

Leonardo Victor Marcelino

**COMPREENSÕES DE PROFESSORES SOBRE ABORDAGENS
DA BIOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Marcelino, Leonardo Victor
Compreensões de Professores sobre Abordagens da
Biotecnologia no Ensino de Química / Leonardo Victor
Marcelino ; orientador, Carlos Alberto Marques -
Florianópolis, SC, 2014.
225 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-
Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Biotecnologia. 3.
Ensino de Química. 4. Controvérsias Sociocientíficas. 5.
CTS. I. Marques, Carlos Alberto. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**“Compreensões de Professores sobre abordagens da
Biotecnologia no ensino de Química”**

Dissertação submetida ao
Colegiado do Curso de Mestrado
em Educação Científica e
Tecnológica em cumprimento
parcial para a obtenção do título
de Mestre em Educação Científica
e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 06 de maio de 2014

Carlos Alberto Marques (Orientador - CED/UFSC)

Décio Auler (Examinador - MEN/UFSC)

Rubens Onofre Nodari (Examinador - CCA/UFSC)

Santiago Francisco Yunes (Examinador - CFM/UFSC)

Fábio Peres Gonçalves (Suplente - CFM/UFSC)

Frederico Firmino de Souza Cruz
Coordenador do PPGECT

Leonardo Victor Marcelino
Florianópolis, Santa Catarina, 2014.

À minha mãe, que me possibilitou chegar até aqui, e para todos e por todos aqueles que não puderam aqui chegar.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar as condições para chegar aqui.

A minha família, pelo apoio e incentivo.

A Brenda, que é família, e por isso me irritou para colocar uma linha só para ela!

A professora Maria Celina Recena, por me abrir as portas para a pesquisa em ensino de química.

Ao Bebeto, por aceitar o desafio de me orientar nessa pesquisa.

Aos professores, colegas e demais funcionários do PPGECT, cujo desempenho em seus papéis me permitiu essa pesquisa.

Ao *Papo Cabeção*, pelos momentos de descontração.

Ao Leandro “Oliver” Souza e Hugo Pereira, pela iniciativa de vir a Floripa.

Pelos momentos de reflexão, amizade e colaboração, agradecimento especial ao GIEQ, principalmente à Aniara Machado (que me persegue desde a seleção), Leila Aoyama, Franciani Roloff, Fabio Sangiogo e Barbara Vieira-Souza — verdadeiros coautores desse trabalho.

Há muitos mistérios no mundo.
Mas não importa quão estranhos sejam,
Anormalidades acontecem.

Se os humanos não estiverem presentes,
Se os humanos não virem,
Se os humanos não estiverem envolvidos,
Será apenas um fenômeno
Um acontecimento que simplesmente passará.

Humanos, Pessoas, a Humanidade...

Pessoas são simplesmente, no mundo,
Os mais misteriosos
Seres.

(CLAMP, 2010)

RESUMO

Este trabalho investiga aspectos da inserção das biotecnologias no ensino de química por meio de um Estudo de Caso Comparativo entre duas escolas públicas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS), onde esse tema se apresenta de diversas formas, sendo a soja transgênica uma das mais importantes. A transgenia vem se alastrando e ganhando importância da sociedade atual, mas é motivo de debates científicos quanto aos riscos à saúde, ecologia e sociedade. Essa pesquisa objetiva discutir as compreensões sobre biotecnologias de professores de química do ensino médio e as relações que eles estabelecem entre esse tema e o ensino de química, visando à educação para democratização da tomada de decisão. Assim, discutiram-se as relações entre química e biotecnologias com relação às controvérsias do tema, por meio da insuficiência do conceito de Equivalência Substancial e relevância do Princípio da Precaução. Defendeu-se a tomada de decisão com processo multifatorial, que considere outros conhecimentos além dos conceitos científicos (que são insuficientes para embasar a decisão). Assim, discutiram-se valores e paradigmas subjacentes à química e as biotecnologias como um conteúdo pedagógico, integrando referenciais CTS latino-americanos e freireanos, a partir de temas controversos. Investigaram-se como os temas biotecnológicos estão sendo discutidos na mídia, nos trabalhos publicados em revistas científicas da área de ensino e em um livro didático adotado pelas escolas. De modo complementar, foram analisadas pela Análise Textual Discursiva (ATD) as compreensões sobre as biotecnologias de dois professores de uma escola urbana e de um professor de uma escola agrícola (os Casos Comparativos), a partir de cinco categorias a priori e de subcategorias emergentes dos sentidos das falas dos professores: (1) *Relação entre Química e Biotecnologias: suporte ao processo de produção*; (2) *Abordagens das biotecnologias no Ensino de Química*, com as subcategorias *Abordagem Atual* e *Dificuldades para Abordagem*; (3) *Justificativas para a Abordagem das biotecnologias no Ensino de Química*, subdividida em *Preparação para Atuar na Sociedade e Formação Profissional*; (4) *Percepções de Risco Biotecnológico: a certeza científica*; e (5) *Aspectos para Tomada de Decisão sobre Temas Biotecnológicos*, com as subcategorias *Certezas Científicas e Nenhuma Alternativa* e *Valores e Mitos*. A revisão em periódicos e LD e as entrevistas indicaram que as biotecnologias ainda são pouco compreendidas e que as suas relações com o ensino (de química e de ciências) ainda não foram suficientemente exploradas pelos educadores

e químicos. Os professores entrevistados compreendem as biotecnologias como processo produtivo, mas não mencionaram abertamente a contribuição da Química na situação. Na inserção das biotecnologias no ensino de química, eles focalizaram mais as abordagens metodológicas (como a necessária multidisciplinaridade e a importância da experimentação) do que as relações conceituais. A formação de professores foi defendida por eles para superar a falta de conhecimentos em biotecnologia e refletir sobre a docência. Eles apresentaram justificativas ingênuas sobre o papel da educação para a participação social, a tomada de decisões e a libertação social. Foi com base na *certeza científica* que se formularam as suas percepções de risco biotecnológico, com pouca influência contextual, e também a sua aceitação dos transgênicos. Enfim, essa pesquisa possibilitou encontrar que os obstáculos a serem superados para inserir as biotecnologias no ensino (de química) são os mitos da atividade científica, com atenção para a crença na *certeza científica*, os objetivos pedagógicos e os valores que os subjazem. Defende-se, portanto, a discussão desses fatores tanto na formação inicial e/ou permanente, quanto em livros didáticos.

Palavras-chave: Biotecnologias. Química. Controvérsias Sociocientíficas. Alfabetização Científico-Tecnológica Ampliada. CTS.

ABSTRACT

This work investigates the insertion of biotechnologies in Chemistry teaching by means of a Comparative Study Case between two public schools in Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS), where the theme is presented in many ways, the transgenic soybean is one of the most important. The transgenic crops are spreading and gaining importance in the contemporary society, although they are subject of scientific debate concerning to the risks to health, ecology and society. This research aims to discuss the comprehensions on biotechnologies by high school chemistry teachers and the relationships they establish between the theme and chemistry teaching, towards an education for democratic decision-making. Therefore, it was discussed the relationships between chemistry and biotechnologies linked to the controversies of the theme through the insufficient concept of Substantial Equivalence and the relevance of the Precautionary Principle. It is defended the Multiple Criteria Decision-Making, which considers beyond scientific concepts (deficient for basing the decision). Thus, it was discussed the values and paradigms underlying chemistry and biotechnologies as a pedagogical content, embodying STS' and Paulo Freire's benchmarks, from controversial themes. It was researched how biotechnological themes are being treated in media, in papers published in journals from teaching area and in the textbook adopted by the schools. Complementarily, it was analyzed by Discursive Textual Analysis the comprehensions on biotechnologies of two teachers from a urban school and of a teacher from a rural school (the Comparative Cases), from the view of five *a priori* categories and its subcategories: (1) *Relationship between Chemistry and Biotechnologies: support to the production process*; (2) *Approaches of Biotechnologies in Chemistry Teaching*, with the subcategories *Current Approach* and *Difficulties to the Approach*; (3) *Justifications for Approaching Biotechnologies in Chemistry Teaching*, subcategorized in *Preparation for Acting in Society* and *Professional Formation*; (4) *Biotechnological Risk Perceptions: the scientific certainty*; and (5) *Aspects for Decision-Making about Biotechnological Themes*, under the subcategories *Scientific Certainty and No Alternatives* and *Values and Myths*. The revision in journals and textbooks and the interviews indicated that biotechnologies are still poorly comprehended and that its relations with (chemistry and science) teaching are not well explored yet by educators and chemists. The interviewed teachers comprehend biotechnologies as a productive process, but they have not explicitly mentioned the contributions of

chemistry. In the approaching of biotechnologies in chemistry teaching, the focused more on methodological approaches (like the needed multidisciplinary approach and experimentation) than on conceptual relations. The formation of teachers was defended by them as a way to overcome the lack of knowledge in biotechnologies and to bethink the decency. They presented naïve justifications about the role of education for social participation, decision-making and social emancipation. The *scientific certainty* based the formulation of biotechnological risk perceptions by the teachers, with little contextual influence. Finally, this research enabled to find obstacles to be overcome to insert biotechnologies in (chemistry) teaching, namely the myths of scientific activity, regarding the *scientific certainty*, the pedagogical objectives and the values underlying them. It is defended, then, the discussion of these factors in the initial and permanent formation of teachers, as well in the chemistry textbooks.

Keywords: Biotechnologies. Chemistry. Socio-scientific Controversies. Expanded Technological-Scientific Literacy. STS.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
Capítulo 1 — QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA: a Perspectiva do Risco.....	17
1.1 BIOTECNOLOGIA: uma definição?	17
1.2 AS BIOTECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA QUÍMICA.....	21
1.3 BIOTECNOLOGIA E AS CORES DA QUÍMICA	25
1.4 CONTROVÉRSIAS BIOTECNOLÓGICAS	28
1.5 EQUIVALÊNCIA SUBSTANCIAL	35
1.6 PERCEPÇÕES DE RISCO	41
Capítulo 2 — DEMOCRATIZAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: implicações à educação	49
2.1 DEMOCRATIZAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA	49
2.2 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO.....	54
2.2.1 Decisão sobre temas controversos	59
2.3 UMA ABORDAGEM DAS BIOTECNOLOGIAS NA QUÍMICA	64
2.3.1 Os Paradigmas da Gestão de Risco.....	65
2.3.2 Valores da Ciência e da Decisão.....	68
2.3.3 Equivalência Substancial: abordagem tecnocrática	78
2.4 COMUNIDADE–ESCOLA–UNIVERSIDADE: relações necessárias	83
2.5 CONSIDERAÇÕES INTERMEDIÁRIAS	85
Capítulo 3 — AS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA	87
3.1 O CONTEXTO SUL-MATO-GROSSENSE	87
3.2 AS BIOTECNOLOGIAS EM REVISTAS DE PESQUISA EM ENSINO	90
3.3 A MÍDIA E AS BIOTECNOLOGIAS	104
3.4 AS BIOTECNOLOGIAS NO LIVRO DIDÁTICO	106
Capítulo 4 — COMPREENSÕES DE PROFESSORES SOBRE AS BIOTECNOLOGIAS	119
4.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	119
4.1.1 Ida a campo e metodologia de análise.....	123
4.2 RELAÇÃO ENTRE BIOTECNOLOGIA E QUÍMICA	127
4.3 ABORDAGENS DAS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	130

4.4 JUSTIFICATIVAS PARA A ABORDAGEM DAS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	152
4.5 A PERCEPÇÃO DE RISCO: a certeza científica.....	157
4.6 ASPECTOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TEMAS BIOTECNOLÓGICOS	162
CONSIDERAÇÕES FINAIS	175
REFERÊNCIAS.....	181
APÊNDICES	201
APÊNDICE A — Artigos Analisados na Revisão de Literatura	201
APÊNDICE B — Material para Entrevista.....	208
Formulário de Identificação	210
Falas de Cientistas sobre o Tema Biotecnologias	212
Roteiro de Entrevista	215
Resumo.....	216
APÊNDICE C — Transcrição de Entrevistas	218

INTRODUÇÃO

A biotecnologia é um campo, “um espaço social onde agentes estão localizados de acordo com seu poder de ‘capital’ nas diferentes formas” (GILDING e PICKERING, 2011, p. 4, tradução nossa). Esses atores interagem com os conhecimentos uns dos outros, sob entendimentos comuns (mais intersubjetivos do que critérios objetivos), com interesses convergentes, organizados em relações hierárquicas (quem tem poder e quem não tem) e debaixo das regras que os governam.

Gilding e Pickering (2011) se posicionam contra a classificação das biotecnologias como área disciplinar, pois esse método se baseia na análise das técnicas científicas utilizadas. Assim, uma análise superficial aproximaria as biotecnologias da genética, portanto da área científica Biologia, mas não englobaria toda a diversidade de atividades e técnicas que são usadas pelas indústrias, pelos laboratórios de pesquisas e demais práticas biotecnológicas. Os críticos dessa classificação das biotecnologias como área se baseiam na atividade de indústrias, das agências de fomento e do governo para desenvolver a concepção do campo biotecnológico. Devido à multiplicidade de técnicas, produtos e linhas de pesquisas e com base no exposto, usa-se neste trabalho o termo “biotecnologias”, no plural, para ressaltar as características diferenciadas do campo, em consonância com Guerra *et al.* (1998).

Esse campo teve crescimento acelerado e nas últimas décadas tem impactado a vida da população mundial. Esse impacto é marcado por diversas controvérsias, sejam de natureza social, científica ou tecnológica. Relacionado a essas disputas está o debate, por exemplo, sobre os riscos dos alimentos derivados de organismos geneticamente modificados (OGM). Pesquisas apontam que a população parece não se apropriar dos conhecimentos universais sistematizados para se posicionar frente a esses dilemas (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009; REIS, 2007), outros pesquisadores refletem quais conhecimentos são necessários (FREIRE, 2005) e se existem pesquisas (LACEY, 2008) que embasem a decisão, questões que fazem refletir sobre o papel da escola e do ensino de química, mais especificamente, nesse cenário.

Das diversas atividades das biotecnologias, certamente a que se relaciona à genética é a mais polêmica. As pesquisas com células-tronco embrionárias suscitam diversos debates éticos sobre o momento de

origem e o significado da vida. *Sites*¹ divulgam na rede mundial de computadores serviços de mapeamento de doenças genéticas. Os transgênicos estão presentes na mesa do brasileiro, nem sempre cientes dos debates científicos e sociais (SUL 21, 2012). Essas tecnologias colocam em campo aspirações e concepções de mundo de diferentes grupos sociais.

No Mato Grosso do Sul (MS), as biotecnologias se apresentam de diversas formas, sendo a soja transgênica uma das mais importantes. A partir da década de 70 o plantio de soja se expande no centro-oeste do país (EMBRAPA, 2004). Desde essa época, a produção no estado cresceu 880% e em 2012 o MS foi considerado o quinto maior produtor do grão no país (IBGE, 2012), sendo que o Brasil foi o maior produtor de soja no mundo na safra 2012/2013 (SUL 21, 2012). Em 2010 o Brasil já tinha o maior plantio de alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados do planeta, o que se refletiu em 65% da área plantada de soja na safra 2011/2012 em MS fosse transgênica (ABRANGE, 2011).

O Brasil não só produz alimentos derivados de OGM, mas também os consome, como alerta o Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC, 2010). Basta se atentar para o rótulo de alguns alimentos no mercado para atestar a presença dos transgênicos, principalmente nos alimentos derivados da soja e do milho: óleo de soja; fermento químico (tem amido de milho); gomas de mascar (amido de milho); leite de soja; bolos, biscoitos e bolachas industrializadas; entre outros. Além disso, há os alimentos importados que têm origem transgênica, como o óleo de canola do Canadá, e aqueles que ainda vão entrar no mercado, como o primeiro alimento transgênico animal — um salmão aprovado para consumo pela agência de segurança alimentar norte-americana Food and Drugs Administration (FDA), que deve estar nas mesas em 2014 (BBC BRASIL, 2013).

