia modernidad, no digo que digamos vamos a copiar un modelo europeo o bueno, vamos a tumbar occidente como dicen los posmodernos, vamos a retomar esos saberes indígenas y eso termina volviéndose un dogma, en sociales es así, un dogma indigenista ahí, una ciencia indígena, pues con todo lo respetable que puede llegar a ser, pero es que casi se devuelve al mismo punto del positivismo, que la ciencia va a salvar al mundo.	esas. Digamos que más que cambiar, es como fortalecer esa concepción de ciencia que yo tenía antes.	guiado por esta materia, como en el libro de Científicos en el ring, de cómo había un telón de gente detrás [...] una ciencia heredada y como va avanzando hasta consolidarse [...] El seminario permite ver un poco más allá.	molecular; el científico también puede tomar partido de otras cosas, puede estar reflexionando sobre otras dinámicas, entonces el científico también puede ser un político, sí, o sea, una persona puede desempeñar muchos roles, entre esas, el científico es una más, o sea, es una postura más de las tantas que puede haber analizando o interpretando algo.
--	--	---	---

A visão dinâmica da NdC de Saulo e Alessandra também foi enriquecida com a discussão das duas QSC e com a análise das controvérsias históricas. No caso de Saulo, notamos (Quadro 26) que sua escrita evidencia uma maior contextualização social da ciência a partir da valorização das controvérsias presentes no estudo de casos históricos da ciência, que permitem questionar a sacramentoção da ciência como um conhecimento inquestionável. De forma semelhante, no mesmo Quadro percebemos que o texto de Alessandra identifica os erros, as disputas e os conflitos como aspectos próprios da ciência, o que indica ser este um atributo humano desta atividade que precisa ser discutido abertamente, publicamente, de forma que todas as pessoas possam participar das discussões sobre seus alcances e limites.

Quadro 26. Fragmentos de textos elaborados pelos licenciandos Saulo e Alessandra encontro 15

Texto de Saulo (CLSC)	Texto de Alessandra (CLB)
Naturaleza de la ciencia con relación a científicos en el ring de Juan Nepote Para realizar un análisis sobre la naturaleza de la ciencia hay que definir a la ciencia como una construcción social que sustenta la modernidad, lo que implica o significa, que la ciencia goza de legitimidad ampliada, legitimidad que ha tendido a la mistificación o sacralización de esta (la ciencia como construcción de conocimiento mediante unos determinados parámetros), fenómeno interesante debido a que nosotros, como estudiantes de licenciatura nos vemos o desenvolvemos en ámbitos de carácter científico, donde dicha sacralización es puesta en tela de juicio [...] En relación con lo anterior, el libro de Nepote, corresponde al esfuerzo de un científico por la desacralización de la ciencia pero ¿cómo?, mediante la metáfora que titula su libro en donde una acción tan banal o cotidiana como lo resulta ser la lucha, ejemplifica, como efectivamente en los procesos que buscan o pretenden consagrarse como científicos existe la búsqueda de un consenso que se compara a una lucha [...] lo interesante de lo anterior es que dichas batallas o pleitos son propios de la ciencia, pues como dice el autor “el conocimiento científico no se construye sino cuando la controversia ha desaparecido” [...] Además se puede entrever que a la pregunta de ¿qué moviliza a los científicos a realizar los diferentes aportes, por ejemplo, el cálculo, la	La Naturaleza de la Ciencia: visiones a lo largo del devenir histórico A lo largo del documento denominado científicos en el ring se evidencia múltiples visiones de ciencia que no pueden desligarse de un contexto socio-histórico que ratifica de manera clara y precisa que la ciencia es una construcción colectiva, que como lo plantea Nepote “el conocimiento científico es un convenio entre colegas” por tanto reconoce la influencia de procesos culturales en la consolidación y transmisión de conocimiento donde la razón y la naturaleza se unen entre sí, para generar precisamente explicaciones congruentes con el paradigma imperante. [...] Los conocimientos científicos aparecen como obra o actividades de genios aislados como Newton, Edison Darwin, Lavoisier, Pasteur, genios flotantes que no emplearon teorías previas y que no necesitaron del trabajo colectivo de otros personajes desconocidos para la historia como Leibniz, Tesla, Wallace y Priestley entre otros, en tanto nos es importante quien contribuyó con la idea y su proceso de construcción sino el resultado final y como este mejora las condiciones del hombre y su capacidad

composición del aire, la electricidad, el origen de los organismos? No son los mejores o los intereses superfluos de ensanchar el conocimiento científico y por ende hacerle un aporte a la humanidad, sino que de forma liminal o subliminal está el interés por el reconocimiento o mérito científico [...] Y a la pregunta de ¿cómo enfrentan sus intereses de conocimiento científico? Es claro la diversidad de luchas o técnicas van desde refutar el conocimiento de otro científico (Edison y Tesla, Bohr-Heisenberg y Eisten-Shrodinger) hasta consensuar conclusiones sobre un determinado fenómeno (Darwin y Wallace) [...] Es claro entonces como la lucha nos deja ver o nos amplía el campo de visión sobre la naturaleza de la ciencia, en donde como me referí la sacralización de esta se puede refutar, pero ¿cómo? esencialmente quiero indicar que los ejemplos de los diversos científicos que cita el autor, son la materialización en forma de héroes [...] en donde develar su campo material o más cotidiano los sitúa en una posición digamos de mortales o de humanos, hechos que permiten ver que tuvieron disputas entre y que dichas disputas trajeron a colación errores de su pensamiento o imprecisiones sobre determinados temas que son fundamentos esenciales para la ciencia, hecho que necesariamente conllevará a dudar sobre los científicos, la ciencia y en última instancia de la cosmovisión moderna de la ciencia como imparcial y único modelo de conocimiento válido o real. [...] Creo haber mostrado como la naturaleza de la ciencia, más compleja de lo que se puede pensar en los círculos académicos, porque reflexionar en esto es tema al que la misma ciencia puede aportar análisis, ambigüedad que de manera interesante hace la ciencia una forma de conocer, que a pesar de las críticas anteriores acuñadas, le doy legitimidad.	para adaptarse al medio en el cual se desarrolla como el caso del invento de la electricidad que transformo la época, es decir una visión lineal acabada y acumulativa, en donde se presentan teorías aceptadas sin mostrar procesos de establecimiento, confrontaciones, ni cambios. [...] Es decir esta mitificación de la ciencia, llega a tal punto de hacerla ver como sobrenatural no propio de una producción humana, en la que hay errores, en la que hay crítica, en la que hay desacuerdos, solo se remite a defender un método científico donde el todo poderoso es la observación y la experimentación supuestamente “neutra” donde no hay en absoluto subjetividad, todo es objetivo a la luz del trabajo científico. [...] Entonces retomando algunas de las ideas planteadas por Nepote “no podemos olvidar que la ciencia es una institución social una estructura conformada por un gran número de personas dedicadas a realizar actividades de diversa naturaleza” donde cada quien tiene un particular interés, una forma de percibir el contexto en el cual creció y en el cual forjo su conocimiento. La ciencia es pública, debe ser abierta y accesible a la crítica, a la refutación no para las personas con grandes conocimientos acerca de un área en particular, debe invitar al estudiante, al campesino, al obrero, a la ama de casa a conocer, dudar y a pensar en que puede existir un cambio significativo desde la apropiación del conocimiento.
--	---

No Episódio 25 Alessandra deixa claro que sua visão de ciência foi ampliada ou enriquecida com o trabalho desenvolvido na disciplina sobre as QSC, visto que este lhe permitiu pensar sobre o que significa a ciência no ensino que ela desenvolverá. Além disso, considera a possibilidade que o trabalho de pesquisa na escola possa ter um caráter científico.

Episódio 25 (Entrevista licencianda Alessandra)

PP: Bueno Alessandra, después de haber participado en el seminario ¿tú visión sobre ciencia cambió?

Alessandra (CLB): Digamos que se amplió un poquito más. Porque bueno mi visión de ciencia con la que llegué al seminario era el producto de todo el trabajo que ha hecho diversos hombres, un producto histórico, un producto influenciado por el contexto, donde todos tenemos una visión indiferente y como Kuhn lo planteaba en algunas suele ser insuficiente y por eso nacen otras con los paradigmas, en este caso digamos que se enriquece porque, pues ya te das cuenta de todo ese devenir histórico que ha pasado, con el libro o con las CSC en ese caso, con toda la historia que han tenido esas mismas cuestiones, entonces que no hay innovación, por ejemplo, no hay innovación porque tomas ideas de otros autores, que si contribuyen, sí, porque de pronto amplias más ese conocimiento, pero no estás innovando como tal, porque siempre necesitas de otras personas, de otros autores para enriquecer más tus teorías, para comprenderlas y pues bueno algo muy, muy valioso para mí es llegar a mis clases y cuando vemos qué es la ciencia por ejemplo, o cosas de taxonomía es decirle a mis estudiantes y bueno tú qué piensas de la ciencia, yo creo esto, ¿cierto? que todos hacemos ciencia, que podemos hacer ciencia en el aula de clase, que podemos hacer ciencia en el patio de la escuela, que la ciencia no es de bata blanca, que tiene su pelo típico a Einstein, sino que todos la podemos hacer y que ese como el papel de todos de conocerla, contribuir, y que a partir de esa apropiación de conocimiento de verdad yo puedo aportar, reflexionar en realidad, es eso.

A visão de NdC de Saulo, obtida na entrevista, é distinta daquela expressa nos primeiros encontros, bem como a que está presente no seu texto (Quadro 26). Assim, observamos no Episódio 26 uma defesa do conhecimento científico coerente com uma visão de viés do absolutismo metodológico. Neste sentido, percebemos que o trabalho da disciplina não conseguiu impactá-lo nesse aspecto, o que nos indica que os avanços nas visões de ciência também dependem de particularidades relativas às experiências dos sujeitos.

Episódio 26 (Entrevista Saulo)

PP: ¿Tu visión de ciencia sufrió cambios a partir de tu participación en el seminario?

Saulo (CLCS): En el seminario sí de una forma magistral [relata también la experiencia de la clase de sociedad y ambiente] en el seminario esa crítica que se hizo a la ciencia, de que no es omnipresente es posible otros discursos, no lo válido yo, pero, me parece interesante que existen, me sigue llamando la atención el discurso científico, pero me gustaría potenciarlo, pero para mí le sigo dando a la ciencia como discurso legitimador.

PP: ¿tú das más valor a la ciencia, de dónde viene esa aceptación por esa figura más científica?

Saulo (CLCS): Tal vez el sesgo que algunas otras visiones dan, pueden ser muy dogmática. La ciencia de una u otra forma es dogmática, pero me parece interesante que de espacio para esto, porque esto es académico, no estamos en una lógica no científica, de una u otra forma estos ejercicios potencian la ciencia y crítico ciencia desde la ciencia y no me salgo de la ciencia. También la legitimidad social de la que disfruta un científico, contrario a un indígena.

A partir do enriquecimento das visões de ciência assumidos pelos licenciandos, e considerando a discussão das controvérsias sociocientíficas abrangidas no DGPI e na Célula Sintética, podemos evidenciar a necessidade da construção de uma compreensão da NdC que

abranja as controvérsias éticas de grande parte da pesquisa científica contemporânea que é associada, por exemplo, à manipulação da vida e os vínculos estreitos da ciência com os interesses privados. Isto exige uma leitura complexa do que significa a ciência na atualidade.

Ditos aspectos éticos eram pouco considerados nas visões de ciência expressas pelos licenciandos durante os primeiros encontros, e aparecem com maior frequência nas discussões desenvolvidas sobre as QSC. Outro aspecto desta compreensão tem a ver com assuntos políticos, uma vez que no caso do DGPI esta pode gerar diversos problemas, tais como a desigualdade entre os cidadãos, bem como uma classificação de pessoas, isto é, entre aquelas que não desenvolveram doenças monogénéticas e aquelas que apresentam esse tipo de doenças. Neste mesmo sentido são questionados os problemas atuais de preconceito com relação às pessoas que possuem uma doença grave. Para o caso da Célula Sintética, ficou clara a influência do interesse privado na ciência e os riscos sociais e ambientais associados à produção de organismos sintéticos. Tais questionamentos nos indicam os sérios esforços a serem contemplados quando visamos uma formação cidadã e uma apropriação crítica da ciência, no que diz respeito à formação de futuros professores.

5.4 A ABORDAGEM DE QSC PELOS LICENCIANDOS COMO PROCESSO FORMATIVO

Como se tem apresentado nos anteriores capítulos a abordagem de QSC em sala de aula pode promover ampliações na compreensão da NdC por parte dos licenciandos e neste mesmo sentido contribuir à reflexão pedagógica e didática do ser professor. Neste capítulo evidenciaremos este último aspecto e partiremos do pressuposto que o Ensino de Ciências de licenciandos de diferentes áreas também requer uma formação crítica, pois esta oferece subsídios teóricos pertinentes para pensar a prática docente e desse modo favorecer mudanças educacionais, em especial a compreensão de uma ciência atual, a qual exige do professor maior variedade de saberes, a abordagem de questões éticas, morais e sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, bem como lidar com incertezas e com a rápida explosão de informações incompletas e tecnicistas apresentadas pela mídia.

Depois dos licenciandos assistir ao vídeo da Célula Sintética no encontro 9 e continuar a discussão sobre esta questão no encontro 10, identificou-se que os estudantes reconheciam diferentes interesses e estavam posicionados além da visão de ciência que foca na ideia de bem estar social, o que exigiu uma análise crítica e um questionamento dos futuros professores, pois o desenvolvimento científico abrange controvérsias e limites importantes

que também devem considerar-se, no intuito de valorizar suas contribuições, riscos e limitações, de tal forma que seja construída uma visão humanizadora da ciência que favoreça a sociedade em suas distintas dinâmicas. Podemos afirmar que os Episódios 27 e 28 oscilam entre a categoria de possibilidade e dificuldades na abordagem de QSC na prática profissional. Um primeiro momento diz sobre o questionamento de PP sobre o que fazer diante o diagnóstico de Mônica de uma ciência pouco regulada e de caráter privativo, nesse momento emerge por parte de Silmara um pequeno indício sobre o papel próprio como sujeito que conhece algo sobre o tema, o qual pode explicar aos outros, além de ter uma postura crítica como docente. A problematização contínua e na intervenção de Rafael se identifica que ele reconhece o papel do professor como central nesta discussão, mas também entende que a complexidade da realidade dos jovens que atualmente participam na escola se enquadra em uma lógica consumista e pouco reflexiva. Na intervenção de Gabriel a discussão se localiza no papel do professor e reconhece o trabalho de sala de aula como cenário dinâmico, no qual o professor pode posicionar-se e lidar com temas sociais para gerar processos interessantes de reflexão por parte dos estudantes. Nessa tensão de reconhecimento da complexidade da escola, também Vinicius intervém reformulando a questão apresentada pela PP sobre diagnosticar a situação atual da ciência e o que fazer, para ampliar a questão da ciência em termos de que fazer diante a visão errada que apresentam as pessoas sobre a ciência ou mesmo como aproximá-las a esta.

Episódio 27 (Gravação encontro 10)

Mônica (CLPI): *Hasta qué punto estamos enterados y qué tan seguro es ese filtro que tiene la ciencia [...] pueden estar experimentando en nosotros.*

PP: *Hay una cosa frente lo que estás diciendo, tú diagnósticas la situación, hay desarrollo científico y tecnológico, muchas cosas no sabemos, pero ¿frente a eso qué?*

Mônica (CLPI): *Pues esa complejidad en cuanto a la ciencia puede hacer que la gente sea engañada [...]*

PP: *Miren ante la situación que nos colocó Mônica, estamos diagnosticando un problema serio de la C&T coloca que hay problema de información y a la vez trae una relación de unos que saben más y otros menos, como dijo una persona de filosofía sabe más y por ejemplo el señor que vende transgénicos sabe menos. El fenómeno se está vivenciando, pero entonces ¿qué hacemos?*

Silmara (CLI): *Habría que traducirlo a términos que la persona pueda entenderlo [...]*

PP: *Ok Silmara tú estás entendiendo cosas del tema, pero igual ¿qué pasa con Silmara frente a esa información?.*

Silmara (CLI): *Asumir una postura crítica, ser activa en momento de decisiones [...] ya que somos profesores ser capaz de pasar esa información.*

PP: *¿Quién más quiere ayudar a pensar frente a ese diagnóstico que hizo Mônica?*

Rafael (CLB): *Yo lo asociaría con la lectura de razonamiento moral, en la parte donde dice que los estudiantes se les dieron temas relacionados con la biotecnología, entonces yo lo veo desde el aula, crear más bien un pensamiento crítico con los estudiantes, como dijo Silmara, nosotros somos estudiantes en este momento, pero vamos a salir cada uno a nuestras aulas, entonces con eso lograríamos mitigar esa desinformación [xxx] pero las*

nuevas generaciones ya sería más complicado porque es gente que le gusta el consumo y que ni siquiera sabe y que simplemente consume y consume.

PP: O sea, ¿están instrumentalizados por el consumo?

Rafael (CLB): [xxx] entonces yo creo que nosotros lo podemos disipar en el aula y cómo, con estrategias como tal vez lo estamos lo estamos haciendo en este curso.

[...]

Gabriel (CLB): Digamos que con las posturas de los colegas y la lectura de raciocinio moral, nosotros como futuros licenciados, ya próximos a ejercer esta profesión, es necesario saber y manejar las posturas que manejan los estudiantes de la educación media, el escenario donde se va a llevar la labor, yo creo que es pertinente conocer esas posturas, conocerlas y saberlas manejar nos puede dar una guía de cómo llevar nuestra clase, por ejemplo la Biología que atañe temas tanto sociales como que atañe [xxx] nos permite proponer estas discusiones en clase, es allí donde se va a fortalecer o a desplazar ese discurso porque la escuela es uno de los primeros escenarios de formación, primero está la familia [...] procurar que no coman entero, que al ver un video se generen dudas, por eso considero pertinente la experiencia que presenta Guimarães [Se refiere al artículo de raciocinio moral]

[...]

PP: [Trae un ejemplo sobre una noticia enviada al Facebook del grupo sobre medicamentos que generan dependencia] pero a veces no basta llegar al diagnóstico de esta situación sin llegar a acciones frente a eso.