É nesse contexto agrícola e biotecnológico que surgem as inquietações que impulsionam esta pesquisa. Questões sobre o papel da escola na formação de sujeitos que estão em um mundo de elementos complexos (MORIN, 2004), ou seja, de eventos inter-relacionados, que resultam da forma como o homem se relaciona com outros homens e com o mundo (FREIRE, 1983), por isso mesmo sendo relações

¹ Cf. <http://genetika.com.br/> e <http://www.hermespardini.com.br/>.

contraditórias, no sentido que representam interesses de grupos sociais distintos.

No dia 09 de abril de 2012 a Monsanto apresentou à Federação de Agricultura e Pecuária de MS (FAMASUL) uma nova variedade transgênica de soja, a Intacta RR2 PRO, resistente às lagartas, tolerante ao glifosato e que apresentaria aumento substancial de produtividade. Os *royalties* estimados pela empresa são cinco vezes maiores que os cobrados pela variedade anterior (Roundup Ready). Entretanto, os produtores que participaram dos testes da nova variedade são cautelosos quanto às vantagens do produto. A principal alegação é a falta de estudos que atestem a eficiência da variedade. Os resultados vistos pelos produtores, ainda que positivos, foram referentes a um ano de plantio, desconhece-se os efeitos em longo prazo. Um produtor aponta “É preciso dados científicos. Eu sou mais conservador, tenho receio de tecnologias não comprovadas” (JORNAL AGORA MS, 2012). É possível inferir da fala do produtor uma preocupação da sociedade sobre a legitimação ou não dessa (bio)tecnologia por parte da própria ciência, ainda que nesse caso seja pelo aspecto mais econômico.

Uma vez que os produtores não consideram as pesquisas científicas conclusivas quanto à viabilidade de produção dessa nova semente, o que se diria da segurança alimentar? Essa é uma das controvérsias que envolvem o assunto dos alimentos transgênicos a nível global. Ainda, outras questões surgem sobre os interesses na produção desse tipo de produção (transgênica e tolerante ao glifosato) e na sua avaliação. O IDEC² aponta o aumento de alergias alimentares, resistência a antibióticos, toxicidade e aumento de contaminação por pesticidas como riscos potenciais do consumo desses alimentos, concordando que não há um consenso em relação a isso (IDEC, 2010).

Além das incertezas científicas, há aquelas de cunho social e sociopolítico. Paul Kennedy (1993) ressalta o papel das biotecnologias em acirrar a divisão e rivalidade entre países ricos e pobres, tornando a produção de alimentos transgênicos uma arena de disputas de interesses

² O Instituto de Defesa do Consumidor, IDEC, e uma associação de consumidores criada em 1987, sem fins lucrativos, sustentada pela contribuição dos associados, membro da Consumers International (associação que congrega consumidores a nível global). Seus objetivos são “promover a educação, a conscientização, a defesa dos direitos do consumidor e a ética nas relações de consumo, com total independência política e econômica” (IDEC, 2013).

nacionais e um novo campo de opressão. Essas tensões a nível global se refletiriam no regional, sendo que a dependência dos produtores locais para com as multinacionais é um fator já relatado por outros pesquisadores (VICTORINO, 2000). Pesquisas apontam que os *royalties* cobrados pelas empresas são um fator importante para o encarecimento da produção da soja transgênica, motivo de descontentamento de produtores e uma das razões para o crescimento da plantação de variedades convencionais (MENEGATTI, 2006).

Longe de haver certezas (se forem possíveis), há muitas controvérsias sobre esses temas. Essas tecnologias se mostram como campo de batalha de interesses econômicos, políticos, científicos e sociais distintos. Tiedje *et al.* (1989) ainda ressaltam os riscos quanto aos efeitos das culturas transgênicas para a biodiversidade, revelando sua dimensão ambiental. Logo, esse assunto se mostra demasiadamente complexo para ser decidido apenas por alguns grupos de pessoas, em determinadas posições de poder. Deve ser submetido ao debate social amplo, em sentido democrático. É por isso que Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) defendem a regulação social da ciência e tecnologia e elencam oito motivos para a participação social (MITCHAM, 1997 *apud* BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003, p. 133):

- ▲ As decisões baseadas na ciência e na tecnologia não são neutras, mas estão sempre influenciadas por fatores externos, como a lógica econômica;
- ▲ A preocupação crescente do público, que exige o comprometimento com causas ambientais (como na síndrome “não no meu quintal” e a redescoberta dos alimentos orgânicos), sendo que a participação social é defendida por Auler (2002) como meio de aumentar a confiança pública;
- ▲ Não é infrequente, diz a psicologia, que os especialistas desconsiderem os interesses públicos;
- ▲ O direito daqueles que são afetados pelas mudanças científico-tecnológicas de opinarem sobre elas;
- ▲ Os seres humanos têm direito a autonomia moral, que seria diminuída, se não participarem das decisões;
- ▲ A participação pública levará a melhores resultados, uma vez que o cidadão leigo pode conhecer melhor o seu problema e vislumbrar possíveis saídas, complicações e enlaces não percebidos pelo especialista;
- ▲ A participação é indispensável para a educação de indivíduos responsáveis por suas decisões;

- ▲ O consenso democrático impede que a técnica e a ciência promovam sua própria moral e autoridade, uma vez que a moralidade se vê diminuída na cultura pós-moderna.

Tal perspectiva se encontra no centro do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), pela crítica a neutralidade científica e defesa de seu sentido de instituição social, que, portanto, é feita e regulada por fatores sociais. Logo, esse movimento questiona quem são esses grupos que regulam a ciência e tecnologia, buscando uma maior participação social nesse processo. Essa maneira de ver a atividade científica tem influências crescentes na educação científica, aproximando-se da Alfabetização Científica Ampliada e dos ideais educacionais de Paulo Freire — a educação dialógica–problematizadora (AULER e DELIZOICOV, 2006).

Nessa abordagem educacional, são as situações reais, concretas e significativas que devem ser o ponto de partida e o esquema estruturante do conteúdo programático da escola (FREIRE, 1983; 2005). Mas não é simplesmente exemplificar aplicações práticas de conceitos científicos e tecnológicos. Trata-se de problematizar o real, buscando conhecimentos sistematizados que possibilitem a sua transformação, pois “o desafio é fundamental a construção do saber” (FREIRE, 1983, p. 32). Entenda-se conhecimentos sistematizados (ou conteúdo científico) não só os conceitos (teorias, princípios e leis) já produzidos pela ciência, mas também a própria sistematização científica, seu *modus operandi*, seus valores e filosofias são conhecimentos sistematizados, bem como teorias que não se encaixam na visão restrita e descontextualizada da ciência (LACEY, 2008) e que possuem sistematização lógica e são empiricamente investigáveis. Assim, a problematização busca a transformação social e participação pública, contribuindo para a regulação social da CT³.

Entretanto, diversas pesquisas realizadas no mundo têm ressaltado que a população em geral não se apropriou dos conceitos básicos para o entendimento das temáticas biotecnológicas (CAVANAGH, HOOD e WILKINSON, 2005; DARCIN e TÜRKMEN, 2006; HARMS, 2002; PENDRACINI *et al.*, 2008; PETERSON, 2000;

³ Ciência e Tecnologia (CT) estão cada vez mais inter-relacionadas, a ponto de se falar em tecnociência. Aqui se as consideram como componentes interdependentes de um sistema, em constante interação, ainda que com suas características peculiares (DELIZOICOV e AULER, 2011).

RAMÓN, DIAMANTE e CALVO, 2008; SORGO e AMBROZIC-DOLINSEK, 2009). Por mais que esses conhecimentos sozinhos não possibilitem uma base sólida para a decisão, pois restringem-se ao âmbito conceitual, são parte importante para a entender a argumentação de ambos os lados dessa controvérsia, bem como possibilitar a participação em um diálogo sobre os valores e filosofias que os dão sustentação. A não apropriação desses conteúdos científicos (que abrangem dimensão conceitual, axiológica e procedimental) para compreender e explicar a realidade revela que o ensino de ciências é descolado da realidade e que o conhecimento “transmitido” é alienado do indivíduo histórico-social (ZANETIC, 1989, p. 148 *apud* DELIZOICOV, 1991, p. 138). A própria concepção de educação, voltada para a tomada de decisão, diálogo e problematização, é de difícil instauração no sistema educacional atual, visto sua incompatibilidade com a educação hegemônica atual. Portanto, esses pontos merecem ainda muita atenção e estudos.

Esses fatores demonstram a necessidade de discutir um tema importante e atual como as biotecnologias, particularmente os transgênicos, considerando tanto os contextos regionais — relacionando-os aos globais — quanto o contexto escolar onde a presença das biotecnologias por meio dos transgênicos em atividades agrícolas e econômicas é muito presente. Surgem, portanto, questões sobre as relações entre esses temas e o conteúdo científico escolar, especificamente o químico, e sobre como propiciar essa integração. Devido às próprias limitações da pesquisa no âmbito do mestrado, a educação em biotecnologias é vista por meio da química, embora o próprio referencial freireano proponha a atividade educativa interdisciplinar (PONTUSCHKA, 1990). Entende-se que essa é uma limitação da pesquisa, mas que não apaga a contribuição em investigar a inserção das biotecnologias no ensino médio para a tomada de decisão.

Esses pontos reforçam a necessidade de uma pesquisa que sinalize sobre a abordagem de temas das biotecnologias em escolas de ensino médio, bem como proponha relações entre o ensino de química, o contexto regional e as biotecnologias, o que será discutido nessa pesquisa, tomando como casos de análise duas escolas sul-mato-grossenses.

Assim, este trabalho almeja discutir a abordagem das biotecnologias no ensino de química e procura responder ao seguinte questionamento: *O que professores de química do ensino médio compreendem por biotecnologia e quais relações estabelecem com o ensino de química?* O objetivo geral desta pesquisa é, portanto, discutir

as compreensões de professores sobre biotecnologia e as relações que estabelecem com o ensino de química.

Com base nesse questionamento e nas considerações gerais anteriores, outras questões complementares de pesquisa também são propostas:

1. Que relações os professores de química entrevistados estabelecem entre química e biotecnologia?
2. Quais relações entre ensino de química e biotecnologia são por eles estabelecidas?
3. Como eles justificam a abordagem das biotecnologias no ensino de suas disciplinas?
4. Quais percepções de risco biotecnológico eles possuem?
5. Quais aspectos os professores de química selecionados consideram importantes para a tomada de decisão sobre temas controversos, como o das biotecnologias?

A partir dessas questões complementares surgem os objetivos específicos, explicitados abaixo:

1. Investigar as relações que estabelecem entre química e biotecnologia.
2. Investigar as relações que propõem entre biotecnologia e ensino de química.
3. Discutir a importância dada por eles à abordagem das biotecnologias no ensino de química.
4. Discutir as percepções de risco biotecnológico que eles levantem.
5. Analisar os aspectos considerados relevantes para os professores tomarem relativas a temas sociocientíficos.

Este rol de objetivos implicará nas considerações dispostas ao longo dos capítulos. Logo, no Capítulo 1, propõem-se relações gerais entre a química e as biotecnologias, buscando delinear suas controvérsias sociais e científicas. As contribuições das biotecnologias na indústria e pesquisa química são ressaltadas e o papel da química na avaliação da segurança dos alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados é discutido. Por fim, apontam-se percepções de risco em um contexto global.

Discute-se no Capítulo 2 o objetivo educacional da pesquisa, a saber, a educação dialógica e problematizadora, que possibilite a participação democrática nos processos de tomada de decisão. A partir da análise e defesa da importância da regulação social da ciência e tecnologia, aponta-se para as implicações disto à educação e a adoção de uma perspectiva denominada dialógica-problematizadora e de

conteúdos químicos que possam contribuir para a tomada de decisão e maior participação pública. Para tanto, faz-se uma análise histórica da gestão de risco, revelando como se dá o processo decisório e os atores envolvidos, bem como os valores éticos que lhe sustentam. Defendem-se as abordagens científicas e os valores associados ao princípio da precaução, por possibilitarem uma atividade científica mais socialmente participativa e guiada por valores do bem-estar humano, a sustentabilidade ética e ambiental.

No Capítulo 3 é discutida a produção científica sobre educação química que aborda as biotecnologias. A ênfase é dada ao contexto nacional, embora contribuições de pesquisas internacionais sejam apontadas. O papel da mídia na constituição das compreensões públicas, bem como no contexto escolar, é ressaltado. O livro didático também é analisado, quanto às suas contribuições para a abordagem das biotecnologias no ensino de química, tendo como amostra o material usado pelas escolas no ano de 2011, conforme dados disponibilizados pelo MEC (BRASIL, 2011).

No Capítulo 4, trazem-se os aspectos metodológicos da pesquisa em andamento em analogia com o *estudo preliminar da realidade*, integrante da investigação temática freireana, conforme também realizado por Auler (2002): os sujeitos envolvidos, os instrumentos de coleta de dados e a metodologia de análise. Nele também são trazidas as contribuições empíricas: as percepções de risco, conhecimentos e atitudes dos professores analisados sobre as biotecnologias. O capítulo culmina numa reflexão sobre as compreensões dos professores sobre as biotecnologias no ensino de química que objetive maior participação social nas decisões sociocientíficas.

Capítulo 1 — QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA: a Perspectiva do Risco

Neste capítulo, inicia-se uma discussão sobre a definição das biotecnologias a partir de algumas definições utilizadas historicamente. Em seguida, sua aproximação com a Química é discutida com base nas pesquisas em química e na atividade industrial, mostrando não só as biotecnologias como um campo de fronteira e interdisciplinar, como também a importância desse intercâmbio para a química e as biotecnologias.

Logo após, faz-se um breve comentário das controvérsias que envolvem as biotecnologias no âmbito agrícola, extraído de uma delas uma importante fonte de relações com a química: a avaliação de riscos dos alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados, por meio do conceito de *equivalência substancial* (EqS). Levanta-se a tese que essa abordagem é em si motivo de debate dentro da comunidade científica, configurando-se então como uma controvérsia sociocientífica, uma vez que tem implicações na vida da população em geral.

Desde já, aponta-se que no Capítulo 2 a gestão de risco será, então, discutida do ponto de vista histórico e cultural, de modo a melhor compreender a abordagem do tema aqui discutido e subsidiando o entendimento mais atual da avaliação de segurança das plantas transgênicas. As implicações sociais dos modelos de tomada de decisão sobre os riscos são levantadas e as contribuições do princípio da precaução são consideradas para o rompimento de uma visão ingênua da atividade científica, possibilitando a crítica à tecnologia e a participação social ativa nas decisões sobre temas científico-tecnológicos, como forma democrática.

1.1 BIOTECNOLOGIA: uma definição?

Várias tentativas foram feitas para conceituar as biotecnologias, demonstrando a dificuldade em encontrar uma definição, o que pode decorrer do fato de representar os interesses dos grupos e instituições envolvidas, como se pode constatar por algumas definições:

OECD — Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico: A aplicação dos princípios da ciência e da engenharia no tratamento de matérias por agentes biológicos na produção de bens e serviços (1982).

OTA — Office of Technology Assessment: Biotecnologia, de uma forma abrangente, inclui

qualquer técnica que utiliza organismos vivos (ou partes deles) para obter ou modificar produtos, melhorar plantas e animais, ou desenvolver microrganismos para usos específicos (1984).

EFB — European Federation of Biotechnology: Uso integrado da bioquímica, da microbiologia e da engenharia para conseguir aplicar as capacidades de microrganismos, células cultivadas animais ou vegetais ou parte dos mesmos na indústria, na saúde e nos processos relativos ao meio ambiente (1988).

E.H. Houwink: o uso controlado da informação biológica (1989).

BIO — Biotechnology Industry Organization: em sentido amplo, Biotecnologia é "bio" + "tecnologia", isto é o uso de processos biológicos para resolver problemas ou fazer produtos úteis (2003) (MALAJOVICH, 2009, p. 2).

Nota-se o caráter fortemente econômico das definições: a finalidade das biotecnologias para produzir bens ou serviços. O seu lado pragmático é um grande fator de sua definição. Não basta realizar alteração *em e por meio de* micro-organismos e suas partes, é necessário que haja uma finalidade prática e, de certa forma, rentável economicamente. A União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 1997) define as biotecnologias como: “The integration of natural sciences and engineering sciences in order to achieve the application of organisms, cells, parts thereof and molecular analogues for products and services.”⁴ Em uma perspectiva mais geral, Webster, Anastas e Williamson (1996, p. 199) definem a biotecnologia como “engenharia e uso de organismos vivos para beneficiar a humanidade”, bem como o uso de partes de seres vivos em processos de transformação.