Vinicius (CLCS): Yo diría que no es tanto el diagnóstico sino el reconocimiento de la ciencia misma, digamos con respecto al caso Nash, se da cuenta que parece como si la ciencia no tuviera límites, digamos me explico, con lo de la creación de la célula, o sea creación de seres vivos, que mejor sería para un científico que no hubiera un Comité de Ética. A lo que voy es que funciona lo mismo que el capitalismo, que sería mejor para un modelo neoliberal que no hubiera Estado, darle rienda suelta al mercado o darle rienda suelta a la ciencia, es cuando viene la implicación ética y práctica, entonces el autor explicaba que el raciocinio moral es un cuestionamiento informal de la gente del común, es cuando tiene la moral, pero que en lo científico no ha sido adoptado, entonces cómo hacer para que la gente se acerque más a la ciencia y no tenga esas visiones tan erradas de la ciencia, entonces cómo podemos preguntar a la gente si está de acuerdo por ejemplo con la reforma tributaria, con el proceso de paz, son posiciones morales, en parte es bueno porque le está poniendo límites a la ciencia, pero también es malo porque se sigue un dogmatismo de la religión.

No episódio 27 contínua a oscilação entre dificuldades e possibilidades, é importante reconhecer que PP mais uma vez questiona as ideias apresentadas pelos licenciandos colocando-os em um plano de confrontação. Para Rafael o que se trabalha na aula optativa é pertinente e interessante, mas o mundo da escola esta enquadrado em um sistema e aí de sua dificuldade, pois tem os conteúdos prontos e assim mesmo não se tem espaço para a reflexão. Neste mesmo sentido das dificuldades do sistema capitalista, Saulo coloca a discussão em termos de ser realistas e exemplifica sua intervenção com o processo de desenvolvimento atual da ciência, o caso da Célula Sintética, onde o dinheiro determina as pesquisas, as patentes e a relação de forças dos países que a produzem. Esta visão não é compartilhada por Mônica, já que para ela ainda as questões de regulação *versus* dinheiro têm sentido de ser confrontadas, pois não aceita que estejam totalmente controladas, bem como o reconhecimento nesse processo de agir dos cidadãos. Gabriel e João reconhecem as limitações do sistema educativo, no entanto também consideram que existe um professor que pode lidar

de uma melhor forma com dita situação e para isso ele requer preparação e posicionamento crítico, nem isso significa que o professor deixe de lado os conteúdos próprios como o caso da Biologia. Finalmente Alessandra chama a atenção do grupo para pensar que as questões discutidas não se limitam à prática docente, pois os processos vivenciados vão do lado das visões dos cidadãos.

Episódio 27 (Gravação encontro 10)

Rafael (CLB): Lo que estábamos discutiendo ahorita, es que bueno, nosotros podemos generar la crítica desde la escuela, pero con qué recursos lo generaríamos, porque estamos en un sistema, y el sistema nos dice que tenemos ciertos contenidos para trabajar con los estudiantes y que los estudiantes tienen que salir con cierto conocimiento, nosotros en este momento lo estamos analizando porque es una materia para eso, pero uno en el colegio, en el día a día, con lo que a uno le exigen en el colegio, entonces en qué momento se puede dar esa reflexión a nivel de artículos como este, entonces también creo que el sistema limita.

PP: El sistema nos acabó ¿Todo está perdido?

Rafael (CLB): el sistema nos limita

PP: El sistema está ahí, con controles de contenido, de tiempo, ustedes mismo lo decían van a llegar a un escenario [se refiere a la escuela y el comentario de que los estudiantes que llegan pensando en el consumo] y tienen personas que no quieren ver más allá, pueden llegar a encontrar estudiantes que no quieren pensar, pero yo les digo entonces ¿esta clase no tiene sentido y lo que ustedes hacen en las instituciones tampoco?

[En este momento muchos estudiantes piden la palabra para participar]

Rafael (CLB): Lo que yo estaba diciendo es que el sistema limita, el sistema trata de limitar que se den esos espacios en cuanto a la educación.

PP: Es otro diagnóstico esa situación. Otro diagnóstico problema.

Saulo (CLSC): Yo si quiero abonar por el compañero porque pues si hay que asumir una postura crítica, pero un realismo si nos sirve mucho, porque por ejemplo en el caso de la película [Se refiere al documental de Vida Sintética] son instituciones privadas, hay muchos intereses, ellos cogen la plata. Cómo les vamos a impedir eso. Ahora en un contexto internacional EEUU invierte una gran cantidad de dinero de su PIB a la investigación, investigación para qué, para la defensa del Estado y si consiguen una serie de objetivos porque no emplearlos aunque seguro le duela a los demás, es un juego de intereses, suena muy cruel y todo, pero así es, porque de una u otra forma ellos no pueden sacar ciencia y vamos a dársela a todo el mundo y vamos a compartirla, porque hay una competencia, el sistema internacional es así. Ahora Colombia nosotros en el seno internacional supuestamente estamos ligados a procesos internacionales como Estado, pero también entendemos que esas instancias internacionales como la ONU, tienen unos Estados Nacionales que también influyen [...] Tampoco es irse al otro lado que ya estamos fregados y vámonos, pero hay que entender eso, tampoco van a salir con tecnología para darle a todo el mundo, o que la plata se pierda y Craig Venter no va a poner todos sus estudios para compartirlo, él también hizo una empresa, que pueden haber factores éticos que lo comprometan.

Gabriel (CLB): Al hacer el resumen del texto de raciocinio moral a mí también me surgió la cuestión de los impedimentos que presenta el sistema educativo para poder trabajar estos temas y llevarlos al aula, entonces una parte en que para poder dirigir y proponer discusiones de tipo cuestiones sociocientíficas en el aula de clase, se requiere primero pues de una formación previa en este tipo de cuestiones [se refiere al docente] manejar el tema fluidamente y elaborar un discurso propio, y conocer los impactos de esas técnicas, en el momento que yo puedo manejar un discurso propio, en el sistema educativo colombiano se maneja por estándares, por unas competencias, eso no quiere decir que estos temas que son sociocientíficos no se puedan empatar con esos estándares, yo no veo necesariamente para trabajar célula, tengo que dibujarla en el tablero y sus partes, yo puedo trabajar el DGPI para enseñar la célula, porque hay cuestiones de técnica celular, se habla de la célula, funciones que tiene la célula, reproducción, el crecimiento, en fin no es sólo regirse

porque lo que dice el Ministerio, considero que partiendo de cuestiones como esta y muchas otras se puede enseñar disciplinas y conceptos específicos de la Biología o cualquier otra área.

Mónica (CLPI): Dos puntos, tomo distancia de lo que decía el compañero, con respecto al bien privado de que como tiene plata, entonces yo lo escuchaba tener plata, significa hacer lo que yo quiero sin importar el otro, hay relaciones empresa privada y gobierno que se supone que regula. [...] Desde las aulas de clase si hay unos temas estructurados, pero evidentemente uno es que lo transforma [...] No basta que yo sea crítica y mis estudiantes también, es cómo desde la acción se hace algo [...].

João (CLB): Con base en lo que decía él [Gabriel], en la parte de lo del colegio, las temáticas que le dan a uno, tomando estos temas e irlos relacionando con la clase, para desarrollar en algunas clases, tampoco ir en contra de lo que está diciendo el sistema, pero también metiendo uno la mano para lo que uno quiere hacer y quiere que estos niños generen debates entre ellos, sean críticos y puedan de cierta manera dar diferentes puntos de vista y lograr aún más cierta solución desde el punto de vista de ellos. La otra cosa es como nosotros lo hablábamos desde la primera clase, al tomar los temas tan fragmentados, casi no se entendía digamos una clase, en nuestro caso Biología y digamos en estos temas como lo hizo notar Gabriel se puede mezclar diferentes temas y con una cuestión sociocientífica y todos estos temas pueden entender desde diferentes puntos de vista y también correlacionados con esta cuestión sociocientífica se puede hacer, como hacer entender lo que estamos acá visualizando de alguna manera.

Alessandra (CLB): Pues una cosa que hay que tomar es que nosotros no solo somos docentes en un aula de clase, nosotros nos podemos remitir a decir que vamos a hacer en el aula de clase, no sólo somos docentes, va más allá de eso, tienes implícita en tu conocimiento en tus prácticas, en las perspectivas de como conocer el mundo [...].

A denúncia pelas condições do contexto educativo, os conteúdos e a proposta curricular como algo imposto e estruturado definitivamente, ligado à condição docente e a falta de interesse dos estudantes foi mais uma vez discutido no encontro 11, e este também se identificou nas entrevistas realizadas aos licenciandos Rafael, João e Vinicius como se apresenta no Episódio 28.

Episódio 28 (Gravação encontro 11)

[Reflexión de PE y de la PP sobre la clase anterior, aspectos como: verse como licenciados en formación; no instrumentalizar propuestas de enseñanza; visión de ciencia; reconocimiento de la producción en ciencias sociales y la comprensión de la educación como factor esperanzador frente a lo que el sistema impone]

Rafael (CLB): Me quedé con lo que el profe estaba hablando [refiriéndose a PE] estaba hablando ayer con una amiga y me gustaría compartirlo con lo que estamos acá, pues resulta que mi compañera está trabajando en un colegio de una religión, ayer me llamó me dijo que tenía que hacer un laboratorio para el lunes sobre el cerebro, resulta que coloqué un artículo para la discusión de la clase y entro el pastor y dijo que no, que lo que él necesitaba era que hiciera el laboratorio del cerebro, entonces ella dijo que lo tenía planeado después de semana santa, el pastor le dio el ultimátum, ella decía que todos sus conocimientos de la materia aula experimental y que todos sus conocimientos no los podía aplicar porque estaba sometida, yo le dije que renunciara, pero ella me dijo que llevaba un año sin trabajo [...] mi reflexión ante eso fue como el nivel social y económico también evita que los docentes puedan ejercer sus clases de una manera tan abierta como ella lo quería hacer, quería compartir eso.

(Entrevista Rafael)

PP: Después de compartir este seminario ¿qué dificultades detectas en el trabajo con CSC para el salón de clases?

Rafael (CLB): El programa de los colegios, en este momento estoy en uno público y uno privado, pero los dos programas son arduos y son por tiempos, voy colgado en temas, no

puedo dar temas a la carrera en dos horas [...] La disposición de los estudiantes, tiene que saber cómo llegar a los estudiantes que no les gusta la ciencia, los que van por un cartón, no tienen aspiraciones de entrar a una universidad, es también como ese reto de mirar como cada estudiante asume sus deberes como ciudadano, porque ser ciudadano no es trabajar todo el tiempo, ser ciudadano implica pensar.

(Entrevista João)

João (CLB): *en que lograr, pues encontrar esa cuestión adecuada, encontrar que sea una CSC y en base a eso abordar digamos problemáticas que uno puede estar abordando digamos durante los seis meses de clases, que uno debería abordarla, según el currículo y según todo lo que se dé, pero de otra manera en la cual todo se va a interaccionar con todo.*

João (CLB): *Dificultades, de pronto el interés que le puedan dar los alumnos, porque eso siempre es lo más, lo que más pues le concierne a uno como maestro y le preocupa porque a veces no hay ese interés por parte de ellos así uno lo intente buscar, que eso podría también funcionar con las CSC, despertar ese interés en ellos, que es algo que en realidad les incumbe, que es un tema actual, es un tema que puede afectarlos o beneficiarlos de alguna manera, entonces, mostrar que no todos los temas están aislados y que esos temas tampoco vienen solos sino intentarles mostrar toda esa relación.*

(Entrevista Vinicius)

PP: *¿Considera pertinente estudiar temas de manipulación genética?*

Vinicius (CLCS): *En el ámbito universitario es importante, porque aquí en la universidad se combinan las carreras, pero digamos en el ámbito del colegio como que la gente está pensando en otra cosa, hasta que no se ve afectado por cáncer o ese tipo de cosas. Digamos el sistema de educación brinda los recursos para que un docente le dé tiempo para investigar, traer materiales a la clase, para que desarrolle, se actualice, no sé hasta qué punto un sistema educativo permite eso. Pero otros temas No sé depende el colegio, un colegio de elite tiene los recursos.*

Podemos identificar como a abordagem de QSC em sala de aula constituiu-se um movimento reflexivo sobre sua prática docente, aspecto que em outros espaços acadêmicos não é questionado, pois se parte do pressuposto que o licenciando terá domínio do conteúdo e assim desenvolverá sua prática pedagógica. As dificuldades apresentadas pelos licenciando especialmente ao controle de conteúdos e de tempos, as limitações do sistema educativo foram objeto de estudo do trabalho de Martínez (2012, 2012a) sobre a abordagem de QSC na formação de professores em exercício, o autor discute como o trabalho docente pode ser instrumentalizado pela ideologia do currículo tecnicista sendo reduzido a metodologias de ensino onde não tem relevância o que, por que e para quem ensinar. Logo é essa a preocupação dos licenciandos quando olham que o sistema educativo está estruturado de forma completamente fechado e dificilmente eles podem trabalhar suas aulas de forma autônoma, porém existe um desafio para o professor pela transformação da forma convencional que se ensina. Além das considerações sobre o papel dos licenciandos como futuros professores e das dificuldades próprias do espaço escolar que desencadearam as intervenções dos estudantes nos encontros 10 e 11 e algumas entrevistas, identificamos que para o licenciando Saulo de Ciências Sociais o papel docente e sua concepção de ciência se torna uma reflexão, pois seu saber pode ser uma forma impositiva de pensamento, além de ser aquela que aprendeu na faculdade logo a certa para ser ensinada, para ele é bastante difícil que

na sala de aula se apresentem diversas visões, pois possivelmente elas não serão as mesmas na quais ele acredita. Da mesma forma Kelly estudante de Pedagogia Infantil reconhece que na sala de aula existe uma diversidade de visões sobre a ciência é isso envolve por parte do professor cuidado para acompanhar este processo, pois não se trata de movimentar os saberes dos estudantes a partir de uma forma impositiva ou única de pensamento. Parece que a vivência na aula optativa representou para Kelly uma metodologia dialógica onde as visões dos estudantes são consideradas, contrário a muitas aulas convencionais, nas quais a exposição do docente não lhe permite refletir sobre seus próprios posicionamentos e seu impacto no grupo de estudantes.

Episódio 29 (Entrevista Saulo)

PP: *¿Qué dificultades observas en este tipo de trabajos?*

Saulo (CLCS): *[silencio] Tal vez ser pragmático, lo que mencionábamos ahorita, que un profesor inexperto llegue a dar su punto de vista y diga “creo que es esto porque es que mire y desconozca otros puntos, el sesgo que puede generar el profesor, que no lo haga intencional, pero esa podría ser una hacia el profesor, al que intente aplicar esas CSC entonces, yo podría ser dogmático al decir que no es utilizar los avances científicos es lo mejor, quién no va a utilizar las ciencias. “Usted hablándome de un Dios o de cosas, que la madre tierra o que la pacha mama, que le pasa” [...]*

El rol del profesor es complejo, pues aparte de los diferentes que uno pueda llegar a ser fructífero con estos temas, no sé, puede que a algunos les funcione, a todos no [...]

PP: *pero mira que cuando tú dices eso, ejemplo las clases normales que uno recibió, ese rol del profesor ya está pre establecido, cuando el enseña ADN él no está dudando de si eso es cierto o no cierto, él ya lo está colocando a los estudiantes y ya se adquiere, o sea, en las mismas ciencias sociales, no un fenómeno histórico o sea, no se duda de ese fenómeno histórico sino el profe ya está preestableciendo que esa es también su mirada, ni siquiera a veces se sabe si el profe estudio eso.*

Saulo (CLCS): *yo también podría darle esa visión omnipresencia a la ciencia, yo vengo es a hacer ciencia, yo no vengo a hablar aquí de opiniones, ni de hablar de culturas, yo vengo es mostrar lo que yo aprendí en la universidad y les vengo a enseñar, puede ser un problema [...]*

(Entrevista Kelly)

Kelly (CLPI): *Bueno, una de las dificultades, pues cuando uno se enfrenta a un aula de clase siempre se enfrenta a la diversidad de las personas, entonces hay personas que pues lo que han construido como ciencia entra, pues a chocar, los imaginarios: la ciencia siempre es buena, trae un beneficio; entonces de pronto en esa confrontación con lo sociocientífico, como entra a jugar los conceptos previos o las ideas previas que tienen los estudiantes con respecto a la problemática, “no pues para mí, chévere que no tenga cáncer, porque esa enfermedad tan terrible”[...] todo ese tipo de cosas, llega uno como docente, de pronto intenta movilizarlo pero hacia otro lado y no se da de una manera unidireccionada, entonces ese es el problema, uno la postura que maneja el docente frente a eso, que intenta llegar a ese conocimiento desde la postura y tampoco es el ejercicio imponer algo.*

No Episódio 30 a licencianda Kelly, e os licenciandos Rafael e João consideram que o trabalho com QSC fortalece a prática docente desde perspectivas críticas, pois esta abordagem implica reflexão e entendimento de problemáticas. Para todos os licenciandos o processo de ensino tem a ver com a interação conhecimento e sociedade, de aí a importância de ressaltar

as expressões utilizadas por eles sobre a formação cidadã, posicionamento em sala de aula e mudanças sociais, pois estas levam uma noção do sujeito que se deseja formar. O fato de promover nos estudantes uma postura incômoda, de alerta diante da aprendizagem e apropriações fundamentadas neste caso como o menciona El-Hani e Rios (2008) de uma compreensão da dinâmica social da comunidade científica atrelada às dinâmicas da sociedade e suas dimensões sociológicas, filosóficas e históricas, tem sentido para um potencial processo formativo. A ideia apresentada por Kelly sobre o uso de QSC como uma abordagem fácil esta influenciada na ideia de que ao estabelecer relações com o social ou a vida cotidiana tem mais significado no aprendizado com os estudantes, pois como temos apresentado no decorrer deste trabalho a abordagem de QSC implica um preparo do professor que vai além de conteúdos certos e imutáveis, bem como de estruturas curriculares rígidas, fragmentadas e estipuladas de serem aprendidas em períodos delimitados, nesse sentido não resulta fácil trabalhar questões controversas que implicam raciocínios formais e informais no desenvolvimento da prática docente.

Episódio 30 (Entrevista Kelly)

PP: *¿Cuál sería la pertinencia de trabajar las CSC?*

Kelly (CLPI): *Pues, digamos que en el ámbito pedagógico y en el ámbito educativo, un planteamiento que supongo que todo pedagogo debe tener es formar un sujeto crítico, reflexivo y transformador de su sociedad ¿sí?, entonces una persona que por ejemplo, como yo, no tenía idea o creía que la cosa no existía o que era algo fantástico, o que era un rumor de pasillo, que cuando uno se da cuenta del impacto, es cuando tiene la carga negativa [...] cuando tenemos la problemática, las consecuencias, entonces ya pensamos en eso. Como estas cuestiones sociocientíficas transitan en los medios de comunicación, son de acceso, es importante hacer conscientes a los sujetos de las implicaciones que tienen esos avances. Entonces, si me parece importante y pertinente trabajarlo porque la escuela es una construcción de sociedad, entonces, dependiendo del modelo de escuela tenemos un modelo de sociedad y eso es lo que se ve ahora, como en la escuela a ti te callan, no te dejan pensar [...]*

Kelly (CLPI): *Esto fue como un remedio a una enfermedad, porque uno muchas veces en la institución cuando llega a abordar los temas típicos nunca los relaciona con la sociedad y ese es el problema que tiene la escuela, cómo transformo algo en el cual yo no formo un criterio, ni siquiera propio, ni una postura, entonces, el ciclo del agua, este es el ciclo del agua, las características y demás, pero que uno en realidad más allá de una transmisión de conocimientos no genera procesos de pensamiento crítico y reflexivo, cuando la intención de la educación, o lo que se le ha puesto también, es relacionarlo con la vida cotidiana del estudiante, cuando hay estos abordajes de carácter sociocientífico, eso se brinda muy fácil [...]*

(Entrevista Rafael)

PP: *¿Qué posibilidades a tu vida profesional te deja el seminario? Ya habías mencionado algunas como el proceso de estudio.*

Rafael (CLB): *También el seminario permite no solo posibilita el proceso de estudio, sino el proceso de crítica, es totalmente diferente porque uno estudia lo que hace, pero permite llevar más allá la crítica sobre muchos aspectos [...]*

Rafael (CLB): *[silêncio] más que ser profesor de Biología es ser formador. Mi trabajo permite que las personas piensen, que las personas recapaciten, se den cuenta de los procesos biológicos del cuerpo y de los procesos sociales que implica la Biología [...]*

(Entrevista João)

João (CLB): Con mi formación como licenciado, todo lo de CSC, la parte de mi mirada crítica hacia algunas cuestiones de la ciencia misma más que todo y pues también esa reformulación de actividades, posibles actividades que uno pueda desarrollar frente al aula de clase y que la manera en la que uno pueda enseñar, puede basarse en esto, abarcando esto y que esto abarque todos los contenidos que uno quiera enseñar. Ser profesor de Biología significa lograr enseñar y pues lograr dar ese entendimiento sobre, no solo el área de la Biología, sino como, es que siempre intentamos mirar a la biología como algo muy alejado de lo que se vive en la realidad misma, alejado de todos los fenómenos que afectan a la sociedad o a la misma cultura, entonces cómo ésta también está inmersa en todos esos fenómenos culturales y sociales que están, o sea, no solamente mostrarle a un estudiante qué es una Célula Sintética, sino todas las implicaciones que ese concepto de célula tiene en muchos campos y no solamente con ese concepto, sino con miles de conceptos. Entonces, ser licenciado en Biología es tener muchas formas de poder, a parte que uno tiene como en cierto aspecto, un control y también como esa responsabilidad social y esa responsabilidad frente a formar unos ciudadanos y no en la parte de la biología si no en todos esos aspectos transversales que también pueden estar inmersos, como los problemas ambientales y relacionados con otros problemas actuales, entonces es más de responsabilidad, de estar con el alumno y estar buscando también un beneficio para la sociedad, no intentar sacar productos sino un sujeto que este bien formado.

(Entrevista Denise)

Denise (CLPI):[...] Crearse su propio punto de vista de las cuestiones, todo mundo dice yo pienso esto, pero la religión me dice esto, cuestionarse uno mismo.

Neste mesmo episódio é interessante a resposta de João quando ele usa a expressão sujeitos bem formados, pois ele diferencia que também se pode treinar e não formar. Da mesma forma parece que ele reconhece que na sociedade atual a educação passa a ser valorizada por muitos como uma mercadoria e nesse sentido o resultado seria produtos.

O tema da mercantilização da educação como produto de venda, tal qual qualquer produto de pacote, vem sendo uma categoria de estudo do professor Vega (2015) assim como a produção de conhecimento, no qual se discute os processos de privatização e de lucro, ou seja, o processo de *macdonalización* da educação, a pesar de o estudo do autor ser no contexto universitário, a situação pode ser repensada para todo o sistema educativo tal como o ensino fundamental e médio onde a proposta de conteúdos acadêmicos se inspiram nos processos avaliativos de professores e estudante de viés internacional, deslocando disciplinas humanísticas e temáticas locais de grande relevância. Consideramos que o dito por João estudante de biologia dificilmente seria refletido por ele em espaços acadêmicos preocupados pela memorização de conteúdos.

O Episódio 31 está conformado pelas respostas apresentadas por Mônica, Saulo, Vinicius e Gabriel que fazem referência às contribuições da abordagem de QSC de ordem didático, para a atividade docente. Para Mônica a reflexão sobre o que ensinar, como ensinar, o reconhecimento do contexto e suas necessidades de aprendizagem foram explícitas a partir da participação na disciplina. Em especial reconhece a existência de vários discursos sobre um tema e não a abordagem convencional, por exemplo, do tema célula. Já para Saulo a participação na disciplina faz que ele tenha um referencial metodológico para o trabalho em

sala de aula, no qual é importante que o professor planeje, consulte os temas a serem trabalhados, mas não de forma passiva, pois ele em seu exercício profissional precisa de posicionamentos, próprio a uma profissão enquadrada no âmbito intelectual. Neste mesmo sentido Vinicius considera que a disciplina trouxe contribuições na abordagem de temáticas de forma ampla, visto que o ensino não se reduz a explicar um conceito, pois se precisa olhar suas implicações e considerar que sobre este há diferentes visões. Além disso, o licenciando aponta que a forma que foi desenvolvida a disciplina lhe ofereceu uma estrutura organizada que possivelmente ajudara ao desenvolvimento da aula. Finalmente Gabriel reconhece que as QSC abordadas sobre genética fazem parte de nosso cotidiano e que estas favorecem um pensamento mais articulado entre áreas para que sejam mais bem compreendidas.

Episódio 31(Entrevista Mônica)

PP: El trabajo del seminario electivo en ¿qué contribuyó en tu formación como profesora?.

Mônica (CLPI): Yo creo que contribuyó en el sentido de que le amplía a uno las visiones, como que uno puede mirar por cual lado se enfoca ¿no?, como que bueno, yo que voy a ser profesora por qué lado me voy a enfocar [...],creo que eso me sirvió mucho para entender que no es solamente el formar por formar o dar información por dar información, porque eso se hace todo el tiempo, sino que lo reta a uno, es cómo también mientras yo doy una información, no niego otras visiones del mundo, por ejemplo en los aspectos científicos; cómo le explico al niño qué es la célula pero también le enseño otras nociones de vida desde los indígenas o no sé, desde otras culturas. Y también en eso cómo tú le vas a llegar, porque hay temas que pueden ser temas de su interés, puede que sea de más interés por ejemplo en esa zona de Usme algo que hable sobre la contaminación ambiental a que se hable de eugenesia, entonces cómo hago que se interesen de la misma manera. Entonces creo que eso como que me abrió muchas preguntas para mí misma en cuanto a “huy, uno como debería hacer con tal cosa” y dos, o bueno como tres o cuatro, pues también el conocer, porque a veces uno cae como maestro en el error de yo voy investigo y ya, [...]

(Entrevista Saulo)

PP: ¿Qué posibilidades ves de trabajar ejemplo con CSC pero ya en prácticas educativas, o sea, enfrentándote a una clase mismo o a un tipo de intervención?

Saulo (CLCS): [...] Para hacer más didáctica la clase, para mostrar las implicaciones que tiene, porque de que sirve que yo investigue determinado tema, como cojo eso que investigo, lo apropio, genero un punto de vista y me posiciono.

(Entrevista Vinicius)

PP: independientemente del área, todos somos licenciados, ¿cómo te contribuyó en esa formación de licenciado?

Vinicius (CLCS): La contribución consiste digamos en saber abordar una problemática de esas, o sea yo les puedo explicar a lo pelos el concepto, pero ya con esa esquema de la CSC ya se estructura más la clase, ya hay implicaciones del científico como tal, la implicación de la sociedad, la implicación desde distintos puntos de vista [...]

(Entrevista Gabriel)

PP: ¿Te parece pertinente estudiar estos temas de manipulación genética?

Gabriel (CLB): Como persona por decirlo así, del común, sí claro, es pertinente porque digamos todos esos avances científicos en cuanto a la genética pues nos implican a nosotros [...] y como licenciado en biología, pues obviamente aún más porque digamos cuando uno está en el contexto de la enseñanza de las ciencias y todo eso, digamos que a partir de esos tópicos es muy favorable pues porque uno le puede tomar muchos temas, a partir de digamos la manipulación genética, el DPG, no solo tiene que ver con la genética, con la física, con la biogenética, con la sociedad, con la educación ambiental, tiene que ver con muchas otras disciplinas y campos del saber [...]

As respostas dos licenciandos evidenciam que eles reconhecem que existem outras formas diferentes do ensino convencional, mas não podemos ser ingênuos que este processo é garantia de que se desenvolvam práticas diferenciadas, pois como foi apresentado anteriormente o sistema instrumentaliza e controla de certa forma a prática docente, dessa maneira o investimento nos processos de formação inicial e continua são imprescindíveis e demonstram a necessidade de ter mais experiências formativas com temas controversos, que possibilitem relações ciência e sociedade para que assim os licenciandos tenham mais elementos para repensar suas práticas de ensino.

A maioria de licenciandos reconhece a relevância de sua profissão, contudo ainda são tímidos os esforços pela ação, há posicionamentos reflexivos diante o contexto educativo e as dificuldades da condição docente, das limitações em quanto os conteúdos, favorecendo a aproximação ao processo intelectual, no qual esta a capacidade do professor de interrogar-se sobre o papel que desempenha na sociedade e sobre o papel da sua prática. Falta por parte dos licenciandos uma compreensão mais aprofundada sobre as dificuldades identificadas, segundo Giroux (1997) a aprendizagem e o cenário educativo estão dentro de uma ideologia geralmente condicionada a uma ordem social distante de estruturas democráticas, assunto que deve ser desvelado pelos professores como possibilidade para os processos de mudança. Nesse sentido muitos dos problemas hoje associados à educação do professor apontam para a falta de ênfase dos currículos à questão do poder e à sua distribuição hierárquica, além de uma falta de estudo da teoria crítica da sociedade, privilegiando a psicologia comportamental e a psicologia cognitiva, que justificam práticas educativas e de ensino focalizadas em aspectos metodológicos imediatamente mensuráveis de aprendizagem. Assim, ficam ausentes as questões referentes à natureza do poder, da ideologia e da cultura.

No Quadro 27 observamos fragmentos das entrevistas finais realizadas aos licenciandos, dos quais podemos evidenciar que a discussão sobre as QSC é de interesse para todas as áreas do conhecimento e não pode reduzir-se às discussões isoladas das disciplinas que geralmente predominam nos cursos de formação inicial de professores. No caso de Kelly é interessante observar que ela ressalta o diálogo das distintas disciplinas como uma contribuição importante porque possibilita resgatar as contribuições das Ciências Sociais, as Ciências da Natureza e da Pedagogia para entender as distintas controvérsias geradas pelas QSC. Silmara também valoriza a aproximação das diferentes áreas a partir dos conhecimentos de seus colegas e evidência uma compreensão da ciência de forma ampla e acessível a todas as pessoas.

Quadro 27. Evidências da importância do diálogo entre diferentes disciplinas

Fragmento de entrevista final Licencianda Kelly	Fragmento de entrevista final Licencianda Silmara
PP: [...] me llamaba la atención que ustedes a pesar de ser de educación infantil, uno podía haber dicho que ustedes podían haberse quedado calladas en el seminario, ¿no?, decir, ah yo no sé tanto de eso de Genética, de Biología, yo no hablo porque no sé, podría haber sido la actitud, pero no ustedes, “puede que no sepa muy bien definir gen o cromosoma pero desde lo que yo entiendo yo hablo” ¿no?, o sea, por ejemplo el tema de derechos humanos, entonces también le preguntaba a Mônica y te pregunto a ti ¿cómo ustedes han hecho para que su discurso sea más amplio, tenga más elementos políticos? Kelly (CLPI): Pues, es que en las dinámicas de la universidad, Pedagogía Infantil se subvalora, como que ¡ahí las niñas que cuidan los niños! Y también son imaginarios que se manejan, porque cuando uno es pedagogo infantil comprende que los niños son las personas que deben abordar, digamos estos temas, porque uno presenta un problema y ellos no le dan una solución que si dan las personas ya adultas porque tienen unos prejuicios [...] muchas veces uno tiende a callarse porque, en esa subvaloración que le hacen los demás proyectos, pues a uno también lo van intimidando, entonces ¡ahí está el chico de sociales entonces mejor yo no hablo de sociales porque él es el experto! O no hablo de biología porque está el chico de biología. Pues uno, como son CSC nos toca a todos y exige unos criterios y unos principios que uno tiene en su construcción humana, desde su socialización y aspectos que uno recoge de eso en ese aspecto para aportar en una clase, esa sola experiencia, el contacto con el mundo y el diálogo entre saberes [...] Kelly (CLPI): También me pareció interesante las posturas, entonces uno tiende a, yo por ejemplo, no el compañero de sociales, con él nos vamos a entender muy bien, él nos va a aportar y había una época que había unas confrontaciones duras, mientras que uno decía, los compañeros de biología son más rigurosos, los que de pronto no les interesa el tema social [...] uno tiene unos supuestos y unos prejuicios que en esa interacción, se rompieron, él compañero de sociales, o sea, yo siento que él tiene un discurso pues de pronto un poco rígido, y él a veces en ese proceso de intercambio, había muchas cosas que yo decía, pero yo no me distancio tanto de él, pero entonces como “yo soy el de sociales yo tengo la autoridad moral, ética y de conocimiento para decirles que es y que no es”, pero había muchas cosas que yo comprendía cuando él explicaba, yo: sí, eso es verdad, sí,	PP: Me gustaría saber ¿cómo el trabajo del seminario contribuyó con tu formación como profesora? Silmara (CLI): [...] fue interesante también poder hablar desde nuestro punto de vista y también escuchar a los compañeros de Biología o de Sociales y de Infantil, digamos es otro punto de vista y conocer [...] saber que son de diferentes áreas, pero igual hay puntos de vista que se encuentran. PP: ¿Habías tenido otro espacio con estudiantes de otra licenciatura? Silmara (CLI): Siempre con gente de inglés o español, temas de lenguas. Cuando vimos formación de docentes pensamos que era más pedagógico y ya, pero fue interesante esa parte sociocientífica que no habíamos visto [...] De hecho para mí fue muy difícil porque en el colegio me iba super mal en Biología, entonces como que me dije a que me metí, de pronto pues no, la profesora era muy activa, entonces fue otra manera de ver la ciencia, es algo pues interesante, a mí me iba super mal [...]. Para mí fue interesante ver como alguien de ciencias podía haber llevado una clase, digamos que era muy tradicional, lo que decíamos que la célula, o

o sea, no había contraposición. Y los compañeros de Biología, Química o las ciencias exactas, pues no hubo de Matemática, uno empieza, no son los rigurosos, son los que el tema biológico por encima de todo. Yo pensé que los compañeros, digamos en este tema de eugenesia y demás, de pronto iban a salir a defender eso porque pues ellos tienen un saber y es un progreso y es un avance hacia un ser futuro y demás, y sin embargo tienen posturas muy críticas, bastante interesantes, “no, es que tampoco es así [xxx] es que”...	que el ADN con un montón de bolitas de cositas de colores, pero que si no era algo real, pero aquí lo vimos ya desde un punto, se aplica así.
--	---

As falas de Kelly e Silmara nos mostram que a discussão sobre as QSC pode favorecer uma interdisciplinaridade na formação inicial de professores. Conforme Smirnov (1983), a interdisciplinaridade podemos interpretá-la a partir de um olhar ontológico que tem a ver com a integração da vida social, a socialização da natureza e a internacionalização da vida social. O primeiro aspecto faz questão da mistura cada dia mais frequente dos processos técnicos, políticos e sociais da sociedade contemporânea. O segundo aspecto implica a transformação da natureza pelo homem e o terceiro aspecto tem a ver com as necessidades e as pressões internacionais que no caso da abordagem de QSC é claro nas implicações globais e locais. Em termos epistemológicos podemos entender a interdisciplinaridade como um conjunto de conhecimentos vinculantes que procuram articular uma comunidade, em nosso caso, é a procura pelo vínculo de distintos conhecimentos dos licenciandos, assim cada um dos conhecimentos são valorizados e respeitados, de tal forma que a interdisciplinaridade não está relacionada somente a conceitos organizadores, metodologias ou habilidades comuns das distintas disciplinas, pois está relacionada com a formação ética através do estímulo aos valores coletivos e à responsabilidade.

As QSC possibilitam a interação entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais e favorece sua integração educacional para a formação científica e humanística do futuro professor que lhe permita assumir atitudes críticas e responsáveis.

No Quadro 28 observamos que as falas dos licenciandos Saulo, Vinicius e Rafael problematizam os preconceitos existentes sobre os colegas das distintas disciplinas. A ideia que os licenciandos de áreas tais como a Química ou a Biologia tenham um maior *status* ou sejam identificados como possuidores dos conhecimentos superiores é questionado ao longo do próprio abordagem de QSC que favorece uma análise equitativa por parte de todos os licenciandos indistintamente da área de estudo.

Na formação de futuros professores de ciências ainda está presente a ideia cientificista que existe um conhecimento que é superior dos outros, isto é revalorizado criticamente com

nas falas dos licenciandos e observamos uma valorização de todos os conhecimentos como relevantes.