Tal dificuldade de definição parece remeter às discussões sobre as diferenças entre técnica e tecnologia e as relações destas com a ciência. A técnica teria um caráter mais prático, voltado para “procedimentos, habilidades, artefatos, desenvolvimentos sem ajuda do conhecimento científico”, em contraste com as biotecnologias, que se diferenciam pelo

⁴ “A integração das ciências Naturais e ciências da engenharia no intuito de aplicar organismos, células, suas partes e análogos moleculares para produzir produtos e serviços” (IUPAC, 1997).

fato de levar em conta esse tipo de conhecimento (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003, p. 40).

Os procedimentos tradicionais utilizados para fazer iogurte, queijo, vinho ou cerveja seriam técnicas, enquanto a melhoria desses procedimentos, a partir da obra de Pasteur e do desenvolvimento da microbiologia industrial, seriam tecnologias. O mesmo poder-se-ia dizer da seleção artificial tradicional (desde a revolução neolítica), e a melhoria genética que considera as leis de herança formuladas por Mendel. A tecnologia do DNA recombinado seria um passo posterior baseado na biologia molecular (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003, p. 40).

Por outro lado, há de se observar que as biotecnologias remetem a atividades muito antigas. Ela reflete a maneira histórica do homem de interagir com o mundo a sua volta. Sobre essa diferença, Smith (1986, *apud* VOHRA, 1990) analisa quatro fases na evolução conceitual e procedimental das biotecnologias:

Biotecnologia de alimentos e bebidas — relacionada à fermentação. Os babilônios e sumérios produziam bebidas desde 6000 a.C. e os egípcios comiam pão há 4000 a.C. Entretanto, não se sabiam que micro-organismos, gênero *Saccharomyces* principalmente, eram os responsáveis pelo processo até o século XVII com a invenção do microscópio óptico e os trabalhos de Pasteur — que revolucionou a medicina com o processo de imunização, contribuindo para a fundação da microbiologia.

Produtos inicialmente produzidos por micro-organismos em ambientes não esterilizados — produção de etanol, ácido acético e cítrico no final do século XIX por meios industriais. Envolveriam uso de micro-organismos restritos, ambiente controlado e maquinaria complexa. Teve declínio com a descoberta dos usos do petróleo, mas voltou a crescer com a escassez do novo produto. Destaca-se o trabalho de Weizmann na produção de acetona. Também passou a ser aplicada no tratamento de resíduos (água usada, ambientes com toxinas, etc.).

Práticas estéreis em Processos biotecnológicos — introdução de novas técnicas de engenharia na década de 40 possibilitou a monocultura de micro-organismos na forma pura, possibilitando o desenvolvimento de processos catalíticos, desenvolvimento de vacinas, anticorpos, enzimas e aminoácidos específicos, etc. Entretanto, com alto preço.

Biotecnologia moderna — resultou de:

- ▲ Descobertas fundamentais nas ciências da vida (como do papel de código do DNA);
- ▲ Tecnologias de manipulação de genes reprogramar e criar “novas formas de vida”;
- ▲ Tecnologias microbianas de cultivo e seleção de células ou micro-organismos e manipulação de seu comportamento;
- ▲ Imobilização de enzimas e células inteiras para catálise;
- ▲ Tecnologias de cultivo de células e tecidos para acelerar a propagação de plantas úteis;
- ▲ Tecnologias contínuas para extração, tratamento, purificação e conversão de material útil seguido da produção de biomassa.

No Protocolo de Cartagena assinado pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), cujo objetivo é “contribuir para assegurar um nível adequado de proteção” (BRASIL, 2006, p. 1) na manipulação e uso dos OGMs, a biotecnologia moderna é assim definida no Artigo 3º:

(i) por "biotecnologia moderna" se entende:

- a. aplicação de técnicas *in vitro* de ácidos nucleicos, inclusive ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante e injeção direta de ácidos nucleicos em células ou organelas, ou
- b. a fusão de células de organismos que não pertencem à mesma família taxonômica, que superem as barreiras naturais da fisiologia da reprodução ou da recombinação e que não sejam técnicas utilizadas na reprodução e seleção tradicionais; (BRASIL, 2006, p. 3).

Dentro da biotecnologia moderna, surge uma abordagem em expansão, a biologia sintética: “Biólogos sintéticos projetam sistemas complexos pela combinação de unidades básicas que representam funções biológicas” (ANDRIANANTOANDRO, 2006, p. 2), projetando, assim, sistemas vivos completamente novos.

Com milênios de evolução, as biotecnologias apresentam uma complexidade enorme, devido ao seu próprio objeto de trabalho: a vida. Essas atividades coexistem atualmente, constituindo o campo biotecnológico e se configurando como diferentes biotecnologias. Também complexos são os efeitos das atividades biotecnológicas na vida das sociedades humanas e não humanas. Sua importância para o setor produtivo é inegável, o que justifica a amplitude de participação nos processos industriais, principalmente químicos.

A seguir, faz-se uma descrição das interfaces entre química e biotecnologia, enquanto setores de pesquisa e produção de bens e serviços para então discutir os impactos dessas atividades. Levantam-se contradições, previsões e incertezas que subjazem aos dois campos, para que se possa dissertar nos próximos capítulos sobre seus efeitos sociais⁵.

1.2 AS BIOTECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA QUÍMICA

Não se pode afirmar que há uma data exata para o "nascimento" da biotecnologia, mas há exemplos históricos que demarcam períodos e produtos importantes à sociedade. Sobre as relações entre biotecnologia e Química, cita-se o desenvolvimento de matérias-primas durante o período das Grandes Guerras. No começo do século XX, a tensão entre as nações europeias provocou a mobilização de recursos para áreas da ciência consideradas estratégicas para um possível embate. Os ingleses necessitavam de propanona (acetona) para confecção de pólvora, mas o carbonato de cálcio que usava para a síntese por rota química era adquirido da Alemanha, agora inimiga. Foi assim que Weizmann foi designado para desenvolver um processo industrial de produção desse composto, uma vez que seu trabalho com fermentação objetivando a produção de borracha havia conseguido produzir butanol, precursor da acetona (MALAJOVICH, 2012).

Seu procedimento foi um sucesso. Mas a crise alimentar inglesa restringia a produção por falta de amido de milho, o substrato usado. Foram abertas, em decorrência, duas fábricas, uma no Canadá e outra na Índia. Mesmo após o fim da Primeira Guerra Mundial, a produção de acetona continuou privilegiada, agora como solvente. A importância de Weizmann para a indústria do século XX e sua militância pelo sionismo⁶, conferiram-lhe o papel de primeiro presidente de Israel em 1948 (MALAJOVICH, 2012).

No Brasil, esse procedimento de produção de ácido butírico e acetona foi estudado e aperfeiçoado por Oswaldo Lima, químico pioneiro no trabalho com biotecnologia no país nos anos de 1935–45. O pesquisador,

⁵ Sociedade não se limita apenas à humanidade, mas é entendida como organização de seres vivos que se inter-relacionam *com* e *em* um espaço comum. Integram-se tanto humanos, quanto não humanos, em sua relação com o ambiente, dos quais são indissociáveis — a sociedade enquanto mundo.

⁶ Movimento para fundar na Palestina um estado israelita autônomo.

assim como Weizmann, procurava produzir compostos por micro-organismo devido à falta dos insumos convencionais no período das Guerras Mundiais. Assim, ele foi precursor do programa Proálcool, ao defender o uso desse combustível em Pernambuco, em substituição à gasolina, bem como contribui para o desenvolvimento da biotecnologia industrial, aliando-a a química dos produtos naturais e aproximando pesquisa e atividade produtiva (CARVALHO, 1995).

Esses processos fermentativos foram de extrema importância para a indústria química no geral e um dos pilares da formação da Biotecnologia Industrial. Esta tem o intuito de substituir a via química tradicional, desenvolvendo “processos que possibilitem a produção de produtos, materiais e energia a um custo competitivo e com menor impacto ambiental”. Seu surgimento se dá pela percepção da finitude do petróleo, logo a não durabilidade dessa indústria, e da necessidade de meios de produção menos impactantes para o meio ambiente (MALAJOVICH, 2012, p. 110).

A Indústria Biotecnológica, segundo Malajovich (2012) se fundamenta na microbiologia, fermentação, biocatálise e engenharia genética. A sua importância nos processos catalíticos é considerada grande, pois torna possível a síntese direta de produtos que, por vias químicas tradicionais, seria intermediada por várias substâncias, gerando um desgaste energético e material, além do consumo de várias substâncias a mais (solventes, grupos protetores, etc.), produzindo uma gama de materiais tóxicos. Nesse sentido, seus benefícios ambientais são extensos.

São produzidos substâncias de três tipos na Indústria Biotecnológica (ou Químico-Biotecnológica), classificadas pelo viés econômico. (I) Aquelas geradas em pequena quantidade, mas de alto valor agregado, como os metabólitos secundários — farmacêuticos insumos agrícolas, aditivos alimentares, aminoácidos, enzimas, vitaminas, etc. É um ramo que demanda altos investimentos, uso de tecnologias avançadas e mão de obra especializada, sendo chamado de **química fina**. (II) Os produtos podem ser de valor intermediário e maior produção, como os metabólitos primários, ácidos orgânicos, solventes e polímeros. Demandam investimentos e tecnologias mais simples. (III) Há ainda aqueles que têm baixo valor agregado, com alta produção, como os biocombustíveis (etanol, biogás e biodiesel), que não exigem grandes investimentos, mão de obra especializada ou aparatos e sistemas muito vanguardistas (MALAJOVICH, 2012).

Ainda segundo Malajovich (2012), as enzimas, bioplásticos e biopolímeros são os produtos mais viáveis economicamente atualmente. Estima-se que em 2010 de 9 a 20% das vendas do **setor químico**

derivariam da biotecnologia industrial. Dentre esses compostos, destacam-se (MALAJOVICH, 2012):

Alcoóis e solventes: destaca-se que 95% do etanol são produzidos por processos fermentativos. Agrega-se à sua importância a comercialização como combustível renovável e “verde”.

Ácidos orgânicos: o ácido cítrico é produzido quase que exclusivamente pela fermentação com o fungo *Aspergillus niger*, sendo largamente usados em cosméticos, alimentos e medicina. O ácido acético, produzido por diversas bactérias, tem larga aplicação como insumo na indústria química, para produção de polímeros (celofane, acetato raio, borracha, resinas, etc.) e de outras matérias primas (anidridos acéticos, acetatos, etc.), e na indústria farmacêutica como acidulante. Também são importantes o ácido succínico e lático na indústria química e farmacêutica.

Aminoácidos: importantes como complementos da ingesta alimentar humana (66%) e animal (33%) e para a produção cosmética (1%). Podem ser feitos por biocatálise, usando enzimas estereosseletivas⁷, ou por processos fermentativos. Vale ressaltar a produção de ácido L-aspártico e L-fenilalanina pela bactéria *E. coli* modificada geneticamente, para a produção do edulcorante Aspartame ®.

Polissacarídeos: são produzidos por alguns micro-organismos como substitutos dos espessantes e gelificantes extraídos de algas e utilizados na produção alimentícia, bem como plasma sanguíneo artificial.

Vitaminas: a via fermentativa é vantajosa no caso da riboflavina (B2) e ácido ascórbico (C) e a única possível para a cianocobalamina (B12).

Enzimas: são extraídas de fontes animais e vegetais, mas a sua síntese química e biotecnológica está em crescimento. Devido à diversidade biológica, há ainda muitas enzimas desconhecidas que podem revolucionar o sistema industrial. Essas novas enzimas poderiam ser produzidas por micro-organismos de metabolismo já controlado por meio de engenharia genética, facilitando a produção. Atualmente, 60% da produção de enzimas advém de organismos geneticamente modificados, sendo 47% do mercado dominado por uma empresa dinamarquesa.

Biopolímeros: são apenas 1% do mercado de polímeros, devido ao seu alto custo de produção. Entretanto, as vantagens de renovabilidade e biodegradabilidade são incentivos que podem fazer a produção aumentar. Eles podem ser produzidos diretamente por seres vivos, como a celulose, o

⁷ Vale ressaltar que, à exceção da glicina, todos os aminoácidos possuem centros quirais, mas que o organismo só metaboliza a forma levógira (L).

amido, poli-hidroxialcanoatos (PHAs) e o poli-hidroxibutirato (PHB) — este usado em embalagens de alimentos e na medicina, por ser biocompatível. Mas também podem ser produzidos a partir de monômeros de origem viva, como o polilactato obtido da polimerização do ácido láctico, usado largamente como recheio de almofadas e edredons, bem como embalagens alimentícias da Coca-Cola® e McDonald's®.

Biocombustíveis: a crise energética atual levou a busca de novos combustíveis. No momento, as opções são derivadas da fermentação de biomassa (etanol e biogás) e da transformação química (transesterificação) de óleos vegetais (biodiesel). Além de alternativa para um futuro esgotamento do petróleo, os biocombustíveis são defendidos como menos agressivos ao meio ambiente. Entretanto, levanta-se a possibilidade de desviar produtos alimentares (como milho e soja) para a produção de etanol, aumentando o preço dos alimentos, afetando os setores mais baixos da economia. Também se considera o aumento de áreas desmatadas, substituição de culturas alimentares e agressão à biodiversidade.

As relações entre a química e as biotecnologias no setor industrial são muito fortes e de grande importância para o estilo de vida atual, culminando com novos processos, objetivos e conceitos surgidos dessa relação.

Cunhado recentemente, o conceito abrangente de biorrefinaria se refere a um complexo industrial com instalações para o processamento biotecnológico, químico, físico e térmico da matéria-prima renovável, transformando-a em numerosos intermediários químicos e bioquímicos que alimentarão um conjunto de linhas de produção muito diversificado (MALAJOVICH, 2012, p. 123).

Outros autores enfatizam as contribuições da química para o desenvolvimento das biotecnologias, principalmente no seu caráter mais aplicado (ARAÚJO *et al.*, 2005). Alves (2005) ressalta os impactos da síntese e do processamento de materiais em campos emergentes, como as biotecnologias. Uma das grandes parcerias entre a química e as biotecnologias resultou dos trabalhos de Linus Pauling sobre a difração de raios-X de macromoléculas, que foi essencial para que Watson e Crick fizessem sua proposição da estrutura molecular do DNA, que envolveu também uma série de conhecimentos químicos fundamentais, como a água de hidratação, ligações de hidrogênio, estequiometria, etc. (THIEMANN, 2003). Braz Filho (2010) ressalta as biotecnologias como um campo beneficiado pela química dos produtos naturais, pelo caráter interdisciplinar

dos problemas investigados. Airoidi (1994) apresenta a importância de se tratar as biotecnologias em conjunto com a bioinorgânica. Aquino Neto (1995) fala, do ponto de vista da Química Analítica, da falta de controle dos organismos geneticamente modificados (OGMs) pela dificuldade em se montar sistemas de avaliação de seus poluentes e contaminantes em larga escala. Arantes e Milagres (ARANTES e MILAGRES, 2009) falam das biotecnologias como alvo de interesse na degradação de madeiras, produzindo adubos, no processo de branqueamento da polpa para fabricação de celulose, na quebra de lignina, etc.

Não obstante, essas relações têm reflexo em documentos que organizam a atividade dos químicos. Em 1992 a International Union for Pure and Applied Chemistry (IUPAC) lançou um glossário de termos biotecnológicos para os químicos, no intuito de aproximar conceitos e metodologias. Tal empreendimento foi incorporado no Gold Book, compêndio de termos técnicos da Química (GRILO e MAGALHÃES, 1994; IUPAC, 1997). A Resolução Normativa Nº 36 de 25 de abril de 1974 do Conselho Federal de Química estabelece como atribuições do profissional da química “Art. 1º [...] 07 — Análise química e físico-química, **químico-biológica**, bromatológica, toxicológica e legal, padronização e controle de qualidade.” (CFQ, 1974, grifo nosso). A dimensão “químico-biológica” é entendida por diversos pesquisadores como forma geral de biotecnologia (FALJONI-ALARIO, 1998; ZUCCO, PESSINE e ANDRADE, 1999).