Quadro 28. Evidências sobre a problematização das hierarquias entre áreas

Fragmento entrevista final Saulo	Fragmento entrevista final Vinicius	Fragmento entrevista final Rafael
PP: ¿cómo te pareció o qué consideras de ese trabajo con otro tipo de licenciaturas? Saulo (CLCS): Interesante, muy enriquecedor la verdad nunca había tenido posibilidad, uno generalmente se crea visiones, imaginarios, adjetivos de otras personas, los de química, no esos deben ser solo química [...] es interesante, pues porque también dirán lo mismo los de química, las ciencias sociales son como muy fáciles, no saben nada de química o no sé [...]	Vinicius (CLCS): Lo sociocientífico se refería a algo social, a un contenido así como de sociales, pero llego acá con gente de química, con gente de biología y yo pues, algo que se tiene mucho en discusión y es que la gente cree que aquí está haciendo ciencia y cree que porque estudia Biología o Química, cree que lo sabe todo. Vinicius (CLCS): me llamó la atención el concepto sociocientífico, yo pues no sabía que era, pero si me llamo la atención como que era que tiene que ver algo con Ciencias Sociales, yo pensé que iba a entrar gente de ciencias humanas, por decir algo y no con gente de ciencias exactas, porque uno piensa que casi todo lo de PAIEP es de Ciencias Humanas, Pedagogía, Psicoanálisis [...] los de física parecen de sociales, ellos no solamente ven matemáticas sino que leen cosas de filosofía y filosofía relacionada con física, pero ya con gente de biología o química, no [...]	PP: ahora sí más como el desarrollo del seminario, ¿cuál es tu percepción o tu opinión sobre el trabajo con otros compañeros de licenciatura? João (CLB): a veces como que no se le metía mucho trabajo de pronto porque era una electiva, porque el trabajo que se le hace a las electivas, o sea, va por debajo al trabajo que se le hace a las materias que están dentro del pensum [...]

No Quadro 29 também apreciamos nas falas dos licenciandos João, Alessandra, Kátia, Gabriel, Fabiana e Denise um questionamento às hierarquias que podem constituir-se entre diferentes áreas sem razão alguma, o que é colocado em discussão e valorizado de outra forma a partir da discussão de QSC.

A abordagem de QSC possibilita que o futuro professor se aproxime aos conhecimentos de base científica ao mesmo tempo que valorize os conhecimentos sociais, políticos e éticos.

Articular a discussão de QSC aos currículos da formação de futuros professores constitui uma desafio que precisa ser explorado por outras pesquisas que visem a formação com licenciandos de distintas áreas.

Quadro 29. Evidências sobre a necessidade da articulação de diferentes áreas do conhecimento

Fragmento entrevista final João	Fragmento entrevista final Alessandra	Fragmento entrevista final Kátia	Fragmento entrevista final Gabriel	Fragmento entrevista final Fabiana	Fragmento entrevista final de Denise
PP: ahora sí más como el desarrollo del seminario, ¿cuál es tu percepción o tu opinión sobre el trabajo con otros compañeros de licenciatura? João (CLB): a veces como que no se le metía mucho trabajo de pronto porque era una electiva, porque el trabajo que se le hace a las electivas, o sea, va por debajo al trabajo que	PP: ¿Cómo consideras el trabajo que se hizo con otras licenciaturas? Alessandra (CLB): [...] por un lado constituye dificultades, pero por otro lado nos ayudaron muchísimos, los muchachos de sociales, las niñas de pedagogía, entonces la verdad contribuyeron con ver de otra forma la misma cuestión. Entonces más allá de la ciencia de la Biología, pues su aporte [...] Necesitan un tiempo formativo más largo, todos metidos con un	PP: Ahora Kátia vamos a hablar un poco sobre el seminario, entonces ¿tú cómo percibiste ese trabajo con estudiantes de otras carreras? Kátia (CLB): Es complicado, obviamente como tú en la academia estás acostumbrado a que todos tienen la misma formación y todos tienen el mismo interés, cuando ya digamos quieres hacerlo transversal, digámoslo así, te chocas con otro conocimiento totalmente diferente al tuyo, una percepción no formada desde la ciencia sino desde lo social, desde lo	Gabriel (CLB): Muy interesante porque, primero, estamos partiendo de los profesores encargados del seminario, pues, la profe que la relaciono más con la formación en ciencias y en todo esto, y el profe como con una postura más filosófica, más social, más de análisis, más cuestiones como filosóficas, entonces, ahí de esos dos componentes de los profesores pues ya hay mucho de qué hablar, y ya pues propiamente de mis compañeros, pues mucho porque digamos, había personas de inglés, de pedagogía, inicialmente hubo unos de química [...] digamos yo manejo, digamos me acuerdo cuando planteábamos lo de la exposición, yo planteaba desde mi ambiente como biólogo, por decirlo así, mi ambiente las maticas, los factores bióticos, los abióticos, las plantas, los	PP: Estábamos hablando que cuando llegaste viste el grupo de ciencias en fin, ¿qué te hizo no cancelar la materia? Fabiana (CLPI): De pronto aprender, involucrarme en el tema, es feo compararse con los demás, pero yo digo ellos ya todos van a acabar, por eso tampoco yo opino en la clase, porque ellos ya saben Biología, Sociales, ya tienen un nivel de conocimiento más, por eso yo tampoco opino, pero hay cosas interesantes de la materia, pues igual como decía PP es como un reto porque no hacerlo.	PP: ¿Algo más quieres decir sobre las CSC? Denise (CLPI): que son muy interesantes, deberían hacer una asamblea donde intervinieran todos los de la universidad, no solo los de la facultad y debería ser abierta al público, pues hay gente que le interesa el tema, yo tengo una compañera [...] PP: ¿Cómo te pareció compartir el seminario con estudiantes de otras licenciaturas? Denise (CLPI): Al principio extraño, porque todos hablaban de algo y yo como que sé nada de eso, que voy a decir, mejor

se le hace a las materias que están dentro del pensum [...]	montón de materias, son trabajos que implican tiempo. PP: ¿En tu carrera de licenciatura esas cuestiones filosóficas que nombrabas se dejan de lado? Alessandra (CLB): Yo creo profe que mi carrera dejan de lado eso, estoy muy segura, en realidad muchos profesores unos licenciados otros biólogos, físicos, matemáticos, no le dan importancia, se quedan con conceptos, eso es muy subjetivo dicen “si vamos a la subjetividad no vamos a llegar a ningún lado” [...]	humanista es como otro lenguaje profe, pero entonces uff, si esta es mi idea [...] PP: ¿No habías visto electivas con otros programas? Kátia (CLB): ¡No! [...] pero como yo tengo un conocimiento formado desde otra percepción y digamos un mismo desarrollo de ese conocimiento en torno a las ciencias, quedarme con una persona en torno a lo humanista en torno a lo social para mí es como, esa visión no la tenía, entonces empiezan a chocar de una u otra forma esos conocimientos, esas ideas, eso me pareció complicado, que es	animales, el agua, el aire; ese es el ambiente sí, para mí, pues desde ese momento, ya digamos entrabamos en discusión y él me ponía otros temas, entonces no que vea, que la sociedad, que estoy lo otro, cosa que yo no había considerado, digamos que eso uno se va fortaleciendo y se hace como más interdisciplinar en la cuestión [...] eso permite fortalecer tanto el discurso de uno como del otro y tanto la idea también del mismo curso, porque no hubiera sido lo mismo abordar las cuestiones sociocientíficas si sólo hubieran sido estudiantes de biología, yo creo que hubiera sido bastante diferente ese curso, si se hubiera planteado solo para biología, porque se habrían tomado sólo las técnicas, porque ya uno la maneja y ya se obvian, no se tienen como tan en cuenta todos esos componentes digamos que se trajeron, entonces no se toman en cuenta las posturas de los	[...] la diferencia de carrera es muy diferente de Biología a Pedagogía Infantil PP: ¿La materia te permitió reflexionar sobre tu experiencia? Sí, nombres específicos yo no tenía del proceso que tuve en mi embarazo, solo desde que entre en esta materia, sobre el desarrollo embrionario. Me parece muy interesante esta materia por eso digo que no la aplase. PP: ¿Cómo te parece el trabajo con otras licenciaturas? Fabiana (CLPI): Es interesante aprender de los demás, a la vez un reto algo complicado y complejo porque como te digo ellos conocen mucho más. Es un reto y es interesante conocer	no hablo porque todos me van a mirar, pero ya ellos, casi todos me caen bastante bien. Eran muy chéveres, a pesar de que estudiaban lo mismo todos tenían pensamientos muy diferentes sobre un mismo tema y nunca nos vamos a poner de acuerdo, muy interesante siempre va a ver como choques, a pesar de lo que nos enseña la academia y lo que tenemos como personas y lo que nos enseña la religión [...]
---	--	---	--	---	---

		bueno, es bueno porque uno se cierra solamente a su mundo y no es capaz de aceptar de una u otra forma los conceptos de los demás, pero si es un poco difícil	compañeros [...] deben ser propias de cualquiera, digamos uno debe trabajar las CSC con personas del barrio, comunidades, junta de acción comunal [...]	las percepciones que ellos tienen acerca de todo eso. PP: ¿Cómo te sentías en clase? Fabiana (CLPI): como te decía es feo compararse no, pero ellos sabían más. Ellos conocen más del tema.	
--	--	--	--	--	--

CONCLUSÕES

Neste trabalho evidenciamos que as pesquisas sobre a NdC no campo do Ensino de Ciências constituem um elemento central, pois os professores, além de ensinarem ciências, ensinam sobre a ciência, ou seja, ensinam sobre o significado epistemológico, social e cultural da ciência, levando em conta seu desenvolvimento histórico, suas limitações, possibilidades e desafios para humanidade.

Ensinar sobre a ciência implica estudar os processos de sua constituição na modernidade enquanto atividade humana, bem como os processos de institucionalização social, industrialização e controvérsias suscitadas por implicações éticas e políticas. Assim, a compreensão da NdC abrange um conhecimento metadisciplinar porque os conceitos das Ciências da Natureza ou das Ciências Sociais e Humanas, separadamente, não são suficientes para viabilizar o entendimento das complexas relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade, a política e a ética. A articulação de diferentes conhecimentos destas ciências se faz necessária para a análise das questões científicas na sociedade atual. Neste contexto, a pesquisa bibliográfica que foi realizada neste estudo em artigos, dissertações e teses de doutorado permitiu-nos identificar e caracterizar possibilidades do enfoque CTSA para o favorecimento de uma compreensão mais ampla da ciência.

Diferentes correntes deste enfoque foram consolidadas nos últimos 40 anos. Destas destacamos aquelas focadas na formação de valores, de raciocínio lógico e de formação sociocultural e socioecológica. Ditas correntes voltaram atenção às questões de justiça e abrangeram o uso de QSC para análises das controvérsias sociopolíticas, econômicas e éticas presentes no desenvolvimento da pesquisa científica.

As pesquisas no Ensino de Ciências, aproximadamente por mais de 30 anos (1960-2000), dedicaram atenção à caracterização de concepções ou visões sobre a ciência e a tecnologia, de professores de ciências em formação inicial ou em serviço. Assim, foram caracterizadas concepções positivistas, absolutistas, salvacionistas, pluralistas, dinâmicas, históricas, a-históricas, individualistas, empíricas, a-teóricas, enfim, um conjunto de visões que pareciam influir nas práticas dos professores. Todas essas pesquisas instigaram o desenvolvimento de outros trabalhos, como foi o caso deste estudo, no qual foram constituindo-se estratégias formativas que favoreceram uma compreensão ampla da ciência.

Conforme uma abordagem explícita da análise e discussão da NdC, foi constituindo-se a tese de que a abordagem de QSC associada a controvérsias científicas (tais como as

suscitadas pelo DGPI e a Célula Sintética) possibilitaram a constituição de avanços significativos nas visões de ciência dos futuros professores que participaram da pesquisa.

A abordagem das duas QSC na formação inicial de professores mostrou ser uma provocação interessante para os licenciandos de distintas áreas do conhecimento, de tal forma que caracterizamos avanços associados às suas visões iniciais sobre a NdC e identificamos os aspectos controversos das duas QSC a partir das ideias próprias dos licenciandos, do que decorreu a caracterização da possibilidade desta abordagem para a formação inicial daqueles futuros professores.

Dos licenciandos participantes da pesquisa caracterizamos que alguns possuíam uma visão da NdC dicotômica, associada com um absolutismo metodológico. Esta visão considera que as Ciências Sociais e Humanas estão interessadas nas questões sociais e possuem um método subjetivo, flexível e aberto. No entanto, as Ciências da Natureza seguem um método objetivo e rígido que é orientado ao levantamento de hipóteses e ao estabelecimento de leis universais.

Outros licenciandos apresentaram uma visão da NdC objetivista, focada na evolução das Ciências da Natureza como um processo exato, objetivo e neutro. Da mesma forma que os primeiros licenciandos, consideraram que o método está estruturado para o estabelecimento de leis universais. No entanto, embora este grupo de licenciandos também compartilhe da visão do absolutismo metodológico não caracteriza as Ciências Sociais e Humanas da mesma forma que seus colegas, como descrito anteriormente. Assim, identificamos um número significativo de licenciandos que possuem uma visão restrita da ciência, o que é compreensível por se tratarem de estudantes dos cursos de Pedagogia Infantil e de Inglês, que não possuem a preocupação com a análise da atividade científica, sendo esta inquietação presente apenas em cursos focados na formação de professores de ciências.

De forma diferente da visão dicotômica, outros licenciandos manifestaram uma visão integrada, que compreende as Ciências Sociais e as Ciências Naturais enquanto possuidoras de fins e valores voltados ao benefício da humanidade. Estes fins propõem a integração destas duas áreas e, além disto, os licenciandos chamaram a atenção para a necessidade de uma reflexão paradigmática que possibilite a integração das ciências.

Por sua vez, alguns licenciandos manifestaram uma visão de NdC socialmente contextualizada, que viabiliza a problematização das visões associados ao absolutismo metodológico. Nesta visão contextualizada a ciência é entendida como uma construção coletiva, que tem determinados valores e possui influência de determinados interesses

políticos e ideológicos, de maneira que esta atividade humana está articulada ao poder e aos interesses econômicos, por exemplo, das indústrias e, em muitos casos, dos militares. Também caracterizamos uma visão dinâmica da ciência de dois licenciandos que interpretaram o conhecimento científico como uma construção que muda ao longo da história, desde visões empiristas até visões contextualizadas socialmente. Assim, a ciência experimenta transformações que podem ser tratadas no marco da ideia de revolução científica.

O fato de a disciplina ter constituído um espaço formativo que reuniu licenciandos de distintas áreas (Inglês, Pedagogia Infantil, Biologia e Ciências Sociais) possibilitou o reconhecimento de visões dicotômicas, integradas, objetivistas, dinâmicas e contextualizadas. Este espaço representou, desde o início desta pesquisa, uma importante possibilidade de análise e reflexão diante do desafio de entender a ciência atual conforme as constantes controvérsias abrangidas nas QSC. Neste sentido, a formação coletiva de professores de distintas áreas se mostrou interessante no sentido de favorecer uma compreensão da NdC mais ampla e pertinente às controvérsias sociais, políticas e éticas que enfrenta a ciência na atualidade.

Conforme o estudo e a discussão das QSC do DGPI e da Célula Sintética ao longo da disciplina, identificamos as controvérsias presentes nas QSC, segundo o posicionamento político e ético dos licenciandos.

Os dados constituídos no capítulo 5 evidenciaram que a pesquisa científica envolvida no DGPI abrangem, segundo as discussões desenvolvidas com os licenciandos, controvérsias sobre o descarte de embriões, a eugenia e a instrumentalização da vida. Com respeito ao primeiro aspecto, o questionamento é focado na compreensão do embrião como um projeto de ser humano e não como um objeto que pode ser manipulado e descartado. A controvérsia está definida a partir de posicionamentos sobre o que significa a vida para a ciência e o que ela significa em termos éticos e morais. No entanto, não existe um consenso porque os licenciandos reconhecem que para alguns cientistas o embrião somente existe após os 14 dias da fecundação, o que pode justificar a sua manipulação. Já para os humanistas a vida vai além da questão biológica e pode ser considerada como um projeto a partir da fecundação do óvulo e sua implantação no útero da mãe. Essa controvérsia desencadeou posicionamentos éticos por parte de alguns licenciandos que consideraram o descarte de embriões como assassinato, pois o embrião não é apenas um conjunto de células. Também foi questionada a eugenia negativa, própria da seleção de embriões sem doenças, pois não há garantias de que no fim do processo haja pessoas cem por cento sadias. Assim, a grande controvérsia ética e moral

presente está associada ao fato de o embrião ser equivalente a um ser humano. Os posicionamentos éticos e morais dos licenciandos se constituíram associados a visões religiosas e a visões racionais que incorporam os argumentos científicos. Dessa forma, o espaço foi favorável para a discussão e o diálogo, o que foi enriquecido por experiências desenvolvidas em distintos cursos de graduação, o que viabiliza a sua argumentação enquanto estratégia de formação dos futuros professores.

Outra controvérsia tratada com os licenciandos esteve associada ao determinismo genético, presente nas pesquisas científicas que, a cada dia mais, caracteriza predisposições a vários tipos de doenças humana. Assim, passa a ser desenvolvida uma esquizofrenia social que justificaria a promessa de implantação de embriões sem defeitos gênicos. Novamente, a eugenia está no centro da discussão pelas suas consequências associadas à discriminação e ao estabelecimento de hierarquias entre indivíduos sadios e doentes. Nesse contexto, destacamos a ética dialógica de Habermas (2004) para o entendimento das controvérsias no contexto de uma sociedade pluralista, composta por diferentes concepções sobre o significado da vida, mas há possibilidade de se estabelecer um acordo que considere as normas morais focadas em uma convivência justa. Assim, o uso de DGPI para fins curativos poderia ser mais pertinente que seu uso para a eugenia positiva, já que neste caso o embrião deve ser protegido.