As biotecnologias se caracterizam principalmente como uma “área” de fronteira. É um campo de conhecimentos e práticas que recebe influências de diversas áreas, mais diretamente da química, biologia, física e engenharias, estando inserido em um contexto social e histórico. Essa “interdisciplinaridade” não surgiu, entretanto, como algo imposto pela cultura. Ela vem de uma necessidade para se compreender os processos reais e desenvolver novos fenômenos, aproximando-se do conceito de interdisciplinaridade defendido por Delizoicov (1993), que respeita as especificidades disciplinares para conhecer o mundo, mas que pretende a colaboração integrada para entender as situações da realidade. A interdisciplinaridade biotecnológica refletiria, assim, a própria complexidade dos objetos com que interage, a complexidade da vida.

1.3 BIOTECNOLOGIA E AS CORES DA QUÍMICA

Um dos campos de relações mais importantes entre biotecnologia e química pode ser pela via dos aspectos ambientais, em sentido amplo. As biotecnologias são indicadas, por exemplo, como de grande valor de

desempenho na prevenção, remediação e monitoramento da poluição ambiental. Essa contribuição é tão considerável que é parte integrante da chamada Química Verde (QV), sendo que seus mais importantes precursores, Paul Anastas e Tracey Williamson (1996), dedicam uma seção do seu livro sobre o assunto para as biotecnologias.

Lembra-se que a QV é um movimento iniciado na década de 1990 nos Estados Unidos, como um dos fundamentos do Ato de Prevenção da Poluição (Pollution Prevention Act), e ganhou essa designação pelos químicos da Agência de Proteção Ambiental (EPA — Environmental Protection Agency). Os objetivos primários dessas ações eram a síntese benigna por *design*, “uma nova atitude de prevenção na fonte — não produzir substâncias tóxicas para não ter problemas de poluição a remediar” (MACHADO, 2008).

Trata-se de uma nova postura da atividade química, muito mais do que uma área de pesquisa em si. Esse eixo estruturador nasce da tomada de consciência dos impactos sociais e ambientais da atividade química e da percepção da responsabilidade dos químicos em desempenhar seu papel com sabedoria, não afastando os olhos dos efeitos sociais de sua atividade científica. Entretanto, esses profissionais são convocados a desenvolver novos produtos mais benignos, uma vez que essa alternativa é possível. Em síntese: “With knowledge comes the burden of responsibility” (ANASTAS e WILLIAMSON, 1996, p. 1).

Entretanto, há de se lembrar de que “nada é benigno” (ANASTAS e WILLIAMSON, 1996, p. 2). Todo produto ou atividade desempenhará um impacto no mundo. A produção e adoção de um novo produto ou atividade será sempre produto de uma sociedade multidimensional e complexa. Essas atividades serão concretizações de contradições sociais, de interesses diversos. Não obstante, há os limites físicos impostos às transformações, a saber, o aumento da entropia em processos espontâneos, que leva inexoravelmente ao desgaste da utilidade energética e material (MARQUES e MACHADO, 2013). A benignidade é um objetivo, um ideal, uma tentativa utópica de se alcançar a perfeição, mas que tem levado a melhoria tecnológica na abordagem de temas de saúde, ambientais, sociais e econômicos. Embora a perfeição não seja atingível, é possível melhorar em muito as ações (ANASTAS e WILLIAMSON, 1996).

As biotecnologias possibilitam aos químicos uma nova gama de possibilidades de realizar suas atividades. Ela tem tornado possíveis novas fontes de material, novos caminhos de sínteses, melhoramento das condições de reações e facilidade na separação e *design* de moléculas-alvo, por isso recebe tanta importância na QV. A biocatálise é uma forma de

interação entre química e biotecnologia, sobre a qual Hudlicky (1996, p. 194, tradução nossa) aponta as vantagens ambientais:

“No geral, tais rotas [biocatalíticas] serão as mais prováveis de serem significativamente menores (menor inserção de massa), conter etapas realizadas em água (menor volume de solvente), usar poucos reagentes (menor desperdício de massa) e gerar compostos opticamente puros (HUDLICKY, 1996, p. 194, tradução nossa).”

No Brasil, por exemplo, a biocatálise se apresenta como uma importante ligação entre a química orgânica e as biotecnologias. Segundo Correia, Costa e Ferreira (2002), a partir da década de 90 a pesquisa em biocatálise cresce no país, especialmente em reações estereosseletivas, mas ainda é menos de 10% da produção científica química. Essa forma catalítica é considerada um dos elementos importantes para aumentar a qualidade da atividade química, possibilitando menor agressão ambiental, sendo que os atuais desafios científicos exigem maior interface da química com as biotecnologias e biologia (CORREIA, COSTA e FERREIRA, 2002).

O uso de micro-organismos ou seus constituintes não fica restrito à catálise. Hudlicky (1996) e Webster, Anastas e Williamson (1996) destacam o seu importante papel no tratamento de resíduos industriais. O primeiro autor ressalta a possibilidade dos micróbios de realizarem a conversão de rejeitos aromáticos em compostos puros de interesse comercial, bem como de partir de compostos aromáticos simples para outros mais complexos (HUDLICKY, 1996). Os três últimos autores ressaltam as possibilidades na síntese com a utilização de organismos celulares geneticamente modificados ou apenas selecionados, bem como o uso de enzimas específicas na produção de compostos aromáticos, 1,3-propanodiol, etanol, ácido succínico, ácido lático, entre tantos outros processos que têm sido desenvolvidos desde então (WEBSTER, ANASTAS e WILLIAMSON, 1996). Esses relatos mostram que a relação entre química e biotecnologia é de grande importância para a atividade de transformação material.

Na dimensão ambiental, surgem designações por meio de cores das atividades biotecnológicas e químicas, que indicam a relação delas com o ambiente. Nesse sentido, em contraposição à Química Verde, tem-se caracterizado uma química vermelha (associada aos efeitos nocivos da atividade química à saúde ou às armas químicas e terrorismo) e uma química preta (produtora de resíduos e poluentes). Entretanto, dessas

designações só a “verde” é largamente aceita, sendo, inclusive, verbete da *Enciclopedia Britannica*.

Nas biotecnologias, a classificação por cores também ocorre. A **biotecnologia verde** está relacionada à alimentação e agricultura; a **preta**, ligada às armas e ao terrorismo; a **vermelha**, direcionada a medicina e saúde; a **azul**, da aquicultura e exploração marinha; e a **branca**, o setor das biotecnologias voltada à indústria química, “dirigida à proteção do ambiente e à promoção da Sustentabilidade” (MACHADO, 2008, p. 44).

Enquanto a gênese das colorações química parece residir numa analogia com as luzes do semáforo (verde/permissão e vermelho/negação), as biotecnologias estão mais voltadas para uma analogia biológica. Verde para vegetal, vermelho para animal e azul para o mar (MACHADO, 2008). Entretanto, há de ressaltar a importante contribuição das biotecnologias para uma atividade química mais benigna para o ambiente, o que é percebido tanto do ponto de vista dos químicos, pela incorporação das biotecnologias em seus processos “verdes”, como das biotecnologias branca, um ramo da atividade biotecnológica preocupada em melhorar os seus processos químicos.

No fundo, este sistema de nomenclatura surge da percepção da importância de se pensar os impactos que essas atividades exercem sobre o ambiente natural e social, bem como de esclarecer os interesses que lhes subjazem. Essas cores marcam uma mudança de atitude de objetivos, advindo de uma consciência do caráter social da CT e, não obstante, das inúmeras controvérsias que a atividade científica e tecnológica suscita. Algumas contradições que perpassam os assuntos biotecnológicos são discutidas a seguir.

1.4 CONTROVÉRSIAS BIOTECNOLÓGICAS

As biotecnologias são compreendidas por temas que levantam muitas controvérsias, sejam elas de natureza social ou científica. Com os alimentos transgênicos — produtos biotecnológicos que são alvo de interesse particular desta pesquisa, por estarem presentes no contexto sul-matogrossense — não poderia ser diferente. Alguns autores levantam seu potencial risco à biodiversidade, advindo: I — da criação de novas pestes; II — desenvolvimento de pestes mais resistentes pelo hibridização com culturas transgênicas; III — perigo para outras espécies; IV — efeito interruptivo em comunidades bióticas; V — efeitos adversos em processos ecossistêmicos; VI — degradação incompleta de produtos químicos perigosos levando à produção de compostos ainda mais tóxicos, como pela

degradação de alguns organoclorados por micróbios; e VII — esgotamento de fontes biológicas preciosas (TIEDJE *et al.*, 1989).

Entretanto, outros defendem a sua produção. Em contraposição às críticas acima, alegam que: o cruzamento entre plantas transgênicas e convencionais só formaria descendentes férteis caso fosse feito entre o OGM (organismo geneticamente modificado) e um indivíduo de sua espécie parental o que só ocorria e seria problema em locais em que as espécies parentais fossem nativas, caso muito raro; para que não se percam variedades tradicionais, elas seriam armazenadas em bancos de germoplasmas; que a resistência dos cultivos alimentares é pontual e esses são altamente dependentes do cuidado humano; que os OGMs são mais produtivos, necessitando de uma área menor de plantio, gerando o mesmo ou maior lucro; que a criação de pragas resistentes pode ser evitada por determinadas alternativas; etc. (BORÉM e GIÚDICE, 2008). Entretanto, não há um consenso formado sobre o tema.

Além dessas contradições ambientais, Paul Kennedy (1993) ressalta as contradições sociais, econômicas e políticas envolvidas com os transgênicos. Qualquer discussão sobre a viabilidade das novas tecnologias em resolver problemas devem ser feitas dentro do contexto, da situação real, em que ocorrem. Deve-se perguntar: *quem cria, controla e acessa* essas novas tecnologias; e *qual* o contexto econômico em que elas acontecem?(KENNEDY, 1993). Assim, o autor faz projeções do que poderá ocorrer num futuro próximo, brevemente relatadas nos parágrafos seguintes.

De acordo com esse autor, o aumento de produção de alimentos em resposta ao crescimento populacional é procurado principalmente pelo uso de tecnologias mais eficientes. Entretanto, as tecnologias necessárias, bem como as terras cultiváveis férteis para produção, não se encontram nos países que precisam de mais alimentos, mas estão em posse de nações industrializadas desenvolvidas. Para atrair os investimentos das multinacionais (que detêm o conhecimento e tecnologia para aumentar a produção), o governo deve oferecer incentivos fiscais e mão de obra barata e especializada, diminuindo taxas que seriam revertidas em benesses para o povo. Essas empresas, no entanto, não tem ligação com esse povo. Assim que as condições não lhes são favoráveis (por exemplo, aumento do custo de trabalho e diminuição de incentivos) elas partem para outro local.

Ainda que os países em desenvolvimento/subdesenvolvidos conquistem a tecnologia (biotecnologia) necessária para aumentar sua produção, podem sofrer uma barreira comercial por parte dos países ricos, na forma de uma estratégia governamental para proteger os interesses dos agricultores desses países, fortalecendo o mercado interno (KENNEDY,

1993). Há de se acrescentar que a questão-chave não seja necessariamente o acesso dos pobres a essa tecnologia, mas considerar se esses países em desenvolvimento já não têm tecnologias produtivas eficazes, ou seja, considerar alternativas viáveis (LACEY, 2008).

Tal perspectiva de revolta começa a dar sinais de sua concretude. Em 17 de julho de 2013 a Monsanto declarou a retirada dos pedidos de aprovação de novos tipos de sementes transgênicas nos territórios da União Europeia, por falta de perspectiva da aceitação dessa tecnologia na região (GARRIC, 2013). O Relatório de 2012, sobre Cultura Biotecnológica, do Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA) revela que a adoção da tecnologia de cultura biotecnológica no ano de 2011 por países em desenvolvimento foi duas vezes maior que em países desenvolvidos (11% e 5%, respectivamente). São os países em desenvolvimento os responsáveis pelo plantio de 46% das culturas biotecnológicas, estando entre os principais produtores desse grupo o Brasil, Argentina, China, Índia e África do Sul, representando cerca de 40% da população mundial, sendo que 90% dos produtores de transgênicos são pequenos fazendeiros de países em desenvolvimento (ISAAA, 2012) (cf. Figura 1 na página 31).

O desenvolvimento autônomo dessas tecnologias não seria viável para os países em desenvolvimento, devido ao alto custo das pesquisas e desenvolvimento tecnológico, por isso as multinacionais têm seu poder engrandecido (KENNEDY, 1993). Miron, Cavalcanti e Wongtschowski (2005, p. S89) salientam as biotecnologias como um “investimento de alto risco”, pois embora a expectativas de lucro sejam altas, é um financiamento de longo prazo, trabalhando com capital de alto risco, sendo incipiente na situação econômica brasileira (MIRON, CAVALCANTI e WONGTSCHOWSKI, 2005). Não obstante, na segunda etapa do Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia — PADCT, período de 1991–96, as biotecnologias receberam o segundo maior orçamento de todas as linhas (12% dos investimentos), repassado a um número de projetos e pesquisadores que correspondiam a 8% do total, produzindo menos de 10% das patentes, processos e tecnologias do Programa (CASTRO e PRESCOTT, 1997). Essa aparente contradição entre a grande produção transgênica brasileira e a falta de investimento fica mais bem entendida quando se ressaltam os custos da pesquisa e desenvolvimento biotecnológico. Mesmo altos valores públicos investidos podem ser poucos, se comparados com os investimentos de empresas privadas nesse tipo de pesquisa. Vale a ressalva de que a produção alta de alimentos transgênicos não se dá por meio de produtos nacionais, mas desenvolvidos por

corporações multinacionais, que inclusive cobram *royalties* dos produtores pela inovação inserida nas semente.

Figura 1: Área global de cultivo biotecnológico em 2012.

Table 1. Global Area of Biotech Crops in 2012: by Country (Million Hectares)**

Rank	Country	Area (million hectares)	Biotech Crops
1	USA*	69.5	Maize, soybean, cotton, canola, sugarbeet, alfalfa, papaya, squash
2	Brazil*	36.6	Soybean, maize, cotton
3	Argentina*	23.9	Soybean, maize, cotton
4	Canada*	11.6	Canola, maize, soybean, sugarbeet
5	India*	10.8	Cotton
6	China*	4.0	Cotton, papaya, poplar, tomato, sweet pepper
7	Paraguay*	3.4	Soybean, maize, cotton
8	South Africa*	2.9	Maize, soybean, cotton
9	Pakistan*	2.8	Cotton
10	Uruguay*	1.4	Soybean, maize
11	Bolivia*	1.0	Soybean
12	Philippines*	0.8	Maize
13	Australia*	0.7	Cotton, canola
14	Burkina Faso*	0.3	Cotton
15	Myanmar*	0.3	Cotton
16	Mexico*	0.2	Cotton, soybean
17	Spain*	0.1	Maize
18	Chile*	<0.1	Maize, soybean, canola
19	Colombia	<0.1	Cotton
20	Honduras	<0.1	Maize
21	Sudan	<0.1	Cotton
22	Portugal	<0.1	Maize
23	Czech Republic	<0.1	Maize
24	Cuba	<0.1	Maize
25	Egypt	<0.1	Maize
26	Costa Rica	<0.1	Cotton, soybean
27	Romania	<0.1	Maize
28	Slovakia	<0.1	Maize
Total		170.3	

* 18 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops

** Rounded off to the nearest hundred thousand

Source: Clive James, 2012.

Fonte: ISAAA (2012)

Não obstante, a globalização permite aos moradores de países pobres almejam o estilo de vida daqueles que vivem nos países ricos por via dos meios de comunicação, ou mesmo a daqueles privilegiados dentro do

próprio país. São diversos fatores que, segundo Kennedy (1993), colocam esses grupos sociais em lados opostos, divididos pela forma como se relacionam com a natureza, pelas tecnologias que usam. O autor (1993) se pergunta como ocorrerá o embate entre essas classes no século XXI: isso provocará revoltas? Ou apatia e ressentimento? “Ao aproximar-se do século XXI, portanto, os povos da Terra parecem estar descobrindo que suas vidas estão sendo cada vez mais afetadas por forças que são, no sentido pleno da palavra, irresponsáveis” (KENNEDY, 1993, p. 61), advindos do caráter não neutro da tecnologia — sua “irresponsabilidade”. Longe de imaginá-la como uma ferramenta que toma forma (boa ou má) na mão de quem a usa, Kennedy a considera como de dupla face: ao mesmo tempo em que traz muitos avanços, introduz uma série de obstáculos.

Soma-se a essas reflexões uma grande discussão sobre o possível caráter tóxico e alergênico dos organismos geneticamente modificados (OGM). Em setembro de 2012, foi divulgada uma pesquisa francesa sobre os efeitos em longo prazo de alimentos transgênicos tratados ou não com o herbicida glifosato. Os resultados foram alarmantes, mostrando maior incidência de câncer mamário, nos rins e fígados dos ratos analisados em um período mais curto do que o convencional (SÉRALINI *et al.*, 2012). Entretanto, órgãos governamentais, tanto na Europa quanto no Brasil, rapidamente trataram de desqualificar a pesquisa. A CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) divulgou em sua página dois pareceres, um por parte de dois integrantes especializados da Comissão e outro por dois especialistas *ad hoc*, desqualificando a pesquisa quanto ao método utilizado e concluindo que não há motivo para uma intervenção na produção de transgênicos (GARCIA *et al.*, 2012).

Lewgoy (2000), engenheiro químico especialista em genética, destaca duas posições científicas com relação aos OGM: a crítica e a triunfalista. Esta última alega que os alimentos transgênicos são muito bem avaliados, que sua segurança se constata pela sua história de uso e ainda ressaltam suas benesses ambientais, como melhoria de rendimento de produção, redução de agrotóxicos em uso. Entretanto, o autor, ao expor sobre a posição crítica, elenca argumentos da literatura científica: não há conhecimento suficiente sobre o funcionamento do genoma para basear as atuais avaliações de risco; a técnica de inserção do exogene⁸ se baseia no

⁸ Gene exógeno, aquele que é inserido no organismo para lhe conferir determinada característica e que, no caso dos transgênicos, provém de uma espécie diferente.

acaso, pelo bombardeamento de células com fragmentos, que podem ocupar diversos espaços no cromossomo; que o próprio exogene é instável, uma coleção de fragmentos diversos, podendo causar *silenciamento e promoção* gênica, sendo esses dependentes da relação do organismo com o ambiente; e por fim, que as avaliações de toxicidade não possuem critérios definidos e adequados.

Sobre esse caráter de incertezas, o IDEC (2010) relembra que levou anos para que a relação entre agrotóxicos e malefícios para o ambiente e saúde humana fosse constatada e houvesse consenso. Esse instituto defende, bem como essa pesquisa, como necessária uma postura de precaução, já que algumas pesquisas demonstram diversos riscos associados aos transgênicos, questionando a validade das pesquisas de avaliação de risco, pois geralmente são desenvolvidas com base em dados gerados pelas próprias indústrias biotecnológicas (IDEC, 2010). Ribeiro e Marin (2012) ressaltam que estudos dos efeitos dos alimentos derivados dos OGMs em longo prazo na saúde humana e no meio ambiente são incipientes e controversos.

Alguns desses riscos, para o IDEC (2010) são: o **aumento de alergias**, pelo desenvolvimento de aminoácidos e proteínas a partir dos genes exógenos; o **aumento de resistência a antibióticos**, causada pelos genes com característica antibiótica inserido no alimento e que promoveria a resistência nos micro-organismos infecciosos; o **aumento de substâncias tóxicas**, provenientes do desenvolvimento descontrolado de uma característica do exogene; **aumento de agrotóxicos**, pois a transgenia permite desenvolver a resistência das culturas aos pesticidas, possibilitando seu uso desmedido (IDEC, 2010).

Entretanto, os impactos dos transgênicos sobre a saúde humana são foco de intenso debate e de controvérsias científicas (PENDRACINI *et al.*, 2008). Essas controvérsias se refletem no tumultuado percurso que levou a regulamentação do plantio, pesquisa e comercialização de transgênicos no Brasil. O primeiro pedido de aprovação de cultivo e comércio de OGM, a soja *Roundup Ready* da Monsanto, foi entregue e aprovado pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) em 1998. Mas a soja transgênica já era plantada no Rio Grande Sul há algum tempo, com sementes contrabandeadas da Argentina. Logo em seguida e no mesmo ano, o IDEC e o Greenpeace abriram processo contra a Monsanto e o Governo Federal, levando à moratória dos transgênicos no país até 2003. A justificativa da ação foram os possíveis efeitos tóxicos, expostos acima, sendo a decisão jurídica apoiada no princípio da precaução. Em março de 2003, uma Medida Provisória do Governo Federal (MP 113) permitiria novamente o comércio, cedendo às pressões da Monsanto, dos produtores

ilegais da soja e do governo do RS. Somente em 2005 os critérios de regulamentação do comércio, estudo e plantio dos transgênicos foram oficializados pela Lei de Biossegurança nº 11.105 de 24 de março do mesmo ano (MENASCHE, 2005; RIBEIRO e MARIN, 2012).

O Decreto nº. 4680, de 24 de abril de 2003 (BRASIL, 2003) institui a necessidade de rotulagem dos alimentos produzidos a partir de OGMs. Ele se baseia no direito à informação assegurado pela Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990. Essa luta pela identificação dos alimentos transgênicos obteve grande ajuda do Código de Defesa do Consumidor e do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (o IDEC). Suas críticas foram consideradas na revisão das legislações, restringindo o nível de composição transgênica para 1%, a partir do qual a rotulagem era necessária, bem como abrangendo os tipos de alimentos rotuláveis: todos os alimentos embalados, *in natura*, a granel, de origem vegetal ou animal (RIBEIRO e MARIN, 2012)

Entretanto, há dúvidas sobre o cumprimento da rotulagem. Dinon *et al.* (2010) encontraram apenas sete trabalhos — até aquela época — sobre avaliação da presença de transgenes em alimentos a base de soja e milho. O autor detecta soja transgênica em 6 das 54 amostras analisadas, todas sem rótulo, embora apenas uma dessas tenha ultrapassado o valor de 10 gramas de material de origem transgênica por quilo de amostra, que tornaria necessária a sinalização por ultrapassar 1% da composição. Ressalta-se a dificuldade em criar sistemas de avaliação de contaminantes e poluição para os transgênicos, principalmente dentro da química analítica (AQUINO NETO, 1995).

Com respeito às substâncias tóxicas, cita-se o artigo publicado na revista *Nature* que mostrou os efeitos tóxicos do pólen de milho transgênico sobre lagartas da borboleta monarca e larvas aquáticas, inferindo sua consequência ambiental — a interferência na cadeia alimentar, o desequilíbrio ecológico, etc. Os autores demonstram que as toxinas do *Bacillus thuringiensis* (Bt) são expressas no pólen de diversas variedades transgênicas de milho, espalhadas cerca de 60 metros pelo vento e interferindo em outras populações, além daquelas que são alvo da toxina (LOSEY, RAYOR e CARTER, 1999). Entretanto, Henry Miller, um dos maiores defensores dos OGM e dos seus instrumentos de avaliação de risco, diz que esses são “efeitos modestos”, exagerados pela crítica (MILLER, 1999).

A toxicidade dos transgênicos é um assunto de grande importância, sendo motivo da existência de regulações em diversos países e em acordos de comércio internacional sobre a avaliação da segurança dos OGMs. Um desses documentos é o *Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da*

Convenção sobre Diversidade Biológica, um tratado ambiental internacional, assinado em 2000 por cento e três Estados e ratificado pelo Brasil em 2003. Ele objetiva proteger o meio ambiente, tanto em suas relações intra e interespecíficas, quanto na salvaguarda de efeitos tóxicos possíveis do manejo e consumo de OGMs. Ele estabelece a identificação e avaliação de riscos no seu Anexo III, para embasar as decisões políticas, na forma dos seguintes passos:

1. Identificar novas características fenotípicas ou genotípicas potencialmente perigosa para o ecossistema, organismo receptor ou saúde humana (identificação dos riscos);
2. Probabilidade do efeito se concretizar, levando em conta o nível e tipo de exposição (quantificação dos riscos);
3. Avaliação dos impactos desses riscos (avaliação);
4. Estimativa do risco geral, pela comparação da sua probabilidade e extensão dos impactos (preferência);
5. Uma recomendação sobre a aceitabilidade dos riscos e seu manejo (parecer);

O Protocolo acima não deixa claro como os riscos são identificados e avaliados. Entretanto, nos pareceres técnicos que embasam as decisões políticas sobre OGMs no Brasil o problema é abordado pelo ponto de vista da química biológica e da bioquímica. Essa estratégia é conhecida como *Equivalência Substancial* (EqS) (BELÉM *et al.*, 2000).

1.5 EQUIVALÊNCIA SUBSTANCIAL

Na década de 1990 uma série de alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados surgiu, mas com isto veio também a insegurança da população quanto ao seu uso. Como estratégia para amenizar as reações públicas, as empresas biotecnológicas buscaram o aval governamental para comercialização de seus produtos. Entretanto, não havia legislação sobre o assunto, tanto no que concerne a sua regulamentação, quanto em relação a quem competia tal responsabilidade (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999).

Uma solução mais simples era tratar esses produtos de modo semelhante aos novos compostos químicos e farmacêuticos, ou seja, pela exigência de testes toxicológicos e bioquímicos, avaliando os seus riscos, propondo limites de ingestão diária (LID) e consolidando medidas para que esses não fossem ultrapassados. Mas a avaliação desses riscos seria responsabilidade das empresas produtoras dos novos alimentos, o que atrasaria o lançamento do produto em no mínimo cinco anos, bem como lhes aumentaria o custo em cerca de 25 milhões de dólares por produto

novo, conforme alega Millstone, Brunner e Mayer (1999). Ademais, o LID causaria a restrição do consumo dos alimentos derivados de OGM, uma vez que o limite é definido como um centésimo da dose perigosa para animais em testes, o que restringiria o seu consumo a cerca de 1% da dieta humana (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999).

O debate sobre essa regulamentação se iniciou em 1990, em reuniões entre a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (United Nations Food and Agriculture Organization — FAO), a Organização Mundial da Saúde (World Health Organization — WHO) e representantes das indústrias. Nesse complexo jogo de interesses — das empresas querendo sua liberdade de produção e comercialização (almejando ainda um “selo” de segurança); dos governos defendendo os seus interesses, ao mesmo tempo em que procuram uma regulação de validade internacional — surge uma primeira ideia, a de tratar os OGM em analogia com seus predecessores não modificados, comparando suas composições (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999). Parte-se do pressuposto que o alimento tradicionalmente consumido é totalmente seguro e, por analogia, se a composição do alimento advindo de OGM for equivalente, a sua segurança também o é. Este conceito é denominado de *equivalência substancial* (EqS) (OECD, 1993).

No que se refere às plantas geneticamente modificadas que servem de alimentos, a avaliação da EqS engloba os seguintes fatores (FAO/OMS, 1996):

- ▲ Avaliação molecular do OGM;
- ▲ Comparação fenotípica de um OGM com uma planta convencional próxima;
- ▲ Comparação analítica da composição do OGM e seus derivados e seus análogos convencionais⁹.

A análise de composição se refere ao conteúdo de macro e micronutrientes (nutrientes-chave), componentes tóxicos-chave e fatores antinutricionais-chave (THE COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1997). Da comparação entre esses fatores, surgem duas alternativas (BELÉM *et al.*, 2000; OCDE, 1992):

1. O OGM e seu análogo convencional são EqS e ele pode ser comercializado sem restrições, pois são equivalentes a alimentos convencionais seguros baseados em seu histórico de consumo;

⁹ Não modificado geneticamente.

2. A não equivalência substancial, tornando necessária uma avaliação toxicológica e dos hábitos de consumo da população-alvo, para determinação do índice de exposição e impactos das desigualdades nos hábitos de alimentação.

Embora não seja adotado internacionalmente, o conceito é uma exigência de parceiros comerciais do Brasil (Europa e América do Norte). A EqS não está explícita na legislação brasileira, mas aparece de forma clara nos pareceres da CNTBio:

Nenhuma mudança biológica significativa não intencional ocorreu na composição ou no valor nutritivo do grão e da forragem do milho Bt11, como consequência da expressão dos transgenes cry1A(b) e pat, sugerindo, portanto, que o milho Bt11 é **substancialmente equivalente** em composição nutritiva ao respectivo híbrido isogênico não geneticamente modificado e híbridos comerciais de milho (PARECER TÉCNICO Nº 1255/2008, grifo nosso).

A CTNBio concluiu que a introdução do transgene não altera as características da composição química da soja, com exceção da acumulação da proteína transgênica CP4 EPSPS. Esta conclusão **de equivalência de composição química** é baseada em avaliações realizadas através de metodologia científica, publicadas em revistas científicas indexadas e de circulação internacional (Comunicado n.º 54, de 29 de setembro de 1998, Publicado no Diário Oficial da União nº 188 de 01 de outubro de 1998, Seção 03 – página 56, grifo nosso).

O uso da EqS continua ativo nos pareceres da Comissão. O conceito está presente em Pareceres Técnicos mais recentes, como¹⁰: nº 3024/2011 - Liberação Comercial de feijoeiro geneticamente modificado; nº 2542/2010, nº 2286/2010 e nº 2273/2010 - sobre Liberação Comercial de Soja Geneticamente Modificada; nº 3674/2013, nº 3045/2011 e nº 2955/2011 – sobre Aprovação Comercial do Milho geneticamente Modificado.

¹⁰ Cf. CTNBio. **Aprovações Comerciais**. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12786.html>. Acesso em: 26 jun. 2014.

Entretanto, alguns autores questionam a validade desse princípio para avaliar a segurança dos alimentos transgênicos. Millstone, Brunner e Mayer (1999, p. 526) defendem que a EqS é um conceito pseudocientífico, “pois é um julgamento comercial e político mascarado como se fosse científico” (tradução nossa). Além desse questionamento quanto à validade do conceito devido a sua gênese, é possível identificar algumas críticas pela fala dos autores.

A relação entre genótipo e fenótipo ainda não foi profundamente conhecida. Logo, “cientistas ainda não são aptos para predizer com segurança os efeitos bioquímicos ou toxicológicos de um alimento GM a partir do conhecimento de sua composição química” e **“a relação entre genética, composição química e risco toxicológico permanece desconhecida”** (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999, p. 526, tradução nossa, grifo nosso). Tal posição é corroborada por Lewgoy (2000) e por Tognolli (2003).

O conceito de EqS é mal definido. Não explica, por exemplo, se há um grau de diferença aceitável ou se ele deve ser zero. A melhor definição estaria no documento da OCDE (1992, p. 11), mas ainda é vaga:

Para alimentos e componentes alimentares de organismos desenvolvidos pela aplicação de biotecnologia moderna, a abordagem mais prática para determinar a segurança é considerar se eles são substancialmente equivalentes aos produtos alimentares convencionais análogos, se existirem. [...] O conceito de equivalência substancial engloba a ideia de que o organismo existente usado como alimento, ou como uma fonte de alimento, pode ser usado como uma base para comparação quando se avalia a segurança do consumo humano de alimentos ou componentes alimentares que foram modificados ou são novos (OCDE, 1992, p. 1, tradução nossa).

A composição química do OGM deve, obrigatoriamente, ser diferente da variedade convencional, uma vez que a modificação genética tem esse objetivo. A soja geneticamente modificada para tolerar o glifosato é diferente da variedade convencional, caso contrário, não seria resistente ao pesticida (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999). A grande questão é saber quais as implicações dessa diferença.

Os referidos autores levantam que a avaliação de EqS, no caso da soja, foi feita com amostras cultivadas sem o uso do glifosato. Logo, a soja a ser consumida, que é tratada com o agrotóxico, seria diferente daquela avaliada (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999).

Em relação com a crítica anterior está o fato de existirem toxinas e antinutrientes ainda desconhecidos pelos cientistas (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999).

Pouca abrangência das análises a alguns compostos e classes de compostos (carboidratos, aminoácidos, etc.). Os autores ressaltam a necessidade de uma análise profunda e detalhada, como análise de DNA, *fingerprinting* de proteínas, perfil de metabólitos secundários e teste de toxicidade *in vitro* (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999).