A instrumentalização da vida foi outra questão abordada na discussão desenvolvida com os licenciandos sobre o DGPI e a Célula Sintética, e tem a ver com a pretensão da ciência de tornar a vida um objeto manipulável e controlável para a definição do que é desejável ou indesejável em um embrião ou na produção de um novo organismo. No caso do embrião, trata-se de uma escolha entre aquele que deve nascer e o que não teria essa possibilidade. Segundo Habermas (2004), essa instrumentalização prejudica a espécie humana, pois coloca ao serviço do mesmo humano a disponibilidade de poder sobre o projeto de outro ser humano, o embrião. No caso da Célula Sintética, há a pretensão de se produzir organismos que possam alterar a evolução biológica das espécies do planeta.

No contexto da caracterização das três controvérsias expostas acima, uma boa parte dos licenciandos não concordou com a eugenia negativa e positiva. Alguns deles assumiram um posicionamento ético deontológico, que reclama pelo princípio da prevenção e do agir conforme o que deve ser e não em função da utilidade do momento. Em outro caso, o posicionamento ético é baseado na concepção religiosa, do respeito à criação da vida por Deus. Outros posicionamentos ressaltaram a importância da regulação das pesquisas sobre o DGPI. Um número menor de licenciandos manifestou um posicionamento ético utilitarista,

que concorda com a eugenia positiva e negativa envolvida no DGP, compreendendo-a como uma alternativa à disposição das pessoas para diminuir o risco de sofrimento de um ser humano. A base desta visão poderia ser a ética liberal. O último grupo de licenciandos manifestou um posicionamento de prevenção diante da eugenia negativa e considerou necessário a sua regulação pelo Estado.

Os posicionamentos éticos dos licenciandos nos possibilitaram caracterizar avanços na sua compreensão da NdC, pois o entendimento de aspectos éticos eram desconsiderados no início da disciplina. Assim, a análise da mudança de noção de vida e de ser humano desencadearam a ideia de que a atividade científica atual está fortemente influenciada por discussões públicas sobre os limites de seu desenvolvimento, o que está ligado a determinados interesses do poder político e econômico. Nestes termos, a ciência é considerada pelos licenciandos segundo uma visão mais humana, com erros e valores e com uma importante responsabilidade social no sentido de que cabe ao Estado e aos cidadãos problematizá-la e regulá-la, de forma que a tecnocracia é questionada para abrir as possibilidades de participação.

Além da controvérsia da instrumentalização da vida, os licenciandos evidenciaram aquela ligada ao interesse privado, presente nas pesquisas do DGPI e da Célula Sintética. No primeiro caso é gerada uma desigualdade ao acesso, pois somente os que têm a possibilidade de pagar fariam o diagnóstico. No segundo caso a empresa privada é a autora dessa pesquisa e seu desenvolvimento está fortemente ligado ao lucro gerado pela inovação. Com respeito a esta questão, foi configurado um posicionamento político dos licenciandos quando chamaram a atenção sobre os fins da pesquisa científica, que parecem estar afastados das pretensões humanísticas e altruístas que também são parte de seu desenvolvimento e que têm trazido bem estar à sociedade em distintas áreas da saúde, das comunicações, do transporte, da agricultura e da indústria. Baseados em Krimsky (2003), foi possível interpretar a controvérsia e os posicionamentos dos licenciandos em um contexto mais amplo, que nos leva a entender que o interesse privado está mudando a atividade científica na medida em que pode favorecer o enriquecimento de cientistas ou de corporações privadas, inclusive com o apoio de empresas públicas. O vínculo da pesquisa científica das universidades com as empresas gera uma mudança da missão da universidade e da ciência acadêmica, pois a torna um instrumento do capital.

Finalmente, foi possível evidenciar que a abordagem das duas QSC de interesse representaram uma forma concreta de se trabalhar explicitamente a NdC, o que foi ampliado

com o estudo de controvérsias históricas da ciência, tais como as apresentadas por Pasteur e Pouchet sobre a geração espontânea. A partir deste trabalho, caracterizamos o avanço das visões da NdC apresentadas pelos licenciandos nos primeiros encontros da disciplina.

A visão objetivista da NdC exposta inicialmente por alguns licenciandos foi problematizada e uma visão diferente foi se construindo, na qual é considerada a influência de aspectos subjetivos e econômicos sobre a atividade científica. Também a ciência é considerada como uma organização coletiva que desafia a sociedade, segundo as implicações éticas e políticas de seus projetos; assim, a visão das licenciandas se torna contextualizada socialmente.

No caso de outros licenciandos é interessante que a sua visão associada a uma fragmentação entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais e Humanas é problematizada, o que indica a valorização das discussões desenvolvidas entre pessoas de diferentes cursos de graduação como possibilidade de uma compreensão mais ampla da ciência que considere diferentes saberes e experiências.

Os aspectos analisados sobre questões de injustiça, poder e ética nas discussões sobre o DGPI e a Célula Sintética possibilitaram que a visão do absolutismo metodológico, exposto inicialmente, fosse configurando em termos de uma visão contextualizada socialmente, na qual é aceito que a ciência é passível de apresentar erros, não é uma atividade neutra e não constitui a salvação da humanidade.

A visão integrada da NdC foi enriquecida na discussão sobre o DGPI e a Célula Sintética na medida em que foi compreendida de melhor forma, que a ciência não segue um processo linear de acumulação, mas sim um processo dinâmico que abrange mudanças históricas, limites e possibilidades.

A análise histórica de controvérsias e a análise dos aspectos controversos das QSC também enriqueceram a visão contextualizada socialmente dos licenciandos, pois estes valorizaram de melhor forma a capacidade de inquietação dos cientistas e a importância das pluralidades de formas de experimentar.

A visão dinâmica evidenciada por alguns licenciandos foi enriquecida com os questionamentos realizados à sacramento da ciência e com o resgate da reflexão filosófica e sociológica para criticar a instrumentalização da vida e a transgressão do humano, na análise das possibilidades e limites da ciência.

A identificação das controvérsias identificadas pelos licenciandos sobre o DGPI e a Célula Sintética, os posicionamentos éticos e políticos por eles adotados e os avanços em suas

visões de NdC constituem importantes contribuições para a formação inicial do professor, pois possibilitam a construção de um espaço de estudo e discussão, no qual as reflexões filosóficas, sociológicas e éticas fazem sentido para licenciandos de diferentes áreas, na medida em que seus saberes são valorizados e enriquecidos dialogicamente. Além disto, as contribuições da abordagem das QSC foram expressas pelos próprios licenciandos em termos das possibilidades desta para orientar a criação de propostas de ensino para o seu futuro exercício profissional.

É claro que abordagem de QSC também apresenta limitações e dificuldades, também expressas pelos licenciandos, já que o diálogo favorecido entre distintas áreas é difícil e praticamente inexistente nos currículos da formação inicial de professores, nos quais ainda predomina a fragmentação do conhecimento. Além disto, ainda existe a crença de que as questões da ciência devem ser preocupação somente de professores ou profissionais dedicados a esta área, o que foi problematizado nesta pesquisa no intuito de favorecer uma formação ampla da NdC, orientada para futuros professores, mas que também pode ser levada à formação mais geral dos cidadãos. Assim, se o desenvolvimento científico e tecnológico é próprio da condição humana, o que nos leva a não sermos partícipes e sentir-nos leigos? Por que abraçar uma visão clássica de ciência, quando na sociedade atual percebemos que esta nos traz bem-estar, sim, mas também incertezas e riscos?

Tais questionamentos nos orientam sérios esforços quando se busca uma formação cidadã e a apropriação crítica da ciência, especificamente se tratando dos professores, atores sociais expostos às imposições de uma proposta curricular muitas vezes centrada apenas em conteúdos catalogados como verdadeiros, enquanto questões controversas e que envolvem o posicionamento dos estudantes e do professor não são discutidas. No entanto, a compreensão da ciência contemporânea deve abranger a análise das controvérsias sociais e das implicações éticas e políticas.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, Fouad.; BELL, Randy.; LEDERMAN, Norman. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural, *Science Education*, v. 82, n.4, p. 417-436, 1998.

ABD-EL-KHALICK, Fouad.; LEDERMAN, Norman. Improving science teachers. Conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, v. 22, n.7, p. 665-701, 2000.

ACEVEDO, José. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, v. 5, n. 2, p. 134-169, 2008.

ACEVEDO, José.; ACEVEDO, Pilar. Creencias sobre la naturaleza de la ciencia: un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición digital, p. 1-27, 2002. <http://www.rieoei.org/deloslectores/244Acevedo.PDF>.

ACEVEDO, José.; VAZQUÉZ, Ángel.; MANASSERO, Antonia.; ACEVEDO, Pilar. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.

ACEVEDO, José.; VÁZQUEZ, Ángel., MARTÍN, M., OLIVA, J. M., ACEVEDO, P., PAIXÃO, M. de F., & MANASSERO, Antonia. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación Ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 2, n. 2, p 121–140, 2005.

ADORNO, Theodor. *Educação e emancipação*. 4ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1995.

ADORNO, Theodor. Teoria da semicultura. *Educação e Sociedade*, n. 56, ano XVII, p. 88-411, 1996.

ADORNO, T.; POPPER, K.; DAHRENDORF, R.; HABERMAS, J.; ALBERT, H.; PILOT, H. *La disputa del positivismo en la sociología Alemana*. Tradução Jacobo Muñoz. Barcelona: Grijalbo, 1972.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura económica, 2005.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, n. extra, p. 23-33, 2005a

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. La naturaleza de la ciencia en la formación de profesores de ciencias naturales In: Gallego, Rómulo; Pérez, Royman y Torres, Luz (Comp). *Didáctica de las Ciencias*: aportes para una discusión. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2007.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. Un modelo de ciencia para el análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias naturales. *Perspectivas Educativas*, n. 1, p. 13-39, 2009

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín.; DIBARBOURE, María.; ITHURRALDE, Sylvia. *El quehacer del científico al aula*. Pistas para pensar. Montevideo: Queduca de la FUM-TEP, 2013.

AULER, Décio. *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de Professores de Ciências*. 2002. 258f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82610>. Acesso em: 15 de março 2011.

BACON, Francis. *Novum organum*, España: Sarpe, 1984.

BARDIN, Laurence. *Análises de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARNES, Barry.; BLOOR, David Relativismo, racionalismo y sociología del conocimiento. En: GONZÁLEZ, Martha.; LÓPEZ, José.; LUJÁN, José. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Lecturas seleccionadas*. Barcelona: Ariel, 1997, p. 27-48.

BARNES, Barry.; DOLBY, R. El *ethos* científico: un punto de vista divergente. En: IRANZO, Manuel.; BLANCO, Rubén.; GONZÁLEZ, Teresa.; TORRES, Cristóbal.; COTILLO, Alberto. *Sociología de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: CSIC, 1994, p.33-52

BAUER, Martin.; GASKELL, George.; ALLUM, Nicholas. Qualidade, quantidade e interesses do conhecimento: evitando confusões. In: BAUER, Martin.; GASKELL, George. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

BEAUCHAMP, Tom.; CHILDRESS, James. *Princípios de ética biomédica*. Tradução Luciana Pudenzi. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

BLACKBURN, Pierre. La ética: fundamentos y problemáticas contemporáneas. Tradução: Juan José Utrilla Trejo.; México: Fondo de Cultura Económica, 2005.

BOGDAN, Robert.; BİKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução a teoria e métodos*. Tradução Maria Alvarez.; Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Portugal: Porto Editora, 1994.

BONZANINI, Taitiâny. *Ensino de temas da genética contemporânea: análise das contribuições de um curso de formação continuada*. (2011) Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, 2011 Disponível em: http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/TES_DOUT/TES_DOUT20110311_BONZANINI%20TAITIANY%20KARITA.pdf Acesso em: 15 de março 2013

BORTOLETTO, Adriana. *Formação continuada de professores: a experiência de uma temática sociocientífica na perspectiva do agir comunicativo*. (2013) Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em: http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20130305_BORTOLETTO%20ADRIANA.pdf . Acesso em: 15 de novembro 2013.

BRASIL. RESOLUÇÃO CFM Nº 2.013/13

CACHAPUZ, António.; PAIXÃO, Fátima.; LOPES, Bernadinho.; GUERRA, Cecília. Estado da arte da pesquisa em educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. *Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p.27-49, 2008.

CARVALHO, Ana. El nuevo paradigma de la didáctica de las ciencias experimentales. *Pensamiento Educativo*, v.30, p.295-313, 2002.

CARVALHO, Washington. *Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões*. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, p. 147. 2005. Tese de Livre Docência. Acesso em: 23 de março 2011

CHALMERS, Alan. *O que ciência ao final?* Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora brasiliense, 1993.

COLÔMBIA. Ley 599 de 2000. Código Penal Colombiano.

COMTE, Auguste. *Discurso sobre el espíritu positivo*, Barcelona, Orbis, 1984.

CONT, Valdeir. O controle de características genéticas humanas através da institucionalização de práticas socioculturais eugénicas. *scientiæ studia*, São Paulo, v.11, n.3, p.511-30, 2013

COOPER, Geoffrey. *A célula: uma abordagem molecular*. 2ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

DENZIN, Norman.; LINCOLN, Yvonna. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, Norman.; LINCOLN, Yvonna. *O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2ª ed. Tradução Sandra Regina Netz. Porto Alegre: Artes médicas, 2006. p 15 - 41.

DESCARTES, Rene. *Discurso sobre el método*. Bogotá: Unión Ltd., 2000.

Discovery Channel. Vida Sintética. http://www.youtube.com/watch?v=cV_pG0qPcxA. Subido 2010

DUIT, Reinders. La investigación sobre la Enseñanza de las Ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de investigación educativa*, v.11, n.30, p.741-770, 2006.

EL-HANI, C. N.; PASSOS, V. Vida sintética: uma nova revolução? *ComCiência* no.102 Campinas 2008. <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n102/n102a07.pdf>

FLORES-CAMACHO, Fernando.; GALLEGOS, Leticia.; REYES, Flor. Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. *Perfiles Educativos*, v. XXIX, n. 116, p. 60-84, 2007.

ESPAÑA. BOE n. 216. Sábado 27 de mayo de 2006.

FERNÁNDEZ, I.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, J.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 477- 488, 2002.

FOUREZ, Gérard. A construção das ciencias: introdução à filosofia e a ética das ciências. Tradução: Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora Unesp, 1995.

FRASER, Barry; TOBIN, Kenneth.; McROBBIE, Campbell. Second International Handbook of Science Education. Part One. London: Springer, 2012

GALVÃO, Cecília.; REIS, Pedro.; FREIRE, Sofia. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. *Ciência & Educação*, v.17, n.3, p.505-522, 2011.

GALLEGO, R.; PÉREZ, R.; TORRES, L. Formación inicial de profesores de Ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, p. 219-234, 2004.

GALLEGO, R.; PÉREZ, R.; TORRES, L.; AMADOR, R. *La formación inicial de profesores de Ciencias en Colombia: construcción de fundamentos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2004.

GARCÍA-CARMONA, Antonio.; VÁZQUEZ, Ángel.; MANASSERO, María. Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v.30, n. 1, 23-34, 2012.

GIBSON, D. *et al.* Genome Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized. *Science* v. 329, n. 52, 2010.

GIL, Daniel.; CARRASCOSA, Jaime.; MARTÍNEZ, Francisco. Una disciplina emergente y un campo específico de investigación En: PERALES; FRANCISCO; CAÑAL. *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. España: Marfil, 2000 p. 9-34.

GIROUX, Henry. *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Tradução Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997.

GIROUX, Henry; SIMON, Roger. Estudo Curricular e Política Cultural. In: GIROUX, H. *Os professores como intelectuais: Rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Tradução Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997. p. 165-178.

GOETZ, Judith.; LECOMPTE, Margaret. *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata, 1988.

GRAY, D. S.; BRYCE, T. Socio-scientific issues in science education: implications for the professional development of teachers. *Cambridge Journal of Education*, Londres, 36, n. 2, Junho 2006. 171-192.

GUESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, n.32, p.301-325, 1995.

GUIMARÃES, Márcio. *Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas*. (2011) Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em: http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/TES_DOUT/TES_DOUT20110228_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf Acesso em: 15 de abril 2012.

GUIMARÃES, Márcio.; CARVALHO, Washington.; OLIVEIRA, Mônica. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. *Ciência & Educação* v. 16, n.2, p.465-477, 2010

HABERMAS, Jürgen. *Conhecimento e interesse*. Tradução José N. Heck. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

HABERMAS, Jürgen. *O futuro da Natureza Humana: a caminho de uma eugenia liberal?* Tradução Karina Jannini. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

HANDYSIDE, Alan.; KANGPU, Xu. Preimplantation Genetic Diagnosis Comes of Age. *Semin Reprod Med*, v.30, n.04, p.255-258, 2012.

HANDYSIDE, A.; KONTOGIANNI E.; HARDY, K.; WINSTON, R. Pregnancies from biopsied human preimplantation embryos sexed by Y-specific DNA amplification. *Nature*, v. 344 n. 6268, p.768-70, 1990

IFSC-USP. Vídeos disciplina “Panorama da Biotecnologia contemporânea” Professor, coordenador Glaucius Oliva, 2006.

JACOB, François. *El ratón, la mosca y el hombre*. Barcelona: Critica, 1998

KREIMER, Pablo. *El científico también es um ser humano: la ciência bajo la lupa*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2009.

KRIMSKY, Sheldon. *Science in the private interest*. EUA: Rowman&Littlefield Publishing, INC, 2003.

KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. 6.ed. São Paulo: Perspectivas, 2001.

KUHN, Thomas. *O caminho desde a estrutura: ensaios filosóficos 1970-1993*. Tradução de Cesar Mortari. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

LAKATOS, Imre. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza, 1983.

LATOUR, Bruno. *Jamais fomos modernos: Ensaio de antropologia simétrica*. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

LATOUR, Bruno. Dadme un laboratorio y moveré el mundo. En: IRANZO, Manuel.; BLANCO, Rubén.; GONZÁLEZ, Teresa.; TORRES, Cristóbal.; COTILLO, Alberto. Sociología de la Ciencia y la Tecnología. Madrid: CSIC, 1994a p. 237-258.

LEDERMAN, Norman. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359, 1992.

LEDERMAN, Norm.; ABD-EL-KHALICK, Fouad.; BELL, Randy.; SCHWARTZ, Rene. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v.39, n.6, 497-521, 2002.