Outros problemas podem ser levantados. Como exemplar da avaliação da EqS, a OCDE (1992, *apud* BELÉM *et al.*, 2000) fornece o seguinte caso: uma batata é infectada por um vírus “X” que não ameaça a saúde humana, mas atrapalha seu processamento industrial. A avaliação da EqS poderia ser feita entre a batata GM para resistência ao vírus e a batata contaminada, pois, embora as proteínas expressas sejam diferentes nos dois organismos, elas serão desnaturadas no processo de cocção. Dois problemas surgem desse exemplar. O primeiro tem a ver com a avaliação de toxicidade de forma individual. Thornton (2000; 2001), baseado em outras pesquisas, resalta o comportamento sinérgico das substâncias, que alteram a sua toxicidade, por vezes aumentando-a exponencialmente. O outro está em considerar a desnaturação da proteína como resolução dos problemas, sem considerar que os efeitos alergênicos ainda podem ser manifestos, já que algumas proteínas mantém esse caráter mesmo após a desnaturação (METCALFE *et al.*, 1996 *apud* BELÉM *et al.*, 2000).

Outros autores, no entanto, partem em defesa da EqS, rebatendo, inclusive, as críticas já levantadas. Miller, Huttner e Beachy (1993) defendem que os fatores de risco não mudam entre uma planta modificada geneticamente por cruzamentos sucessivos ou por técnicas modernas, como transformação, conjugação ou recombinação do ADN (ácido desoxirribonucleico). O risco está no desenvolvimento de características em si (persistência, resistência, fluxo gênico) e não na técnica de modificação. Assim, não há sentido em se questionar como a técnica altera os riscos.

Esses pesquisadores partem do princípio que a ecologia das plantas GM e das convencionais é a mesma. Não obstante, eles atribuem às técnicas modernas de transformação uma vantagem em relação às técnicas tradicionais: a precisão na mudança das características. As novas técnicas permitem inserir exatamente a característica desejada, uma vez que “fenótipos são determinados pela expressão do gene no organismo, não pela forma como os genes foram introduzidos” (MILLER, HUTTNER e BEACHY, 1993, p. 1324, tradução nossa).

Uma vez que o OGM e os convencionais têm a mesma segurança, atestada pela EqS, não há por que realizar experimentos que avaliem as

diferenças dos riscos de uma variedade ou outra no ambiente. Assim, esse grupo de pesquisadores favorável a EqS questiona a utilidade dos experimentos de M. J. Crawley, que compara a “invasividade” (*invasiveness*) de plantas geneticamente modificadas (PGM) e sua variedade convencional em três condições climáticas em quatro *habitats* distintos (CRAWLEY *et al.*, 1993). Não haveria sentido, nesse experimento, para este grupo de pesquisadores, uma vez que a correspondência entre os dois tipos de alimentos é um fato. Seria interesse da ciência, na crítica dos autores, avaliar como a “invasividade” é afetada pela introdução de certos traços de interesse (MILLER, HUTTNER e BEACHY, 1993).

Os procedimentos experimentais de Crawley teriam algum sentido no momento da determinação da EqS. O plantio dos alimentos em diversas condições gerariam dados sobre a composição deles em diversos ambientes, permitindo uma comparação segura entre os tipos modificados geneticamente e convencionais. Mas, uma vez que essa equivalência é constatada, não há como/por que se contestar a segurança e os riscos dos OGM, pois eles teriam a mesma composição e, portanto, mesmos riscos que os convencionais. Tal entendimento dos pesquisadores é proposto como procedimento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceria com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, com base em publicações internacionais, defendido como abordagem para as empresas de biotecnologia no Brasil avaliarem a EqS de seus produtos (BELÉM *et al.*, 2000).

Não obstante, os críticos quanto à eficácia da EqS concluem que ela deveria ser substituída por uma abordagem prática que investigasse a segurança e toxicidade dos OGM, ao invés de considerar esses fatores como “reconhecidos” (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999, p. 526).

A tecnologia tem um papel científico e social e não pode ser encarada como neutra, destacada de suas significações culturais e interesses vários. Tampouco as transformações culturais decorrentes da sua adoção devem ser desconsideradas (SCHOT e RIP, 1996). Assim, as biotecnologias modernas não podem ser encaradas como uma mera mudança de técnica, mas como um construto e como construtor social, interferindo de diferentes maneiras nos grupos da sociedade (cientistas, políticos, cidadãos, etc.).

Entretanto, esse é um entendimento completamente diferente do utilizado na EqS e que fundamenta a *avaliação construtiva da tecnologia* (CTA) (SCHOT e RIP, 1996). São sistemas de teorias e práticas distintas que não se aceitam, para resistirem. São sistemas distintos que buscam se posicionar sobre a natureza, magnitude e implicações dos riscos; algo que no próximo capítulo será abordado com maior profundidade, na forma de

dois modos de gestão de risco: um que parece estar em sintonia com a avaliação substancial e outro que introduz a necessidade da CTA, promovendo a participação social nas decisões de temas sociocientíficos. Antes, porém, serão abordados aspectos ligados à percepção de risco, no intuito de explorar como a população percebe e se posiciona com relação aos transgênicos.

1.6 PERCEPÇÕES DE RISCO

A percepção do risco é, no fundo, algo sobre a consciência de qualquer tipo de risco (real ou imaginário), relacionado à biotecnologia. Trata-se da maneira intuitiva adotada pela maioria dos cidadãos de julgar aos riscos (SLOVIC, 1987), decorrendo que a percepção de risco é pública, social. O conhecimento é quantidade ou qualidade de informação cientificamente estruturada que o indivíduo possui sobre o tema, sistematizada e socialmente (academicamente) aceita. De outra parte, a atitude é a sua tomada de posição frente a um tema: aceitação, rejeição ou neutralidade. Entretanto, a inter-relação entre esses fatores é complexa e também controversa (SORGO e AMBROZIC-DOLINSEK, 2009).

Em revisão da literatura sobre percepção de risco relacionada a alimentos transgênicos e pesticidas, Peterson (2000) e Zechendorf (1994) diferenciaram a produção científica da área a partir de 1994. Antes desse período, os trabalhos focalizavam as preocupações com a saúde humana, sendo que recentemente se têm uma perspectiva ecológica dos riscos. Também se constatou uma diferença na abordagem dos dois temas: enquanto o público convive há mais tempo com os pesticidas e com as discussões que ele suscita, a agricultura biotecnológica é um assunto novo, ao qual o público começa a ser exposto e do qual nem especialistas nem população leiga têm um bom entendimento (PETERSON, 2000).

Estes dois grupos também se comportam diferentemente na avaliação de riscos. Os especialistas abordam eventos deletérios restritos, mas o público leva em conta o “controle, potencial catastrófico, medo a efeitos futuros, nível de conhecimento, igualdade, clareza de benefícios, confiança, efeitos em gerações futuras, e efeitos nas crianças”, refletindo traços culturais, preconceitos intuitivos e interesses econômicos (PETERSON, 2000, p. 8, tradução nossa). Assim, a preocupação pública, no que tange às biotecnologias, estaria mais voltada para questões éticas, morais, de segurança e valores, muito mais do que com as técnicas e pesquisas, como privilegiam a comunidade regulatória e científica (PETERSON, 2000). Kolsto (2001), no entanto, aponta a importância da

consideração dos riscos, com base em valores e conhecimentos científicos conjuntamente, para a tomada de decisão.

Fatores sociais e econômicos geralmente explicam as atitudes perante as biotecnologias. A aceitação costuma ser menor entre mulheres e grupos mais idosos e com menor nível de educação e é maior entre homens e grupos de alto poder aquisitivo, bem educados, urbanos e jovens (TORGENSEN e SEIFERT, 1997 *apud* PETERSON, 2000). Por fim, devido ao seu caráter sociológico, as percepções públicas são complexas e difíceis de serem generalizadas.

A seguir, faz-se um apontamento das percepções de risco concernentes à biotecnologia em alguns países e depois se tenta explorar o assunto no contexto brasileiro.

Nos Estados Unidos da América (EUA), as pesquisas demonstraram haver uma alta “aceitação” — ou seja, não oposição, uma tolerância — aos OGM. Apenas uma minoria dos cidadãos norte-americanos estaria bem informada e a maioria temeria os efeitos dessa biotecnologia na saúde (ZECHENDORF, 1994). Sobre os riscos e benefícios das biotecnologias, 36% estavam indecisos, enquanto 19% a consideraram segura e benéfica, 24% como arriscada e benéfica, 6% como segura e benéfica e 15% como arriscada e não benéfica (NOVO, 1987, *apud* ZECHENDORF, 1994).

No norte europeu (Inglaterra, Alemanha, Bélgica, Holanda, Luxemburgo, Dinamarca e Áustria), a população foi considerada relativamente bem educada, que atribuiu altos riscos à biotecnologia e levantou diversas questões éticas, aceitando-a hesitantemente. A Alemanha, Dinamarca e Áustria apresentaram alto conhecimento¹¹ da tecnologia, entretanto menor aceitação, o que foi atribuído a um fator histórico, a saber, a vivência do nazismo e da eugenia (TORGENSEN e SEIFERT, 1997, *apud* PETERSON, 2000). Sorgo e Ambrozic-Dolinsek (2009) entendem que o maior conhecimento não conduz necessariamente a aceitação/rejeição, mas conduz a posições mais polarizadas. Ressalta-se que sua pesquisa se deu na Eslovênia, território do antigo reino iugoslavo, aliado do Nazismo.

O público do sul da Europa (França, Espanha, Portugal, Grécia, Itália e Suíça) tinha menor conhecimento sobre biotecnologia, uma baixa percepção de risco e um olhar otimista para novas tecnologias. A França é a

¹¹ Os artigos não deixam claro a que se referem esses conhecimentos com relação à percepção de risco. É provável que se relacionem ao domínio dos conceitos científicos sobre a produção das tecnologias.

que possui maior percepção de risco do grupo e também menor aceitação. A Suíça apresentou bem a divisão existente na Europa: sua parte germânica (norte) tinha 48% de aceitação biotecnológica, contra 69% na sua porção românica (sul) (ZECHENDORF, 1994).

O Japão apresentava população com conhecimentos comparados aos da Europa em todos os seus níveis de escolaridade, com alta percepção de risco em alimentos biotecnológicos, sendo que sua população foi mais susceptível a considerar o banimento de um produto (31%) do que na Europa (4%), que preferiu adotar medidas de controle (ZECHENDORF, 1994).

Os aspectos éticos têm alta influência na percepção de riscos e na aceitação de um produto biotecnológico. As pesquisas apontaram uma maior aceitação de produtos biotecnológicos destinados à produção de medicamentos, tratamentos de saúde e até modificação genética de plantas, do que aplicação de engenharia genética em animais, que geralmente levantaram oposição (PETERSON, 2000; ZECHENDORF, 1994). Nesse sentido, ao analisar a percepção de risco do público com relação à manipulação genética, Slovic (1987), bem como Fife-Shaw e Rowe (1996) e Sparks e Shepherd (1994), constataram que a mesma é considerada de risco médio, mas considerada altamente desconhecida.

A manipulação de embriões humanos frequentemente envolve valores religiosos. Na Ásia, o pensamento budista considera o tratamento genético antes do nascimento sem sentido, uma vez que as doenças congênitas teriam origem em vidas anteriores, sendo impossível mudar o *carma* (ZECHENDORF, 1994). Guivant (2006, *apud* RIBEIRO e MARIN, 2012) expande essa ideia ao afirmar que a forma como as pessoas concebem os riscos é determinada por fatores culturais, podendo apoiar-se em suas próprias experiências e na confiança nas instituições reguladoras de riscos.

No contexto brasileiro, as pesquisas sobre percepções de riscos da população são incipientes (ALLAIN e NASCIMENTO-SCHULZE, 2009; RIBEIRO e MARIN, 2012). O cruzamento dos termos “percepção de risco” com “transgênicos” ou “biotecnologia” no Scientific Electronic Library Online Brazil (SciELOBrazil) (livraria eletrônica que engloba uma coleção de periódicos científicos brasileiros) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) resulta em um número baixo de trabalhos que se relacionem a área (cinco artigos foram encontrados). Entretanto, esses artigos estão voltados majoritariamente para a análise do processo de regulamentação dos transgênicos e dos atores envolvidos, que é a tendência dos trabalhos que abordam o tema dos transgênicos no Brasil, conforme relatam Allain e

Nascimento-Schulze (2009). Para Guivant (2006, citada por esses autores) a falta de pesquisas sobre percepção pública de transgênicos no Brasil revela o estado do debate sobre o tema no país, bem como a falta de problematização do assunto no contexto acadêmico.

O trabalho de Furnival e Pinheiro (2008) ressalta a falta dessas pesquisas e se propõe a investigar percepções sociais sobre os transgênicos por meio de oito grupos focais de contextos diferenciados. Os autores ressaltam que houve nos grupos “muitas manifestações de incerteza, dúvida e desconhecimento em relação aos transgênicos nos alimentos”. A falta de conhecimento sobre o tema se traduzia em desconfiança e preocupação quanto aos efeitos desses alimentos para a saúde humana, dizem os autores. Os participantes enfatizaram a imprevisibilidade dos efeitos, bem como as suas características de ação em longo prazo, e também as inter-relações ambientais subjacentes. Embora a discussão dos OGMs estivesse presente na mídia, os grupos não a consideravam suficiente para esclarecer o tema, que então era propício para ser desenvolvido no imaginário popular, associado a riscos e incertezas. Eles defendiam, então, mais informação por meio dos jornais para que pudessem tomar decisões (FURNIVAL e PINHEIRO, 2008).

Os participantes também ressaltaram a importância da ciência, aliada a mídia, como fonte de informação. A ciência é então intimada pelos participantes para prover resultados de pesquisas que amenizem suas preocupações: “T12 — Os cientistas que sabem têm que nos dizer... T11 — Precisa evitar a comercialização desse produto. Não tem as cabeças pensantes? Pega todo esse **pessoal químico** e vá fazer um estudo real sobre a coisa, mas com o comércio fora do negócio...”. No entanto, surgem discussões dentro dos grupos sobre os objetivos da ciência: seria o de gerar conhecimentos neutros, pelo puro desejo de conhecer; ou seria o de melhorar a vida da população? (FURNIVAL e PINHEIRO, 2008, p. 284, grifo nosso).

Os participantes dos grupos focais consideram a rotulagem de alimentos transgênicos necessária para que possam tomar sua decisão, entretanto criticam a qualidade da informação. Para eles, deveriam vir indicações sobre os riscos dos alimentos transgênicos e não só o indício da composição transgênica. Os autores concluem que, por enquanto, a rotulagem é um dos poucos caminhos que o cidadão tem para agir nas decisões que envolvem os transgênicos (FURNIVAL e PINHEIRO, 2008), pensamento corroborado por outras pesquisas (NODARI e GUERRA, 2003; RIBEIRO e MARIN, 2012).

Em pesquisa sobre as representações sociais sobre transgênicos de 120 alunos do ensino médio de uma escola pública de Florianópolis, SC,

Allain e Nascimento-Schulze (2009) encontram a forte ligação do termo com a ideia de alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados. Após uma intervenção de divulgação científica, os alunos incorporam em suas representações do tema elementos de consideração do risco à saúde humana e ambiental, bem como alguns fatores econômicos (ALLAIN e NASCIMENTO-SCHULZE, 2009). A pesquisa sinaliza os conhecimentos gerais e simplificados dos alunos, que dificilmente consideram os riscos, bem como a importância de situações educacionais que propiciem a formação de ideias compartilhadas e mais abrangentes (ALLAIN e NASCIMENTO-SCHULZE, 2009). Os dados dessa pesquisa corroboram com as ideias de outros pesquisadores que pensam a inserção dos temas biotecnológicos na educação, pesquisando compreensões de alunos e professores, e que são discutidos no Capítulo 3.

O Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) realizou três pesquisas amostrais, com 2000 entrevistas, a pedido do Greenpeace sobre conhecimento e aceitação pública dos transgênicos nos anos de 2001, 2002 e 2003. Comparam-se a seguir a primeira e última pesquisa para analisar a evolução do conhecimento dos transgênicos no Brasil, entendido na pesquisa como ter ouvido essa palavra alguma vez. Infelizmente, o critério do risco não é especificado, mas subjaz uma parte da pesquisa sobre a aceitação desses produtos.

Em 2003, o percentual dos entrevistados que nunca ouviu falar de transgênicos caiu de 66% (em 2001) para 36% (2003), sendo que a diferença de conhecimentos entre homens e mulheres também se acentuou (70% deles contra 56% delas que já ouviram falar do tema em 2003; 35% deles e 28% delas em 2001). O conhecimento aumentou em todos os níveis de instrução, com destaque para os anos iniciais escolares, caindo de 80% em 2001 para 51% em 2003 a porcentagem daqueles que nunca tinham ouvido o termo entre os de primeiro grau incompleto. A região Sul continuou como a mais informada (13% nunca ouviram falar do tema em 2003, contra os 51% em 2001), as regiões Norte/Centro-Oeste e Sudeste se aproximaram entre si (perto de 35% daqueles que desconhecem os transgênicos em 2003, contra o valor próximo de 65% em 2001) e a informação no Nordeste melhorou (53% não conheciam o termo em 2003, contra os 81% em 2001). Em 2001, a desinformação foi maior em municípios com menos de 20.000 habitantes e do interior e entre aqueles com menor renda familiar (82% daqueles que recebem até um salário mínimo não tinham ouvido falar do assunto, contra 28% daqueles que recebem mais de 10 salários). Em 2003, essa mesma relação se manteve, embora os níveis de desinformação tenham caído (57% dentre aqueles que

recebem até um salário e 8% entre aqueles que recebem mais de 10 salários mínimos) (IBOPE, 2001; 2003).

A pesquisa ainda informou aos entrevistados como os transgênicos são produzidos¹² e perguntou se eles escolheriam um alimento convencional ou modificado. No geral, 74% escolheriam o não modificado em ambas as pesquisas, 2001 e 2003. A escolha pelos transgênicos não teve grande diferença com o nível de instrução, mas aqueles que tinham o primário incompleto tiveram grande percentual de abstenção de resposta (20%, contra 5% daqueles com o nível mais alto, em 2001), o que não mudou muito em 2003. A aceitação dos alimentos transgênicos e a indecisão quanto aos dois tipos de alimento tende a ser um pouco maior dentre aqueles com menor renda, de municípios interioranos e de baixo índice populacional em ambas as pesquisas (IBOPE, 2001; 2003).

Quando esclarecidos pelos entrevistadores das divergências entre os cientistas sobre a segurança dos transgênicos, 67% em 2001 e 73% em 2003 do geral achou que deveria ser proibido o plantio, enquanto as dúvidas não forem sanadas (IBOPE, 2001; 2003), seguindo uma atitude condizente com o princípio da precaução, como se verá a seguir. Nota-se que quanto menor a condição financeira, quanto mais interiorizado o município e seu tamanho, maior a abstenção dos respondentes quanto ao que deveria ser feito com relação ao plantio (IBOPE, 2001; 2003). Kolsto (2001) em sua pesquisa sobre tomada de decisão sobre a instalação de linhas de alta tensão sob o solo devido ao risco de causarem câncer encontra que há grupos de alunos que não conseguem tomar decisão no ambiente de indecisão, o que o autor diz corroborar com outras pesquisas educacionais. Pelos dados do IBOPE é possível relacionar a indecisão com um contexto social de menores oportunidades, sejam financeiras, educacionais e daquilo que venha a ser chamado de cultura erudita, dado que corrobora com as pesquisas de Sorgo e Ambrozic-Dolinsek (2009) de que melhor informação possibilita menor nível de indecisão.

Como se pode notar, pesquisas que investiguem as percepções de risco no Brasil são incipientes. Não obstante, as poucas existentes ressaltam

¹² “Um organismo é chamado de transgênico, ou geneticamente modificado, quando é feita uma alteração no seu DNA, ou seja, o local onde estão as características de um ser vivo. Através da engenharia genética, genes são retirados de uma espécie vegetal ou animal e transferidos para outra. Esses novos genes sofrem uma espécie de reprogramação, podendo produzir um novo tipo de substância, diferente do organismo original” (IBOPE, 2001, p. 7).

a carência sentida pela população de informação para que possam tomar decisão, sendo que, às vezes, faltam-lhes até o reconhecimento da existência de um problema ou mesmo dos transgênicos em si. Geralmente, essas pesquisas consideram que as informações apreendidas corroborarão para que se tome a posição que defendem. Isso porque analisam as informações dentro de seus sistemas de valores. Logo, uma educação para decisão também tem que discutir os valores que embasam a construção dessas informações para o reconhecimento da controvérsia e busca de uma saída ou alternativa.

Ainda, a ciência é convocada no debate, sendo alvo das esperanças de um esclarecimento da situação, conforme ressaltado na fala de um cidadão que pede as contribuições da química para explicar as incertezas sobre os transgênicos: “Pega todo esse pessoal químico e vá fazer um estudo real sobre a coisa” (FURNIVAL e PINHEIRO, 2008, p. 284). Essa fala revela muito sobre a visão dos processos de tomada de decisão, da ciência e da tecnologia. Uma educação para democratização também tem que problematizar essas falas, essas visões de mundo, para alcançar uma imagem do fazer científico mais condizente com a participação social ampla.

Entretanto, essa fala traduz uma importante relação entre a Química e as biotecnologias: o papel atribuído à ciência, principalmente à química, na regulação de assuntos biotecnológicos, e a entrega da decisão à CT. A química e biotecnologia se relacionam largamente nos sistemas produtivos, possibilitando o desenvolvimento de novos materiais e, ultimamente, buscando melhorar a qualidade dos processos, principalmente do ponto de vista ambiental. Os conhecimentos da química e das biotecnologias interagem e se influenciam mutuamente, entrelaçando os seus desenvolvimentos científico e tecnológico. Agora, percebe-se que a Química não só disponibiliza conhecimentos e práticas para as biotecnologias, mas é também uma ferramenta de estudo e controle dos impactos tecnológicos na sociedade.

Mas para onde aponta esse desenvolvimento, os seus impactos e a quem beneficiam são questões necessárias de reflexão. Essa é a discussão do próximo capítulo, que se pauta nas relações que se estabelecem entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, o papel do conhecimento científico para a tomada de decisão e as contribuições da educação (química) para uma sociedade mais democrática.

Capítulo 2 — DEMOCRATIZAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: implicações à educação

Como se discutiu no capítulo anterior, as biotecnologias são um campo que tem diversas implicações na química, seja na pesquisa e nos processos industriais, como também na vida da população em geral, portanto, deveria ser aportada à educação. Entretanto, os resultados desses impactos são incertos e muito debatidos dentro da comunidade científica, dentro dos órgãos governamentais e setores sociais. Por estar tão interligada com a vida cotidiana, torna-se necessário discutir como a sociedade em geral se relaciona com a ciência e tecnologia, tecendo reflexões sobre o contexto social das biotecnologias, em especial os transgênicos, apontando para processos que possibilitem maior participação social.

Assim, neste capítulo são discutidos aspectos sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade subjacentes ao tema biotecnológico, especialmente aos transgênicos. Descrevem-se os aspectos políticos envolvidos no processo de avaliação tecnológica, defendendo-se uma postura que possibilite a participação social nos processos de decisão, portanto, da regulação social da ciência e tecnologia. Nesse sentido, inferências sobre os efeitos dessa postura à educação são feitas a partir dos referenciais CTS, englobando a educação dialógica e problematizadora de Paulo Freire dentro do que se chama de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) ampliada.

Objetiva-se analisar os processos de tomada de decisão sobre riscos químicos e biotecnológicos, para questionar os valores de ciência e tecnologia que lhes subjazem, procurando formas democráticas de regulação das atividades da CT relacionadas à biotecnologia. Trata-se, portanto de um desvelar da situação da regulação dos transgênicos, para que ela possa ser discutida em seus aspectos educacionais.

2.1 DEMOCRATIZAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Os problemas causados pelos avanços advindos da ciência e tecnologia modernas levantaram clamores da população para uma atividade científico-tecnológica que possibilitasse a participação social ampla, a ciência para o povo e processos tecnológicos mais **democráticos**.

Auler e Delizoicov (2001) ressaltam o modelo tecnocrático, antidemocrático, como imobilizador da ação humana, pois ele considera que cada decisão pode ser mais bem tomada por especialistas com base na ciência. Esse modelo considera o cidadão “comum” destituído do conhecimento científico e sem o respaldo da “certeza científica”, sendo que

sua presença nos processos decisórios só acrescentaria ambiguidades e incertezas. Não obstante, como melhor decisora, a ciência só faria boas escolhas, conduzindo inexoravelmente ao progresso social. Esses são considerados “mitos”, pois estão fora de uma análise crítica e são imagens pouco condizentes da atividade científica, sendo também antidemocráticos (AULER e DELIZOICOV, 2001; 2003; 2006).

Fiorino (1990, *apud* BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003) elenca três argumentos para a participação do público na gestão de mudanças tecnológicas e científicas:

- ▲ Argumento instrumental: a participação possibilita menor resistência social, maior confiança nas instituições e maior adoção tecnológica. Também tem o papel de legitimação das decisões pelo respaldo popular, bem como melhores resultados.
- ▲ Argumento normativo: a tecnocracia é incompatível com a democracia, pois “cidadão significa ser capaz de participar nas decisões que o afetam ou que afetam a sua própria comunidade” (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003, p. 135), corroborado por (AULER e DELIZOICOV, 2006).
- ▲ Argumento substantivo: o julgamento dos leigos é tão válido quanto o dos especialistas, mas com abordagens diferenciadas. A população, principalmente aquela diretamente envolvida, tem maior conhecimento dos problemas, do contexto em que ele ocorre, bem como dos valores sociais e políticas que lhes concernem, diferentemente dos especialistas. Essa diferença de percepção de risco já foi apontada por outros pesquisadores (PETERSON, 2000; PETERSON e HIGLEY, 1993).

Logo, a participação de vários grupos sociais é imprescindível para a democratização, que não pode ficar restrita a mera participação pelo voto, ainda que ela seja importante. Esse se trata de um pensamento antidemocrático, quando restrito, pois passa a imagem de delegar o poder de decisão a uma elite, um grupo de pessoas mais capacitada (AULER, 2011; AULER e DELIZOICOV, 2001). A participação se dá tanto “na definição dos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, na definição da agenda de pesquisa, e, não apenas, como é hegemônico no campo CTS, na avaliação dos impactos pós-produção” (AULER, 2011, p. 2).

Esse tipo de participação pretende a democratização das decisões envolvendo CT, chamada por Auler (2011) de democracia participativa. Participativa porque insta para a ação, para superação do marasmo e do conformismo com as situações dadas, pelo rompimento com a *cultura do*

silêncio (AULER, 2011). Santos e Mortimer (2001) defendem a ação social responsável, atitude de cidadãos conscientes de seu papel na transformação social e na busca de melhor qualidade de vida para a população.

Pacey (1990), ao estudar a relação das sociedades com tecnologia, ressalta a necessidade de se romper com a tecnocracia e implantar a democratização das decisões científico-tecnológicas, propondo a mudança por meio da educação (tanto em nível básico, quanto na formação de especialistas). Pois “em uma democracia, as decisões devem ser o resultado de um debate aberto e bem informado, e é neste contexto que a popularização da ciência é tão importante” (DICKSON, 2001, p. 12 *apud* AULER e DELIZOICOV, 2001).

Delizoicov e Auler (2001; 2011) encontram semelhanças nas proposições de Pacey com os estudos CTS e a educação dialógica e problematizadora de Freire, como já discutido na seção 2.1. A educação freireana intenta o *desvelar* da realidade, das relações que lhes subjazem e dos mitos que paralisam a sociedade por posturas fatalistas. Atualmente, o fatalismo jaz na entrega do destino público e compartilhado à tecnocracia. Para superar esses mitos é preciso mais do que mudança conceitual, é necessária uma discussão crítica da atividade da CT, o que aproxima a educação freireana dos estudos CTS (AULER e DELIZOICOV, 2001).

Pacey (1990) também ressalta o papel das organizações sociais para a democratização da CT. A escola é uma dessas instituições, principalmente quando se considera a educação com ideais de Freire, para a discussão das diversas visões de mundo, considerando contribuições não só dos alunos, mas da comunidade que cerca a escola como um todo, por meio da participação desses agentes sociais na *investigação temática*¹³. Esse é o momento propício para se discutir os riscos de determinadas ações, sejam científicas, tecnológicas, econômicas, etc., do ponto de vista das comunidades. Assim, podem-se levantar outras considerações, diferentes campos de ações, problemas ainda não percebidos, incertezas e contradições daqueles que vivenciarão as implicações de tais ações em seu cotidiano, indo ao encontro do argumento substantivo para a regulação social da CT.

¹³ Momento que precede a atividade educativa em sala de aula, consiste no levantamento da realidade da comunidade, para identificação de suas situações-limites a serem problematizadas no ato educativo, para sua superação e transformação do meio (FREIRE, 1983; 2011).

A democracia na política da CT pode se dar pela ação individual ou coletiva. A primeira forma integra a *teoria da participação direta* e a segunda a *teoria do pluralismo*. A forma direta prevê o envolvimento individual dos cidadãos, considerando nas decisões as pessoas diretamente afetadas, o público potencialmente afetado, consumidores e produtores da mudança e comunidade científica e engenheiril como um todo. O pluralismo defende a participação a partir de grupos sociais voluntários e auto-organizados, adquirindo mais força do que a ação individual. Como é voluntariado, uma pessoa pode participar e formar diversos grupos (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003).

Defende-se neste trabalho uma ação *pluralista*, assim como faz Santos e Mortimer (2001). Pensar na consideração de interesses individuais numa democracia de mais de 195 milhões de residentes (IBGE, 2011), caso do Brasil, é uma tarefa hercúlea, para não dizer impossível. Além disso, ao se considerar o caráter substantivo da participação, ou seja, a contribuição pública por meio de seus conhecimentos, há de se levar em conta aspectos gnosiológicos e epistemológicos.

Nesse sentido, Freire trata da produção de conhecimentos, em seus aspectos de cultura popular (construída pelo povo) e de cultura universal e sistematizada (científica) (DELIZOICOV, 1991). Entretanto, não dicotomiza a relação entre as duas, pois isso seria incorrer em polarização, em que uma seria considerada “boa e válida”, em detrimento de outra “ruim e inválida” (FREIRE, 2005). A dialogicidade é o elemento presente na comunicação entre indivíduos, assimétricos em formas de conhecimentos, mas igualmente homens com direito de voz, que em conjunto procuram entender-se, em suas linguagens diferenciadas, buscando significantes comuns. Entretanto, o diálogo é intencionado, não mero verbalismo. Ele é indispensável no que Freire chama de pedagogia do oprimido: “aquela que tem de ser forjada *com* ele [o oprimido] e não *para* ele, enquanto homens ou povos, na luta incessante de recuperação de sua humanidade” (FREIRE, 2005). Não obstante, o diálogo entre alunos em pequenos grupos de estudo obteve bons resultados em pesquisas educacionais, possibilitando aprendizagem significativa, contribuindo para argumentação e reflexão de forma complexa (LEVINSON, 2008).

Para se livrar de sua opressão, o homem tem de, primeiro, tomar consciência dela, para que possa transformá-la. Esse movimento exige que as consciências se libertem de sua imersão na opressão, destaquem-se do mundo para analisá-lo em suas inter-relações. E, então, volta-se para o mundo, dessa vez transformando-o, processo de problematização da realidade (FREIRE, 2005). Assim, visto que a CT estão cada vez mais condicionando as relações homem-homem e homem-mundo, é preciso

problematizá-la. A tecnocracia, oposta às ideias de democratização aqui defendida, é resultado da imagem pouco consistente da CT e de suas relações com a sociedade, consolidando-se por meio dos mitos da superioridade das decisões, pelo salvacionismo e pelo determinismo científico e tecnológico (AULER, 2011; AULER e DELIZOICOV, 2001, 2003, 2006; DELIZOICOV e AULER, 2011).