LEDERMAN, Norman.; WADE Philip.; BELL, Randy. Assessing Understanding of the Nature of Science: A Historical Perspective En: McCOMAS, William. *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher's, 1998. p. 331-350

LEWIS, J. Y LEACH, J. Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28 (11), p. 1267-1287, 2006.

LING, Siu.; WAN, Zhihong.; WAI-CHENG, Maurice. Learning Nature of Science Through Socioscientific Issues. In: SADLER, Troy. *Socio-scientific Issues in the Classroom: teaching, learning and research*. USA: Springer, 2011.

LÓPEZ, A.; CANTERO, G.; TEJADA, M.; AGUIRRE, E.; ALKORTA, I.; GUTIÉRREZ, A. Diagnóstico preimplantacional de portadores de cromosoma x frágil y otros trastornos hereditarios en técnicas de fecundación artificial. Proyecto FIS. Vitoria-Gasteiz. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco, 2005. Informe no: Osteba D-05-01.

LOPES, Nataly. Agrotóxicos - toxidade versus custos: uma experiência de formação de professores com as questões sociocientíficas no ensino de ciências. *AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v.9, n. 17, p.27-48, 2012

LOPES, Nataly. *Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva Crítica*. 2010. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em: < <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=310#> > Acesso em: 15 de Novembro de 2011.

MALAMUD, Samuel. Diagnóstico genético preimplantatorio y eugenesia. Análisis ético-jurídico. *Revista Colombiana de Bioética*, v. 8 n. 1, p. 123-143, 2013.

MARCOVICH, A. Formas do vivo e no vivo: imitar e/ou reproduzir a vida. *Scientiæ studia*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 117-37, 2008.

MARTÍNEZ, Leonardo. *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MARTÍNEZ, Leonardo. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, 2012a.

MARTÍNEZ, Leonardo.; CARVALHO, Washington. A ideologia do currículo tradicional e as possibilidades da inovação no ensino a partir da abordagem de questões sociocientíficas. In: NASCIMENTO, Tatiana. Ensino de ciências em Programas de Pós-graduação no Brasil: tendências de pesquisas. Curitiba: CRV, 2012.

MORENO, Diana.; TALAMONI, Jandira.; CARVALHO, Washington. La cuestión sociocientífica del Diagnóstico preimplantación genética (DPG) como posibilidad para una comprensión social de la ciencia por parte de futuros profesores. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. n. Extraordinario, p.164-171, 2014.

NEPOTE, Juan. *Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia*. México: Siglo veintiuno editores, 2011.

MARDONES, José. *Filosofía de las ciencias humanas y sociales*. España: Arthropos, 1991.

MARTÍNEZ.; PARGA. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola*. v.8, n.1, p. 22-33, 2013.

MEJÍA, Orlando. *En el jardín de Mendel*. Bioética, genética humana y sociedad. Medellín: Universidad de Antioquia, 2009

MENDÉZ, Yoeli.; VILLAMEDIANA, Patricia. Consideraciones bioéticas, biojurídicas y sociales sobre la aplicación del diagnóstico genético preimplantacional. *Revista Obstétrica Ginecológica Venezolana*, v. 72, n. 2, p.115-122, 2012.

MERTON, Robert. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. London: The University of Chicago Press, 1973.

MOREIRA, Marco. *Subsidios metodológicos para el profesor investigador en Enseñanza de las Ciencias: aspectos metodológicos*. Porto Alegre. 2009. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/> Acesso em 10 agosto 2012.

MORENO, Diana. *Os sentidos outorgados por docentes de cursos de licenciatura sobre a educação ambiental como possibilidade para se pensar a formação de professores*. 2009. 187f. Dissertação (Mestrado Educação para a ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista Julho Mesquita Filho, Bauru, 2009. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20090810_SIERRA%20DIANA%20FABIOLA%20MORENO.pdf>; Acesso em: 4 jun. 2010.

MORENO, D.; MARTÍNEZ, L. CARVALHO, W. Formación en aspectos éticos y morales de la ciencia en los futuros licenciados de química, a partir del tema la píldora del día después. Atas: Díaz, M., Julián, M., Crespo, M. (Coords) (2012). *VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano, CTS en la enseñanza de las Ciencias, “Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias”* Madrid, España. Organización de Estados

Iberoamericanos OEI. 2012. Disponível em: http://www.oei.es/seminariooctsm/bbdd_comunicaciones.php acesso 30 setembro 2012.

NEPOTE, Juan. *Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia*. México: Siglo veintiuno editores, 2011.

OLIVÉ, León. Ética aplicada a las ciencias naturales y la tecnología. In: IBARRA, A.; OLIVÉ, L. *Cuestiones éticas de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI*. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva, 2009.

PEDRETTI, Erminia. Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes, In: ZEIDLER, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2003. p. 219-239.

PEDRETTI, Erminia, NAZIR, Joane. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, v. 95, p. 601-626, 2011.

POPPER, Karl. *La lógica de la investigación científica*. 4ed Madrid: Tecnos, 1977.

RATCLIFFE, Mary.; GRACE, Marcus. *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, Pedro. O ensino da ética nas aulas de ciências através do estudo de casos. *Interacções* n. 5, p. 36-45, 2007.

REIS, Pedro. *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir?* percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida. 2004. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <<http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>> Acesso em: 03 novembro de 2010.

REIS, Pedro. O “admirável mundo novo” em discussão. Lisboa: Ministério da Educação, 2003.

REIS, Pedro.; GALVÃO, Cecília. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias*. v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

RODRÍGUEZ, Gregorio.; GIL, Javier.; GARCÍA, Eduardo. *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga (Es): Aljibe, 1999.

RODRÍGUEZ, Lorena.; ROMERO, Tatiana.; MORENO, Diana. Biología y educación dos campos de investigación con pocas interacciones: una revisión de los trabajos de grado de estudiantes de licenciatura. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis TED*. Número Extraordinario, p. 1168-1173, 2011.

RUIZ, Diana.; MARTÍNEZ, Leonardo.; PARGA, Diana. Creencias de los profesores de pre-escolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis TED*. n. 25, p. 41-61, 2009.

SANDEL, Michael. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução Ana Carolina Mesquita. 1ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.

SANDEL, Michael. *Justicia: ¿hacemos lo que debemos?*. Tradução Random House Mondadori. 1ª ed. Bogotá: Nomos impressores, 2011.

SANTOS, Wildson.; MORTIMER, Eduardo. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009

SANTOS, Wildson.; MORTIMER, Eduardo.; SCOTT, Philip. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 1, p. 140-152, 2001.

SCHALK, Kelly. *A case-study if a socio-scientific issues curricular and pedagogical intervention in an undergraduate microbiology course: A focus on informal reasoning*. ProQuest, UMI, Tese de doutorado. University of South Florida, 2009.

SCHEID, Neusa. Temas controversos no ensino de ciências: apontamentos de natureza ética. *Diálogo*. n.19, p. 65-79, 2011.

SCHEID, Neusa. *A necessária conexão entre biologia e ética para a educação científica no século XXI*. In: Fórum Internacional Integrado de Cidadania: Educação, cultura, saúde e meio ambiente. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Santo Ângelo/RS 26 a 29 de abril de 2006. Disponível em: http://www.urisan.tche.br/~forumcidadania/pdf/A_NECESSARIA_CONEXAO_ENTRE_BIOLOGIA_E_ETICA.pdf. Acesso em: 5 de abril 2013

SCHWANDT, Thomas. Três posturas epistemológicas para a investigação qualitativa: interpretativismo, hermenêutica e construcionismo social. In: DENZIN, Norman.; LINCOLN, Yvonna. *O planejamento da pesquisa qualitativa teorias e abordagens*. 2ª ed. Tradução Sandra Regina Netz. Porto Alegre: Artes médicas, 2006. p 193- 217.

SHINN, Terry.; RAGOUET, Pascal. *Controvérsias sobre a ciência*. São Paulo: editora34, 2008.

SILVA, Paulo. Bioética e valores - um estudo sobre a formação de professores de ciências e biologia. 2008. 215f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de educação da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02032009-144138/pt-br.php>. Acesso em: 5 de abril 2012

SILVA, Paulo.; KRASILCHIK, Myriam. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos – dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e de biologia. *Ciência & Educação* v. 19, n.2, p.379-392, 2013.

SILVER, Lee. *Vuelta al Edén*. Más allá de la clonación en un mundo feliz. Tradução José Javier García Sanz. Buenos Aires: Taurus, 1997.

SIMMONS, Michael.; ZEIDLER, Dana. Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issues In: ZEIDLER, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific*

issues and discourse in science education. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 81-94.

SINGER, Peter. *De compras por el supermercado genético*. Tradução Julio Seoane. ISEGORÍA. n. 27, p. 19-40, 2002. Disponível em:
<http://isegoria.revistas.csic.es/index.php/isegoria/article/viewFile/552/553>

SMIRNOV, Stanislav. La aproximación interdisciplinaria en la ciencia de hoy: fundamentos ontológicos y epistemológicos. In: BOTTOMORE, T. (coord.) *Interdisciplinaridad y Ciencias Humanas* Madrid: Tecnos/UNESCO, 1983, p 53-70.

SNOW, C. P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. Tradução de Geraldo Gerson de Souza e Renato de Azevedo Rezende Neto. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

SOARES, Moisés. *O estágio curricular supervisionado na licenciatura em ciências biológicas e a busca pela experiência formativa: aproximações e desafios*. (2012) Teses (Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em:
http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/TES_DOUT/TES_DOUT20120615_SOARES%20MOISES%20NASCIMENTO.pdf Acesso em: 22 de março 2013.

TORELLÓ, María. Cultivo hasta blastocisto y “screening” genético preimplantacional: herramientas para aumentar la tasa de implantación embrionaria. *Revista iberoamericana de fertilidade*, v. 28 n. 4 p.293-302, 2011.

VALLES, Miguel. *Técnicas cualitativas de investigación social*. Reflexión metodológica y práctica profesional. Madrid: Síntesis, 1999.

VÁZQUEZ, Ángel.; ACEVEDO, José.; MANASSERO, Antonia.; ACEVEDO, Pilar. Hacia un consenso sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias. In: MARTINS, Isabel.; PAIXÃO, Fátima.; VIEIRA, Rui. (Org.), *Perspectivas CiênciaTecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro, 2004, p. 129-132

VEGA, Renán. *La universidad de la ignorancia: capitalismo académico y mercantilización de la educación superior*. Colombia: Ocean Sur, 2015.

ZATZ, Mayana. *Genética: escolhas que nossos avós não faziam*. São Paulo: Globo, 2011.

ZEIDLER, Dana. (Org.). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003

ZEIDLER, Dana.; SADLER, Troy.; SIMMONS, Michael.; HOWES, Elaine. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science & Education*, n. 89, p. 357–377, 2005.

ZIMAN, John. Introducción al estudio de las ciencias: los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y tecnología. Tradução: Jordi Beltrán Ferrer. Barcelona: Editorial Ariel, 1986.

APÊNDICES

APÊNDICE A. CONVERSA COM O PROFESSOR EFETIVO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA DISCIPLINA FORMAÇÃO DE DOCENTES.

Objetivo: Identificar aspectos de contenido, metodología y evaluación a partir de la experiencia del profesor en el seminario Formación de Docentes y caracterizar algunas ideas iniciales sobre el abordaje de cuestiones de desarrollo científico.

1. Aspectos sobre la disciplina de Formación de Docentes que desarrolla el profesor.

- Desarrollo del Syllabus
- Desarrollo real en las clase
- Temas que se abordan, metodología, referentes teóricos
- Caracterización de grupos
- Dificultades enfrentadas

2. Conocimientos sobre la propuesta del tema

Conocimientos sobre el enfoque CTS

Uso de temas polémicos en el trabajo docente

Abordaje por parte del profesor de temas polémicos

3. Aspectos éticos y morales en la ciencia

Comprensión de lo ético y moral en la ciencia

Experiencia sobre el tema ético y moral en clase

Indagaciones seminario de bioética

Algunas proyecciones del trabajo ético y temas polémicos

APÊNDICE B. EMENTA DA DISCIPLINA OPTATIVA “FORMAÇÃO DE DOCENTES EM QSC”.

	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS		
	FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN		
	PAIEP		
	SYLLABUS		
	NOMBRE DEL ESPACIO ACADEMICO: Formación de docentes en Cuestiones Sociocientíficas Docente: Profesor de planta (Professor efetivo) Docente investigadora: Diana Moreno		
CÓDIGO: 9002	PERIODO 2013	ACADEMICO: I-	NUMERO DE CREDITOS: 2
TIPO DE ESPACIO ACADEMICO: OBLIGATORIO BASICO () OBLIGATORIO COMPLEMENTARIO () ELECTIVO INTRINSECO () ELECTIVO EXTRINSECO (X)		NUMERO DE HORAS: TRABAJO DIRECTO 2 TRABAJO MEDIADO 2 TRABAJO AUTONOMO 2	
JUSTIFICACIÓN			
Existe una preocupación por la formación de profesores en el mundo. Los indicadores colocan en evidencia el crecimiento del área, la constitución de su propio objeto, de metodologías apropiadas y la conformación de comunidades de científicos, así como la integración de los protagonistas en la investigación y la necesaria comprensión de agentes sociales de la formación del profesor como elemento fundamental en la calidad de la acción educativa. Este movimiento también está presente en la formación de profesores en ciencias, que reconoce las necesidades epistemológicas y sociales específicas de la Enseñanza de las Ciencias. Varios estudios sobre concepciones de conceptos, resolución de problemas y lenguaje aportan nuevos conocimientos a este movimiento. De la misma forma se han desarrollado investigaciones en los diferentes niveles de la formación de profesores, tales como formación inicial referida a las licenciaturas, y la formación de profesores en ejercicio que prioriza la actuación en la educación básica y media. Actualmente también se sugiere en los estados de arte sobre formación de profesores la necesidad de investigar los profesores formadores de formadores. A pesar de todos estos esfuerzos investigativos, la formación de los licenciados o futuros profesores cobra bastante sentido, dado que aún persiste un desconocimiento y una falta de apropiación de las publicaciones académicas, tanto en los centros educativos de básica primaria y secundaria, como en las universidades. En este sentido, Duit (2006)⁸ resalta la importancia de vincular la investigación didáctica y pedagógica al mejoramiento de la práctica educativa. Actualmente algunos trabajos ya apuntan sobre la riqueza de temáticas que envuelven el abordaje de cuestiones sociocientíficas (CSC), y además de eso, se han propuesto posibilidades en torno de la comprensión social de la ciencia, las posibilidades formativas, el favorecimiento de la argumentación y el reconocimiento del desarrollo de la ciencia y de la tecnología en cuestiones locales (Carvalho, 2010; Martínez, 2010; Guimarães 2010 e Pereira, 2010).⁹			

⁸ Duit. (2006). La investigación sobre la Enseñanza de las Ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 11(30), 741-770

⁹ LOPES, N. Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva Crítica. 2010. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em:

< <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=310#> > Acesso em: 15 de Novembro de 2011.

MARTÍNEZ, L. A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades. 2010. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em:

< <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=325#> > Acesso em: 20 de Novembro de 2010

GUIMARÃES, M. et al. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. *Ciência & Educação* 465-477. 2010

Las cuestiones sociocientíficas según Ratcliffe y Grace (2003)¹⁰ presentan características tales como: tener una base científica de frontera, formar opiniones personales, ser presentadas por los medios de comunicación, envolver raciocinios éticos y abarcar implicaciones locales y globales (Ratcliffe, Grace, 2003).

En este sentido, el trabajo de clase con CSC tales como: células madre, cambio climático, biocombustibles y otras constituyen en un potencial para la Enseñanza de las Ciencias y precisamente se perciben carencias en la formación de profesores en estas cuestiones, en especial en nuestro contexto latinoamericano.

Actualmente los profesores enfrentan el desafío de enseñar temas que posibiliten la comprensión de fenómenos que son presentados muchas veces por los medios de comunicación. Por ejemplo los avances de la Biología Molecular propios del siglo XX y XXI y en los cual destacamos las investigaciones sobre proyecto genoma humano (1980-1990) y las investigaciones que se desarrollan en el área de la Biología Sintética son de especial interés para dinamizar la formación de profesores, ya que en los dos casos existen particulares polémicas sobre la el significado de la vida.

Sin embargo, el abordaje de CSC implica también la reflexión cuidadosa sobre nuestra comprensión de formación, reconociendo la existencia de los diferentes modelos de desarrollo profesional¹¹ estudiados por diferentes autores (Contreras, 2002; Carr y Kemis, 1988)¹².

Para pensar la enseñanza de las ciencias y la formación docente a partir de las CSC, debe ser considerado los objetivos del enfoque curricular Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente (CTSA) sobre formación ciudadana, en concordancia con la preocupación de sujetos críticos, propios de la pedagogía crítica que reconoce el hombre inacabado. Por tanto, no se limita a un proceso de exclusiva adaptación, por lo contrario, en la interacción con el mundo el ser humano reflexiona, lee, des-construye y construye su realidad (Freire, 2007)¹³.

De esta manera el estudio de las CSC se relacionan con las visiones de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad y del Proyecto Académico de Investigación y Extensión de Pedagogía (PAIEP) que mencionan respectivamente:

[...] ha de ser para el Distrito Capital y para la Nación en su conjunto, un centro de producción de saberes particularmente relacionados con las ciencias, la pedagogía, las artes y la tecnología, con claro reconocimiento local, nacional e internacional debido a su carácter dinámico en la búsqueda constante de la excelencia, la pertinencia y la competitividad académica mediante el fomento de la investigación, la innovación, la extensión y la docencia.

Proyecta como un centro de reflexión y construcción de saberes pedagógicos con reconocimiento en el ámbito local, nacional e internacional [...] consolida y administra el saber pedagógico entendiendo la pedagogía como la disciplina fundante, reconocida como un saber autónomo propio de la identidad de un profesional de la educación, para propiciar espacios de reflexión en lo social, lo histórico, lo económico, lo político, en un trabajo mancomunado e interdisciplinar con los conocimientos específicos que identifican a cada Proyecto Curricular”¹⁴

OBJETIVO GENERAL

- A partir del estudio de algunas cuestiones sociocientíficas se busca que el futuro profesor fundamente y problematice su comprensión sobre el ejercicio profesional en el campo de la enseñanza de las ciencias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propiciar en los estudiantes la capacidad de identificar y analizar diferentes informaciones sobre desarrollos científicos y tecnológicos que transitan en reportajes periodísticos y televisivos.
- Favorecer en los estudiantes la comprensión de algunas características propias de las cuestiones sociocientíficas.

PEREIRA, J. A formação inicial de professores de física e a construção de uma identidade / (2010). Teses (Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em: < <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=310#> > Acesso em: 13 de Dezembro de 2011.

¹⁰ RATCLIFFE, Mary.; GRACE Marcus. Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues. Maidenhead: Open University Press, 2003

¹¹ El modelo de profesor técnico, reflexivo o práctico y crítico.

¹² CONTRERAS, José. A autonomia de professores. Tradução Sandra Tabucchi Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2002. CARR, Wilfred.; KEMMIS, Stephen. Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado. Tradução J. A. Bravo. Barcelona: Martínez roca, 1988

¹³ FREIRE. Pedagogia do oprimido. 46ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2007

¹⁴ PAIEP. <http://invexped.udistrital.edu.co:8080/mision-y-vision>.

• Ofrecer a los estudiantes una propuesta vivencial sobre aprendizaje de las ciencias a partir del abordaje de algunas cuestiones sociocientíficas posibilitando así la reflexión sobre su rol profesional. • Estudiar algunos presupuestos teóricos que abarcan las cuestiones sociocientíficas trabajadas en el seminario tal como ciencia, tecnología, ética y vida.
CONTENIDOS A continuación se presentan los principales contenidos que serán trabajados en el desarrollo del seminario electivo. Es importante mencionar que la secuencia y el abordaje de estos contenidos pueden ser modificados de acuerdo al desarrollo práctico del seminario. Cuestiones controvertidas alrededor de la vida: Eugenesia, Diagnóstico preimplantación genético, Vida Sintética. Implicaciones éticas y morales de las cuestiones controvertidas sobre la vida. Cuestiones sociocientíficas en los medios. Significados de vida (Vida como selección natural de replicadores, vida como autopoiesis, vida como fenómeno semiótico) Cosmovisión indígena sobre la vida. Riesgos y alcances de las investigaciones sobre organismos sintéticos. Desarrollo científico y tecnológico en la modernidad. Controversia en historia de la ciencia. Aportes de las cuestiones sociocientíficas a la formación docente
METODOLOGÍA Retomando el objetivo del seminario electivo en el cual a partir del estudio de algunas cuestiones sociocientíficas se busca que el futuro profesor fundamente y problematice su comprensión sobre el ejercicio profesional en el campo de la enseñanza de las ciencias, se propone un seminario centrado en la interacción entre estudiantes, estudiantes y profesores. Reconociendo que las interacciones establecidas exigen de abordajes cuidadosos y coherentes con las realidades construidas socialmente, y aún más en un plano complejo como lo es la formación de profesores, en el cual los profesores y estudiantes poseen diferentes visiones de mundo, valores e ideologías. Además de lo mencionado y llevando en consideración los fundamentos teóricos del trabajo con CSC se realizarán discusiones a partir de la presentación de reportajes de periódicos y videos, exposiciones sobre temáticas propias de las CSC, estudios de artículos científicos y textos producidos por los estudiantes.
EVALUACIÓN Consideramos que la evaluación es un proceso de construcción permanente, que pretende evidenciar que el estudiante alcanzó a desarrollar con su participación en la electiva criterios en cuanto a: • Cuestionamiento y análisis debidamente argumentado y de acuerdo a referentes teóricos de las informaciones presentadas en los medios de comunicación. • Interpretación analítica y crítica de artículos especializados y argumentación de posturas propias frente a las preguntas problema. • Participación y presentación de la producción escrita durante el seminario. • Desarrollo de posturas críticas frente a las temáticas trabajadas. • Coherencia y pertinencia de textos escritos y sustentaciones orales. • Compromiso y participación con las sesiones del seminario. • Respeto por las diferentes visiones sobre los temas propuestos y el trabajo en grupo. A partir de los ítems expuestos, los porcentajes se orientan 1° Corte 35% 2 ° Corte 35% Examen Final 30% Primer corte: - Asistencia y participación en la electiva 10%. - Entrega de resumen comentado sobre las lecturas de Eugenesia, DPG, Vida Sintética 15% - Planeación y tutoría de las exposiciones 10% Segundo corte: - Asistencia y participación en la electiva, así como controles de lectura (Una lectura general por tema de exposición) 5% - Exposiciones 20%

- Evaluación lectura libro: NEPOTE, Juan. (2011). Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia. México: Siglo veintiuno editores. 10%
Examen final: -Elaboración y sustentación de un ensayo final sobre las preguntas:
¿Qué es ser profesor actualmente? ¿En qué contribuye la discusión de CSC a su formación profesional y personal?. 30%

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- BOWLWE, Peter.; MORUS, Rhys. (2007). Panorama general de la ciencia moderna. Trad. Joan Soller. Barcelona: crítica.
- CHARAUDEAU, Patrik. ¿Nos manipulan los medios?. *Cuadernos de información y comunicación* 10, 2005.
- COLOMBIA. PEI. Propuesta educativa intercultural la casa del conocimiento indígena makade tinikana - caminar caminando. 2010
- EL-HANI, Charbel.; VIDEIRA, Antonio.(orgs). (2000). O que é vida? para entender a Biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- GIBSON, Daniel, *et al.* *Science* vol. 329, 52 (2010) p. 51-56.
- GOUTMAN, Ana. (2000). Artesanías lingüísticas: notaciones sin clave. México: Siglo veintiuno editores.
- GUIMARÃES, M *et al.*. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. *Ciência & Educação* 465-477. 2010
- HERNÁNDEZ, Antonio.; KREIMER, Pablo. (2011). Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.
- IBARRA, Andoni.; OLIVÉ, León. (Eds.) (2009). Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI. Madrid: Editorial Biblioteca nueva.
- JACOB, François. (1998). El ratón, la mosca y el hombre. Barcelona: Critica
- MARCOVICH, Anne. (2008). Formas do vivo e no vivo: imitar e/ou reproduzir a vida. *Scientiæ studia*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 117-37.
- MAYR, E. (1995). Así es la biología. Madrid: Debate pensamiento.
- MEJIA, Orlando. (2009). En el jardín de Mendel. Bioética, genética humana y sociedad. Medellín: editorial universidad de Antioquia.
- NEPOTE, Juan. (2011). Científicos en el ring: luchas, pleitos y peleas en la ciencia. México: Siglo veintiuno editores.
- SANMARTÍN, José.; CUTCLIFFE, Stephen.; GOLDMAN, Steven.; MEDINA, Manuel. (Eds.). (1992). Estudios sobre sociedad y tecnología. Barcelona: Anthropodos.

BIBLIOGRAFÍA PARA PROFUNDIZAR

- CADERNOS ADENAUER 8. (2000). Biotecnología em discussão. São Paulo: Fundação Konrad Adanaeur.
- CASTRO, Jorge.; PULIDO, Oscar.; PEÑUELA, Diana.; RODRÍGUEZ Víctor. (2004). Maestro: condición Social y profesión docente en Colombia 1991-2002. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- CALVO, Gloria.; RENDÓN, Diego.; ROJAS, Luís. (sf). Un diagnóstico de la formación docente en Colombia. En: La Formación de los Docentes en Colombia, Estudio Diagnóstico. http://www.lpp-buenosaires.net/documentacionpedagogica/ArtPon/PDF_ArtPon/Formacion%20docente%20en%20Colombia.pdf
- CAMARGO, Marina.; CALVO, Gloria.; FRANCO, María.; VERGARA, Maribel.; LONDOÑO, Sebastián. (2007). La Formación de Profesores en Colombia: Necesidades y Perspectivas. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- CONTRERAS, José. (1999). La autonomía del profesorado. Madrid: Ediciones Morata.
- DE TEZANOS, Araceli. (2006). El maestro y su Formación: tras las huellas y los imaginarios. Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio, Grupo Historia de la Práctica Pedagógica.
- DIEGUEZ, Antonio. (2012). La vida bajo escrutinio. Madrid: Ediciones de intervención cultural.
- FREIRE, Paulo. (2000). Pedagogía de la autonomía: saberes necessários para la práctica educativa. México: siglo veintiuno editores.
- GONZÁLEZ, Hamlet. (2012). las necesidades de formación de los docentes universitarios. Bogotá: Editorial Universidad Distrital.
- GONZÁLEZ, Hamlet. (2002). Horkheimer, Adorno, Habermas críticas de la modernidad. Bogotá: Editorial UNAD.
- GONZÁLEZ, M.; LÓPEZ, José.; LUJÁN, José. (1996) *Ciencia, Tecnología y Sociedad*: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos
- GUIROUX, Henry. (1990). Los profesores como intelectuales. Barcelona: Editorial Paidós,
- HABERMAS, Jürgen. (2002). El futuro de la naturaleza humana: ¿hacia una eugenesia liberal?. Barcelona: Paidós Ibérica.

MORENO, Diana.; MARTÍNEZ, L. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. *Nodos y nudos*, n. 3, vol. 27, p. 30-42.

MORENO, Diana.; LOPES, Nataly.; CARVALHO, Washington.; MARTÍNEZ, Leonardo. (2011). A abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos. In: SANTOS, W.; AULER, D. (Orgs.) CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora UnB, p.347-371.

MORENO, Diana.; MARTÍNEZ, Leonardo. CARVALHO, Washington. Formación en aspectos éticos y morales de la ciencia en los futuros licenciados de química, a partir del tema la píldora del día después. Memorias del **VII seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la Enseñanza de las Ciencias. "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la Enseñanza de las Ciencias**. Madrid: OEI. 2012. Disponible en: http://www.oei.es/seminarioctsm/bbdd_comunicaciones.php

RODRÍGUEZ, Lorena.; ROMERO, Tatiana.; MORENO, Diana. Biología y educación dos campos de investigación con pocas interacciones: una revisión de los trabajos de grado de estudiantes de licenciatura. **Revista TED**. Número Extraordinario, 2011.

MARTÍNEZ, Leonardo.; MORENO, Diana. Análisis Crítico de Discurso en cuestiones sociocientíficas y ambientales tratadas por medios de comunicación: contribuciones para la Enseñanza de las Ciencias. **Revista TED**. Número Extraordinario, 2011

OEI. Formación docente. <http://www.oei.es/docentes.php>

OEI. Ciencia, tecnología y sociedad. <http://www.oei.es/cts.htm>

RATCLIFFE, M. Y GRACE, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press

RAZERA, J. Y NARDI, R. (2010). Ensinos de ciências e educação moral: uma interface de implicações mútuas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 53(3), 1-12

REIS Y GALVÃO. (2008) Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 7(3), 746-772

RIFKIN, J. El siglo de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz. Barcelona: crítica Marcombo. 1999.

SALDARRIAGA, Oscar. Del oficio del Maestro ¿del intelectual subordinado a experto subordinador? En: Educación y ciudad. No 11. Bogotá: 2006.

SCHRODINGER, Erwin. (2001). ¿Qué es la vida? Barcelona: Tuquets.

VEZUB, Lea. (2007). La formación y el desarrollo profesional docente frente a los nuevos desafíos de la escolaridad. En: *Revista de currículum y Formación de profesorado*. año/vol 11, número 001.

ZEIDLER, D.; SADLER, T.; SIMMONS, M.; HOWES, E. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science & Education*, n. 89, pp. 357–377

APÊNDICE C. CARTA DE APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA OPTATIVA ENVIADA PARA O CONSELHO DO PAIEP.

Bogotá, 29 de octubre 2012

Señores:

Consejo Proyecto Académico de Investigación y Extensión de Pedagogía (PAIEP).

Referencia: Presentación electiva Formación docente, código 9002.

La electiva Formación de docentes, viene siendo ofrecida en su nueva versión desde el año 2009 a los estudiantes de la Facultad de Ciencia y Tecnología de los diferentes proyectos curriculares. Buscando escenarios de reflexión sobre preguntas tales como: ¿Qué es la educación? ¿Qué significa ser maestro? ¿Cuáles son las creencias en relación con la naturaleza de la ciencia, del aprendizaje, de la enseñanza? ¿Cuál es la incidencia del ámbito internacional en la aplicación de los modelos pedagógicos en la elaboración de las políticas educativas en la práctica docente?¹⁵.

Preguntas que acompañadas de una propuesta metodológica participativa y con énfasis en los procesos de investigación, por parte de los futuros profesores han posibilitado una mejor comprensión del rol docente y de la práctica docente en nuestra sociedad colombiana.

Es necesario mencionar que en el transcurso del tiempo que se ha ofrecido la electiva, esta misma ha sido objeto de reflexiones y ajustes para el docente, reconociendo que cada grupo de estudiantes presenta características, intereses y compromisos diferentes, en este sentido se han mantenido temáticas centrales propias de la Formación docente, pero se han incluido otras, como saber pedagógico, y reconocimiento de la escuela. En ámbitos metodológicos se ha propuesto el uso del portafolio, desarrollo de proyectos de investigación y paneles con invitados.

Así mismo, emergió en este período una reflexión sobre la necesidad de pensar la formación docente en aspectos más puntuales propios del campo de conocimiento de las diferentes licenciaturas, o sea, qué significado tiene la formación docente para el licenciado en biología o para el licenciado en sociales o en matemáticas.

Esta inquietud ha extrapolado la acción docente individual para ser compartida entre colegas, que teniendo titulación en diferentes áreas del conocimiento, tal como Filosofía y Biología, tienen como parte de su ejercicio la preocupación por la formación docente.

Las actuaciones profesionales de los docentes, referentes a seminarios son variadas en las diferentes licenciaturas y ha existido cierta atención por los temas polémicos que genera el desarrollo científico y tecnológico en los ciudadanos.

Lo anterior significa pensar la formación docente para la enseñanza de las ciencias, como un proceso pedagógico y político, por medio del cual, los profesores, como investigadores en su práctica, ejercen su papel educativo y social junto a sus colegas, en busca de una escuela en la

¹⁵ La descripción más amplia de esta electiva puede ser consultada en syllabus Formación de Docentes. Proyecto Académico de Investigación y Extensión de Pedagogía (PAIEP).

cual los estudiantes construyen conocimiento y habilidades necesarias para conquistar la democracia (Giroux, 1999)¹⁶

Y esta formación pedagógica implica reconocer que el futuro licenciado tiene el desafío de abordar temáticas con base científica, que presentan implicaciones sociales, políticas y morales, o sea, cuestiones sociocientíficas como el aborto, células madre, genoma humano, Diagnóstico de pre-implantación genética y Vida Sintética entre otros.

A partir de lo expuesto consideramos que la electiva Formación de docentes en Cuestiones Sociocientíficas además de sus objetivos (Syllabus adjunto) posibilita los siguientes aspectos:

- Ofrecer una experiencia de diálogo sobre la formación docente en Ciencias en el PAIEP.
- Avanzar en la ejecución de propuestas interdisciplinarias universitarias desde el ámbito humanístico y científico para la formación de profesores.
- Presentar una producción investigativa del ejercicio docente, ya que actualmente los dos profesores cursan estudios de doctorado.
- Materializar la visión del PAIEP que se “proyecta como un centro de reflexión y construcción de saberes pedagógicos con reconocimiento en el ámbito local, nacional e internacional [...] consolida y administra el saber pedagógico entendiendo la pedagogía como la disciplina fundante, reconocida como un saber autónomo propio de la identidad de un profesional de la educación, para propiciar espacios de reflexión en lo social, lo histórico, lo económico, lo político, en un trabajo mancomunado e interdisciplinar con los conocimientos específicos que identifican a cada Proyecto Curricular”¹⁷

A continuación se presenta la propuesta de syllabus de la electiva “Formación docente en Cuestiones Sociocientíficas” la cual colocamos en su consideración para ser desarrollada en el primer semestre de 2013, ofertada para los estudiantes de licenciatura. Considerando como requerimiento mínimo haber cursado V semestre.

Atentamente:

(Firma de los dos profesores).

¹⁶ GIROUX, H. (1999). *Cruzando as fronteiras do discurso educacional: novas políticas em educação*. Tradução Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed.

¹⁷ PAIEP. <http://invexped.udistrital.edu.co:8080/mision-y-vision>.

APÊNDICE D. QUESTIONÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO PARTICIPANTE.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN PROYECTO ACADÉMICO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE PEDAGOGÍA

PRIMERA PARTE

Espacio académico electivo Formación de Docentes en Cuestiones sociocientíficas

1. Caracterización del grupo participante

Cordial saludo estudiantes, a continuación se presentan una serie de preguntas que solicitamos comedidamente responder.

I. Datos generales

Nombre:

Edad:

E-mail:

Numero de Celular o teléfono fijo:

Proyecto curricular:

Semestre actual:

¿Participa actualmente de alguna línea de investigación o de algún semillero?: Sí____
No____

Escriba la línea o el semillero en el cual participa:

II. Contexto de su preparación profesional

¿Actualmente está realizando práctica pedagógica?: Sí____ No____
Por favor describa en qué consiste:

¿Actualmente está realizando trabajo de grado?: Sí____ No____
Por favor describa en qué consiste:

¿Ha laborado como profesor(a) en el campo educativo? Sí____ No____
Por favor describa esta(s) experiencia(s)

¿Cuáles son las razones que lo llevaron a estudiar la licenciatura?

En el transcurso de la carrera ¿Ha trabajado temas polémicos del desarrollo científico y tecnológico? Sí____ No____
Describa cómo se han trabajado estos temas.

SEGUNDA PARTE

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN PROYECTO ACADÉMICO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE PEDAGOGÍA

Espacio académico electivo Formación de docentes en Cuestiones Sociocientíficas

Caracterización del grupo participante

Cordial saludo estudiantes, a continuación se presentan una serie de preguntas que solicitamos comedidamente responda.

Nombre:

Sobre su preparación profesional

1. A partir de su vivencia en la licenciatura considera que: ¿Cuáles son las principales contribuciones para su vida personal y profesional? ¿Cuáles son las principales deficiencias personal y profesional?
2. A partir de los conocimientos disciplinares del área y disciplinares pedagógicos adquiridos en el transcurso de la licenciatura, escoja un tema y describa como realizaría una clase.
3. Dado usted haya participado de seminarios como genética, genética molecular, ética, biotecnología, ciencia tecnología y sociedad, describa que temáticas fueron trabajadas y sus respectiva metodologías.

Agradecemos su colaboración y participación.

APÊNDICE E.TERMO DE CONSENTIMENTO

AUTORIZACIÓN PARA FINES DE INVESTIGACIÓN

Yo _____, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía No. _____, expedida en _____, declaro estar de acuerdo en participar del espacio académico electivo extrínseco “Formación docente en Cuestiones Sociocientíficas”, así como de participar en las entrevistas que hacen parte del proyecto de investigación titulado provisionalmente “Configuração de discursos de professores em formação inicial sobre o conceito vida, a partir da abordagem de uma questão sociocientífica” a ser realizado en la universidad _____ por la profesora Diana Fabiola Moreno Sierra con la intención de obtener informaciones para su tesis de doctorado inscrito en el programa Educação para a Ciência, de la Faculdade de Ciências – Campus de Bauru – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho.

Manifiesto también estar consciente de que las clases y entrevistas serán grabadas en audio. Así mismo autorizo el uso ético de la publicación de relatos provenientes del seminario electivo y de las entrevistas

Se firma la presente autorización en Bogotá a los seis (6) días del mes de febrero de dos mil trece (2013).

Atentamente:

APÊNDICE F. ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA INDIVIDUAL.

GUIA DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA INDIVIDUAL

Objetivo: Profundizar las comprensiones sobre ciencia y las cuestiones del DGPI y la Célula Sintética, así como las relaciones entre CSC y su formación profesional.

1. Consideraciones sobre las cuestiones sociocientíficas

¿Cómo entiende la cuestión del DGPI? ¿Cómo entiende la cuestión de la Célula Sintética?

¿Cuál es la principal controversia que usted considera en cada cuestión o de las manipulaciones genéticas?

¿Considera pertinente estudiar temas de manipulación genética? ¿Por qué?

Una compañera en clase mencionaba que estas CSC llevaban a un cambio en la noción de vida ¿Qué piensa al respecto? Otros estudiantes afirman que hay un cambio de pensamiento ¿A qué se refieren?

¿Cuál es su opinión sobre la siguiente afirmación? “la vida es un sistema regido por un *software*, que es el genoma”

¿Después de participar en el seminario su visión sobre ciencia ha cambiado? ¿Por qué?

¿Quiere ampliar algún aspecto sobre las CSC trabajadas?.

2. Consideraciones sobre el desarrollo del seminario Formación de Docentes en CSC

¿Cómo considera el trabajo con estudiantes de otra licenciatura? ¿Cómo considera el trabajo con dos profesores? ¿Cómo fue su participación en el seminario?

¿Cuáles considera las principales dificultades al opinar y escribir y sobre los temas trabajados en el seminario?

¿Al realizar las exposiciones por qué prefirió otros textos y no los que se orientaron?

¿Cómo uso el *Facebook* en el desarrollo del seminario? ¿Qué lo lleva a escribir y compartir información?

3. Consideraciones sobre aspectos formativos

¿Qué posibilidades de trabajo en el salón de clases observa con las CSC? ¿Qué dificultades de trabajo en el salón de clases observa con las CSC?

¿Cómo el trabajo que desarrollamos en el seminario electivo contribuye a su formación como licenciado? ¿Por qué piensa esto? ¿Qué significa ser profesor de X área? ¿Qué tendría en cuenta para enseñar su materia? ¿Detecta relaciones al enseñar su área y CSC? ¿Hay algo que quiera comentar?

APÊNDICE G. ORIENTAÇÕES DE TEMÁTICAS PARA A ANÁLISE DO LIVRO DE NEPOTE.

Temáticas para análisis del libro.

1. Naturaleza de la ciencia. A pesar de ser una categoría amplia, que encierra aspectos epistemológicos, históricos y sociológicos, enmarcados en la didáctica de la ciencia, en este ítem nos interesa que se identifique que la ciencia presenta unas **características** propias, las cuales son dinámicas e conflictivas.

¿Qué moviliza a los científicos a realizar los diferentes aportes, por ejemplo el cálculo, la composición del aire, la electricidad, el origen de los organismos? ¿Cómo enfrentan sus intereses de conocimiento los científicos? ¿Cómo se entiende la ciencia desde las luchas que presenta el texto?

2. Procesos en la construcción científica. Necesariamente esta temática tiene relación con el aspecto anterior. Sin embargo aquí llamamos la atención en entender algunos aspectos de la **construcción de la ciencia** y sus implicaciones.

¿Existe un método o regla para los diferentes aportes científicos? ¿Todas las luchas llevaron necesariamente la experimentación? ¿Qué avances y limitaciones identificamos en el desarrollo científico?

3. Ciencia acumulativa. Este aspecto enmarca una comprensión de la actividad científica bastante relacionada con visiones de progreso. En este sentido es pertinente **contrarrestar** ideas sobre procesos lineales vs procesos temporales.

El autor afirma “la ciencia, entonces, ese gran edificio colectivo, aquella actividad acumulativa en la que es esencial negociar y consensuar...” p.36 ¿es reflejo de lo expuesto en las luchas? expliqué.

Los conocimientos científicos evolucionan de unos simples a unos más complejos? ¿Llegaron a verdades los científicos? Expliqué.

4. Abordaje de las controversias en el desarrollo científico. Esta idea es un eje central del texto, el mismo autor habla de luchas, pleitos y pelas en la ciencia. Aquí es importante llamar la atención que la ciencia no llega a producciones sin fuertes discusiones, por tanto, es importante **caracterizar** los tipos de conflicto y sus abordajes.

¿Cómo podríamos caracterizar una controversia? ¿Cómo son abordadas las polémicas del desarrollo científico por algunos de los científicos mencionados en las luchas? ¿En las luchas quién ganó? Explique

5. Contexto histórico (social, político, económico y cultural) del desarrollo científico. Es esta una característica propia que posibilita la no idealización de la ciencia. El objetivo de este aspecto es **evidenciar** que la ciencia es una construcción humana.

A partir de la lectura de las luchas ¿se evidencian rupturas en el pensamiento tradicional? ¿Qué cambia en la humanidad estos desarrollos? ¿Qué problemas enfrentaban los científicos al proponer sus aportes a la sociedad? En la parte final del texto el autor menciona que la historia la hacen los individuos, en este caso los científicos, los cuales son mortales. ¿Cómo entendemos esa afirmación con los ejemplos de las luchas?

APÊNDICE H: ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO FINAL DA DISCIPLINA.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Formación de docentes en Cuestiones Sociocientíficas

Docente: PE

Docente investigadora: Diana Moreno

ORIENTACIONES TRABAJO FINAL

Objetivo: Analizar los elementos básicos que debe tener una actividad de preparación de clase a partir de la participación en el seminario.

Reconocer las diferentes percepciones y aportes del seminario electivo en el ejercicio docente.

Actividad:

1. A partir de la temática trabajada en el seminario electivo DPG y Célula Sintética, en especial los contenidos desarrollados por su grupo de exposición, realicen una propuesta de **planeación de clase**. Ustedes pueden delimitar el tema según las justificaciones que consideren, de la misma forma la comprensión de clase no es exclusiva para un encuentro de un sólo día.
2. Realicen un escrito en el cual se evidencie la planeación, recuerden siempre plasmar la justificación de cada propuesta. (Entrega 30 de mayo).
3. Preparen una pequeña socialización de su planeación para ser presentada en 15 minutos el día viernes 17 de mayo.

Algunas consideraciones orientadoras para la planeación de la clase

Una acción educativa por sencilla que parezca, nos enfrenta a movilizar diferentes saberes, tal como el saber pedagógico o didáctico, también nos invita a la capacidad de creación y a la búsqueda de referentes que tornen esa práctica un ejercicio profesional.

En este sentido realizar una planeación para el desarrollo de una clase, un proyecto, el abordaje de un problema o una actividad práctica obedece a una planeación cuidadosa que ante todo debería llevar a procesos formativos tanto del estudiante como del profesor.

En este sentido a continuación se presenta algunos aspectos que pueden orientar la elaboración de una planeación de clase.

-Reconocimiento de la población y contexto. Cuando trabajamos con sujetos, debemos reconocer que estos presentan ciertas características físicas y sociales, por ejemplo edad, pertenecimiento a un grupo social u étnico, su vulnerabilidad. También si es joven o adulto, su proceso actual de formación. Así mismo se puede considerar ciertos intereses, conocimientos y formas de aprender. Cuando se habla de contexto también es importante leer la realidad institucional en la cual están inmersos los estudiantes, lo anterior posibilita una propuesta más apropiada para el grupo.

- Elección del contenido o problema: Esta elección no es nada fácil, pues puede estar orientada por aspectos normativos (parámetros curriculares), por intereses profesionales, por construcción grupal o por situaciones circunstanciales, lo que se puede afirmar es que el papel del profesor es clave en este proceso, pues él a partir de su formación podrá hacer elecciones más pertinentes. En este sentido las preguntas orientadoras serían ¿Por qué enseñar determinado contenido? ¿Para qué enseñarlo? y ¿cómo enseñarlo?

- Objetivos: Este aspecto es muy importante en la práctica educativa puesto que constituye la orientación de lo que pretendo realizar con el grupo, recordemos que no se trata de colocar verbos que difícilmente se alcancen. Otro aspecto es que las intencionalidades no obedecen exclusivamente a los contenidos, también la práctica educativa invita al desarrollo de otros procesos, por ejemplo, la argumentación, el trabajo en grupo, las reflexiones éticas y morales. Es importante que se tenga coherencia entre el objetivo y los procesos que se desarrollan. Nuevamente ese objetivo debe tener implícitamente unas justificaciones de por qué proponerlo.

- Orientaciones normativas. No podemos negar que actuamos en un sistema educativo, por tanto los aspectos de la Ley 30, Ley 115, Proyecto Educativo Institucional, Estándares básicos de competencias deben ser considerados, lo que no significa que son una receta para seguir.

- Enfoque pedagógico y didáctico: Esta es una característica propia de nuestra profesión, obedece al plano de la reflexión, reconoce que nuestras nociones de sujeto, de aprendizaje, de

profesor están implícitas en la acción que desarrollamos, la cual no es muchas veces coherente, ejemplo un profesor que afirma que la sociedad necesita de personas críticas, colaborativas, pero en los procesos educativos promueve el silencio y la autoridad. Tampoco es un proceso netamente intuitivo, contrario a esto, requiere de fundamentación y elecciones de referentes, pero ante todo de preguntarnos ¿qué sujeto queremos formar? y ¿para qué sociedad?.

- *Modelo de desarrollo profesional*: No existe un único modelo de ser profesor, en este sentido algunos autores han creado ciertas categorías para agrupar la práctica, las nociones que los profesores tienen de su ejercicio docente, son llamadas de técnico, práctico o crítico. No se trata de afirmar y considerar que pertenecemos a una de estas categorías, se trata de reconocer que el ejercicio docente es un proceso de construcción formativa en contextos sociales determinados.

- *Evaluación*: Dado que desde el inicio de la planeación fueron propuestos unos objetivos, esto debe ser considerado para determinar los alcances de la práctica docente, por tanto debo crear formas en que evidencie el desarrollo de este proceso. Entendemos la evaluación como un aspecto crucial pues falta mayor trabajo de referentes para lograr procesos más autónomos contrarios a los heterónomos, propios de la educación tradicional.

¿Qué otros aspectos debo considerar?

Referencias

En las clases hemos utilizado diferentes fuentes, videos, lecturas periódico, lecturas de artículos, exposiciones, por tanto se espera que esta planeación contenga fundamentos teóricos. En anexo enviamos el cuadro orientador de lecturas.

1. MEJIA, Orlando. (2009). **El diagnóstico de preimplantación genética y el derecho a nacer**. En: MEJIA, Orlando. En el jardín de Mendel. Bioética, genética humana y sociedad. Medellín: editorial Universidad de Antioquia. p. 89-102.
2. GUIMARÃES, M. **Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano**. *Ciência & Educação* 465-477. 2010
3. Simon, Jurgén. La dignidad del hombre como principio regulador en la Bioética
4. FREIRE, Paulo. (2000). *Pedagogia de la autonomía: saberes necessários para la práctica educativa*. México: siglo veintiuno editores.

Buen trabajo!

APÊNDICE I. SÍNTESE AVALIATIVA DAS PROPOSTAS DE AULA APRESENTADAS COMO PARTE DO TRABALHO FINAL DA DISCIPLINA.

Observaciones evaluativas al trabajo final propuesto por los estudiantes

Reproducción y DPG Rafael y Kátia	Interesante tema para los estudiantes de octavo grado.	Se requiere definir los objetivos, o sea delimitarlos para pensar la unidad didáctica , pueden ser de conocimiento, pero también actitudinales. Es necesario que la exploración de conocimientos previos sea considerada en el desarrollo de las actividades y no se quede como una actividad perdida. ¿Cómo trabajar los temas de ovogénesis, mitosis, etc. desde la propuesta de CSC? Caracterizar mejor el supuesto grupo, materiales y el rol del docente, así como la evaluación. Todo el proceso debe ser coherente con el objetivo y el enfoque CSC. Copiaron de otro texto sobre el clima. Falto marco teórico DPG y dejaron de lado el enfoque de QSC.
Diagnóstico Genético Preimplantacional Camila y Silmara	Muy bien el detalle de cada actividad (apertura, tema y cierre) Me gustó mucho la pregunta ¿considera que el DPG debe aplicarse masivamente?	Dado que son dos clases y por el tipo de actividades se puede pensar que es un taller . El juego de roles puede ser la forma evaluativa, sin embargo puede haber un material que posibilite mayor conocimiento de cada actor. Definir los objetivos, en este sentido mi opinión es que es valioso desarrollar la percepción pública que tienen los estudiantes sobre el desarrollo del DPG. Lo anterior considerando que la pregunta que aparece en la segunda columna sea la orientadora del taller. Nutrir el texto con la propuesta pedagógica, rol del profesor. Continúo con la pregunta: ¿cómo pensar propuestas en aprendizaje del inglés y desarrollo científico, que no se limite a la enseñanza de contenidos en otra lengua? Ampliaron el trabajo y retomaron el tema. Consultas.
Explotación del suelo en Sorotama, propuesta pedagógica para la enseñanza de las CSC. Regiane, Alessandra e João	Muy interesante, la redacción es pertinente. El tema de la minería en el caso concreto de la localidad de Usaquén es pertinente como CSC	En la presentación del texto se expone objetivos específicos por cada actividad, eso es adecuado, pero recuerden que el objetivo general es clave para orientar el trabajo que proponen por de 3 meses, así como la evaluación. Se requiere mayor argumentación sobre ¿cómo sería la Propuesta de Aula ambiental y las cuestiones sociocientíficas?, en este sentido pensar en acciones propuestas por el grupo de estudiantes demostraría el avance de apropiación de contenidos y formación ciudadana.

		Caracterizar mejor el enfoque CSC. Ampliaron el trabajo y se realizó consulta
Manipulaciones genéticas de las semillas. Kelly y Mônica	Muy adecuada la lectura del contexto y el grupo de jóvenes. Interesante el objetivo de propiciar el pensamiento crítico. Me gusto que se presenta una descripción por cada actividad.	Se requiere caracterizar mejor el referencial de pensamiento crítico, en este mismo sentido ¿cómo voy desarrollando las actividades para promover dicho objetivo y poder evaluarlo?. Puntualizar mejor la relación entre semillas modificadas y derechos humanos. ¿Qué propuesta pedagógica y didáctica fundamentaría las actividades de cartografía social, las comprensiones sobre territorio etc., el desarrollo de argumentación y otras? ¿Cómo trabajar el desarrollo de opiniones a pensamiento crítico? Por la descripción sería pertinente orientarlos como un Núcleo Integral problemático, según sus ideas de cultivos tradicionales y de los cambios actuales
El DPG y el enfoque CTSA Gabriel y Saulo	Hay una adecuada presentación y fundamentación de la planeación. Me gustó mucho que haya un objetivo como profesores “implementar el enfoque didáctico CTSA para la enseñanza de la eugenesia y el DPG” y otro pensado en los estudiantes formar estudiantes capaces de opinar libremente con conocimiento de causa...”	Comparto la idea que el DPG es un interés común, sirve para cualquier institución, sin embargo un profesor reflexivo o critico reconocería las necesidades de la comunidad para orientar las temáticas, metodologías y la evaluación. Pienso que el objetivo con los estudiantes más allá de una opinión sería necesario considerar la propuesta que mencionaron en la exposición sobre desarrollo de una postura fundamentada sobre el tema, o sea, cada estudiante puede divergir de opiniones, pero que lo justifiquen. La propuesta es clase desde el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). A partir de este enfoque se esperaría una evaluación orientada a la movilización ciudadana. ¿Qué criterios se construyen para mirar que el objetivo del profesor sobre el enfoque realmente se desarrolló y no se quedó en slogan? Aclaración el profesor Carlos Osorio es del Valle. Interesante CTSA
La ciencia moderna El olvido del pensar en la ciencia moderna Vinicius	Muy bien la temática ”lo que ha dejado de ser pensado por la ciencia”	Propuesta de conservatorio. Es pertinente orientar más detalladamente el rol de los estudiantes en el conservatorio. Es clave caracterizar al profesor que trabajaría esta temática.

	Me gustó mucho la propuesta pensada desde tu área de conocimiento, la filosofía.	¿Qué intencionalidades hay con el conversatorio, además de la discusión? Es pertinente suponer que los estudiantes vienen con una preparación en filosofía o que leyeron los textos, sin embargo ¿qué rumbo tomaría la clase cuando no hay esa preparación, considerando los objetivos del profesor? Coloco un título de unidad didáctica que no corresponde. Los objetivos son sumamente amplios y deja de lado la temática de la ciencia moderna para colocar la filosofía. Falto bastante aspectos.
El aborto y su controversia en la sociedad Denise	El texto está bien organizado, la propuesta es interesante y además es una necesidad de trabajo con los estudiantes	Propuesta clase con tema controvertido Falta detallar las actividades como se lograrían los objetivos. Pensar en la forma evaluativa. ¿Qué características tendría un profesor para poder trabajar en sus clases el tema de aborto” Ampliación del trabajo.
El uso de glifosato para la erradicación de cultivos ilícitos Fabiana		Fiel copia del trabajo de Merchán Diálogo personal con PE

APÊNDICE J.