Há de se repensar também a visão de ciência. Nesse sentido, para Fleck (2010) a atividade científica é eminentemente uma atividade coletiva, social. O papel do indivíduo é o de fazer constatações inevitáveis dentro da atmosfera social dominante — o estilo de pensamento. “Por isso, o processo de conhecimento não é o processo individual de uma ‘consciência em si’ teórica; é o resultado de uma atividade social, uma vez que o respectivo estado de saber ultrapassa os limites dados a um indivíduo”. Conhece-se dentro de um quadro de referências teóricas e práticas compartilhadas, internalizadas por cada um dos indivíduos. Além disso, a colaboração tem outro papel, que vai além da simples soma de esforços, o de construir uma “formação (*Gebilde*) específica”, o que possibilita reestruturações e transformações do conhecimento, que não se dariam de forma individual. Em suma, conhece-se mais e melhor em grupo, ou ainda, em grupo é possível conhecer aquilo que não se conheceria sozinho (FLECK, 2010, p. 81-82; 149, grifo do autor).

Nesse sentido, o viés das decisões pessoais faz com que os indivíduos tendam a caminhos não tão racionais, mas que sigam uma heurística que simplificam os processos implicados (ACEVEDO *et al.*, 2005). Logo, esses autores defendem um processo de tomada de decisão baseado em discussões coletivas. Os grupos e comunidades costumam cometer menos erros, pois têm maior capacidade para corrigir e comprovar os vieses pelos seus próprios meios de avaliação e controle. Assim, o autor corrobora para a ideia de participação democrática pluralista.

Conscientes da necessidade de considerar a participação plural na tomada de decisão, ela pode se dar em três instâncias, assim como a forma direta. No âmbito administrativo, em que consultas são feitas a população por meio de *workshops*, pesquisas de opinião, gestão negociada (um comitê negociador composto por representantes de diversos setores sociais), etc. No âmbito jurídico é onde geralmente vem ocorrendo a maior participação social. Recorrer à juízo tem sido cada vez mais frequente para restringir e dirigir as mudanças tecnológicas, principalmente pelas influências do paradigma do risco e seu sistema de compensação, como será discutido na seção 2.3. Na esfera de consumo, nos países de economia de mercado, há a opção do consumo diferenciado — uma pressão exercida por meio da balança de oferta–demanda, mas essa se baseia na decisão *ex post acto*, uma

vez que a tecnologia já está dada (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003).

A democratização das decisões relativas a temas sociocientíficos está intrinsecamente relacionada aos processos de tomada de decisão dos cidadãos sobre os assuntos que se relacionam com suas vidas (SANTOS e MORTIMER, 2001).

2.2 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

Falar do processo geral de tomada de decisão parece ser algo não tão simples. Esse termo recebe significação diversa (SANTOS e MORTIMER, 2001), decorrente dos sistemas de opinião e das visões de mundo de quem o descreve. Entretanto, tenta-se mostrar uma breve diferença entre dois conceitos básicos, ligados em certo grau ao modelo tecnocrático e ao democrático. Tratam-se de 1) uma abordagem cientificista, pretensamente neutra e objetiva, como também determinista; e 2) outro processo, dinâmico, complexo e que não pode ser entendido *somente* com artefatos mecanicistas. Nesse sentido, Zeleny (1982) distingue dois tipos de abordagem na tomada de decisão. A primeira está *orientada no resultado* e na possibilidade de previsão dos efeitos de uma determinada ação. A segunda é *orientada pelo processo*, procurando entender como a decisão é feita, para melhorá-la.

Um exemplo da primeira abordagem é a definição adotada por Paiva (2009), que se aproxima do modelo racionalista de tomada de decisão adotado por McConell (1982 *apud* SANTOS e MORTIMER, 2001), esquematizado na Figura 2. “Decidir, basicamente, trata-se de escolher uma linha de ação que possibilite ou venha a tornar possível obter o resultado almejado” (PAIVA, 2009, p. 42). A partir de um problema, gera-se um sistema de informações, *i.e.*, uma coleção de dados sobre a situação a serem analisados quanto à probabilidade de ocorrência de efeitos (sistema de previsão) e os seus valores (sistema de valoração). Forma-se uma estrutura hierárquica com os dados, com base nos efeitos desejáveis e indesejáveis e suas frequências, para então estabelecer uma melhor linha de ação — o processo de decisão. Entretanto, o próprio autor reconhece os limites de uma abordagem meramente probabilística, afirmando que esse não é um procedimento meramente estatístico, mas também administrativo, lógico e financeiro (PAIVA, 2009). Na educação, essa compreensão da tomada de decisões se reflete na ideia de que ela seja “um processo racional que envolve várias etapas”, conforme levantamento de Santos e Mortimer (2001, p. 98).

Figura 2: Processo de tomada de decisão estritamente racional.



Fonte: adaptado de Paiva (2009).

Representando a segunda abordagem, há a concepção de que tomar decisão não é possível quando fica restrita somente a medidas técnicas, seguidas de pesquisas mecânicas. Quando se considera apenas atributos únicos no processo, sejam eles a utilidade ou outro objetivo qualquer como medida de mérito, a decisão já foi feita com base nesses atributos e só se tornará explícita com as pesquisas posteriores. Logo, só há tomada de decisão com a consideração de múltiplos critérios.

Tomada de decisão é um processo dinâmico: uma busca por informações complexas, cheias de desvios, enriquecida pelo *feedback*, se lançando em todas as direções, colhendo e descartando informações, abastecida pela incerteza flutuante e por conceitos indistintos e conflitantes — alguns afiados, outros nebulosos. (...) O homem é um tomador de decisões relutante, não uma rápida máquina de calcular (ZELENY, 1982, p. 86, tradução nossa).

A tomada de decisão por múltiplos critérios (Multiple Criteria Decision Making, MCDM), citada acima, surge da ineficiência do modelo antigo em tratar de problemas complexos e difusos. Logo, os objetivos a serem tomados pelos atores de decisão se tornam altamente imprecisos e as técnicas de decisão os auxiliam a encontrar as ações mais coerentes com seus objetivos em longo prazo (STEWART, 1992). Essa concepção corrobora com a ideia de tomada de decisão pragmático-política de Habermas, em que há ação conjunta de especialistas e cidadãos, e que é citada e defendida por Santos e Mortimer (2001). Tal abordagem possibilita a democratização das decisões envolvendo CT, pois “uma efetiva democratização de processos decisórios implica em ampliar o espectro de dimensões que balizam a fundamentação, a argumentação” (AULER, 2011, p. 8). Aqui a educação científica também tem um importante papel.

A educação para a cidadania, ou para democratização, não pretende apresentar soluções prontas para os estudantes, muito menos impor modelos de tomada de decisão. É por isso que essa educação é um processo de discussão (SANTOS e MORTIMER, 2001), ou argumentação (SANTOS, MORTIMER e SCOTT, 2001), ou seja, de avaliação das diferentes opiniões que surgem no debate e negociação de uma solução de interesse comum (SANTOS e MORTIMER, 2001).

“Como promover a participação social quando a população está tão defasada em conhecimentos sistematizados para participar das discussões?”, poderia se questionar. A resposta normalmente adotada é a concepção linear de participação, que prega a alfabetização científico-tecnológica antes, para que depois o aluno possa participar. Ocorre a anulação do tempo presente. A escola parece desvinculada em tempo e espaço, por transmitir respostas prontas, para as quais não se fizeram perguntas, sobre tempos passados desconexos, preparando para a atuação futura. A não vivência do momento, “gera frustração, desmotivação, culminando com o abandono, com a evasão” (AULER, 2007, p. 15).

Contra essa visão atemporal da escolar, Freire (1983) introduz a ideia de *práxis*: a reflexão crítica sobre a prática, sobre a relação dos homens entre si e com a natureza, para que possa, então, transformar a si mesmos e ao mundo, ultrapassando os limites à sua liberdade — as “situações-limites”. “Esta superação, que não existe fora das relações homens-mundo, somente pode verificar-se através da ação dos homens sobre a realidade concreta em que se dão as ‘situações-limites’” (FREIRE, 2005, p. 105). Incorporando os ideais de Freire no movimento CTS, Auler (2007, p. 167, grifo nosso) ressalta que “Num repensar do tempo de escola, defende-se não mais **aprender para participar**, mas **aprender participando**”.

No âmbito educacional, não é infrequente que a tomada de decisão se restrinja aos domínios científico-tecnológicos. Assim, tenta-se tomar decisões apenas com base em conhecimentos da CT, tornando o pano de fundo da decisão meramente tecnocrático (AULER, 2011; AULER e DELIZOICOV, 2006). Entretanto, Auler (2011) ressalta que os problemas a serem decididos, verdadeiros temas controversos social e cientificamente, são complexos e não podem ser compreendidos e abarcáveis unicamente pela CT, por envolverem juízos de valores, dimensões econômicas e interesses diversos. Por exemplo, “no caso da transgenia, além dos aspectos técnico-científicos ligados à sustentabilidade dos ecossistemas (o que inclui o ser humano), está em jogo, por exemplo, a soberania/autonomia na produção de sementes” (AULER, 2011, p. 6).

Nesse sentido, a educação que almeja a tomada de decisão não pode se pautar apenas em conteúdos conceituais. A escola, como instituição

destinada à educação, deve assumir seu papel de educar para a tomada de decisões, que nos ideais de Freire assume a ideia de tomada de consciência e ação. E se as relações homem–mundo e homem–homem são o ponto de partida para a conscientização, o processo educativo não pode ser feito de forma estanque, reduzido e separado de suas inter-relações (FREIRE, 1983). A realidade, que é *multidimensional e complexa*¹⁴, exige que se a olhe de forma integrada (MORIN, 2004). Assim, não convém estudar a biotecnologia somente em biologia. Ela deve ser estudada em seus aspectos químicos, físicos e principalmente sociais.

Freire propõe, então, processos dialógicos para a montagem do conteúdo programático das situações educacionais, rompendo com a prefixação de tópicos pelos interesses de uns, mas também não deixando o processo “ao sabor do momento”, sem valorizar, portanto, o espontaneísmo. Assim, ele propõe a interação entre uma equipe interdisciplinar e a população participante do processo de ensino-aprendizagem na construção de programas educacionais por meio da investigação temática, constituída de cinco etapas (PONTUSCHKA, 1993).

A primeira é o levantamento preliminar da realidade, em que a equipe de educadores coleta informações sobre o local, por meio de trabalho de campo, conversas com moradores, consultas a movimentos sociais, instituições, textos, dados estatísticos, análises anteriores, etc., configurando um dossiê da realidade local. Na segunda etapa, os especialistas identificam dentro de suas áreas e com base no dossiê as situações que são significativas para esse grupo social — aquilo que é percebido como dificuldade a ser superada e que se inter-relaciona com um contexto mais amplo. Na terceira etapa, é feito o círculo de investigação temática, em que os pré-temas selecionados na etapa anterior são apresentados à comunidade escolar (na forma representativa, ou ampla) na forma de uma situação a ser interpretado e tem o intuito de “testar” a sua significância para a população. Na quarta etapa é feita a redução temática: as informações coletadas na etapa anterior são rediscutidas, os pré-temas são avaliados e os temas significativos são pensados nas diferentes óticas disciplinares e nas faixas etárias pertinentes. É na quinta etapa que se dá o trabalho docente em sala de aula, com a discussão dos temas propostos, esclarecendo sua lógica e procurando suas relações (PONTUSCHKA,

¹⁴*Multidimensional*, pois é “histórica, econômica, sociológica, religiosa...” e *complexa* no sentido de “o que foi tecido junto”, uma vez que as dimensões estão todas interconectadas (MORIN, 2004, p. 38).

1993). Contribuições nessa etapa foram desenvolvidas por Delizoicov (1982, 1991) pela ideia de momentos pedagógicos: *problematização inicial*, apresentação do tema gerador e sua discussão pelos alunos, procurando distanciar-se e analisar o problema; *organização do conhecimento*, em que são estudados os conhecimentos necessários para entender os temas; *aplicação do conhecimento*, em que os conhecimentos são sistematizados para interpretar o tema e outras situações que também podem ser por meio dele compreendidas (DELIZOICOV, 1982).

Essa concepção de organização de programa educacional se dá em volta do *tema gerador de conteúdos escolares* — temas que não podem ser resolvidos só com a cultura primeira do aluno (DELIZOICOV, 1982), mas que, no entanto, podem ser entendidos pelos conhecimentos escolares, que assumem uma perspectiva ampla na obra freireana. Compreender a realidade, por meio de temas representativos, “é mais do que perceber vagamente que existem relações entre eles”. Trata-se de ir além dessa visão genérica, a partir do entendimento de como, quando e onde essas relações são estabelecidas (PERNAMBUCO, 1993, p. 83).

Buscar o tema gerador, compreender o que é significativo nas dimensões analítica e vivencial, **trabalhar a partir desse tema, é trazer à tona as contradições** e tentar ir além delas, superá-las, possibilitando a conquista de novos conhecimentos para todos os participantes. Significa uma ruptura, **uma mudança profunda de olhar**, na construção do diálogo, da aceitação honesta, mais do que isso, na busca das diferenças, da sua superação em uma construção coletiva (PERNAMBUCO, 1993, p. 78, grifo nosso).

Percebe-se a importância do tema gerador no processo educacional, tanto como definidor dos conteúdos a serem estudados, como para dar um objetivo para a educação: a superação dos problemas da comunidade e suas contradições, que não se dá pela mera apropriação do conhecimento científico, mas por “uma mudança profunda de olhar” (PERNAMBUCO, 1993, p. 78), que implica uma reestruturação dialógica dos princípios e valores que orientam o olhar para o mundo. Nesse sentido, o tema gerador não determina apenas que conhecimentos científicos serão abordados, mas traz a necessidade de uma discussão dos valores e filosofias subjacentes a esse conhecimento e a situação real. **O conteúdo escolar** se torna, portanto, o conjunto de conhecimentos científicos e filosofias e valores que os subjazem.

Não obstante, Acevedo *et al.* (2005), Auler (2011), Santos e Mortimer (2001) e Santos, Mortimer e Scott (2001) trazem diversas pesquisas que contrariam a visão de que a mera apropriação de conhecimentos da natureza da Ciência (NdC) possibilita uma melhor tomada de decisão. Geralmente, as decisões são feitas com base em aspectos culturais, sociais, emotivos, atitudinais e axiológicos, mesmo em face de conhecimentos científicos que contrariem esses valores pessoais (ACEVEDO *et al.*, 2005; KLEIN e LABURÚ, 2012; ZEIDLER *et al.*, 2002). Esses dados levam os autores a defender a postura CTS que considera não só a abordagem da NdC em sala de aula, mas sua discussão intrínseca à dimensão axiológica e procedimental. Ou seja, considera que a mera apropriação de conceitos científicos destituídos de uma discussão crítica de valores e princípios não contribui necessariamente a uma tomada de decisão mais acertada (ACEVEDO *et al.*, 2005), sendo necessário, portanto, considerar os conteúdos escolares nas dimensões conceitual e axiológica, que embasam o campo da ação.

Para alcançar o objetivo de uma educação para a tomada de decisão, discutiu-se a importância de abordar o movimento CTS e os pressupostos educacionais de Freire. Esse quadro teórico (mas também prático) possibilita questionar a imagem hegemônica da ciência, instando para uma ação coletiva de conhecimento e transformação do mundo. A participação democrática assume o sentido pluralista e participativo, visto que não relega a ação a um grupo, mas prevê o engajamento coletivo para decisão. Tal educação, no entanto, parte da discussão de temas sociais relevantes para discutir conhecimentos e valores (científicos e da população), o que a aproxima da tomada de decisão por múltiplos critérios. A dialogicidade, que considera a fala de especialistas e da população no geral, permite vislumbrar o problema por diversas dimensões, propiciando uma melhor avaliação e legitimação das alternativas e dos critérios de análise.

Toda essa atividade educativa está pautada no tema gerador. Nesta pesquisa, assume-se que um **possível** tema gerador seja as biotecnologias ou, melhor ainda, as biotecnologias podem ser consideradas *temas dobradiças*, inseridos no processo de investigação pelo professor para complementar o entendimento da realidade local (FREIRE, 2005). A partir dessa consideração, urge que se analisem as implicações educacionais de considerar as biotecnologias como um tema para o ensino, devido ao seu caráter controverso, tanto cientificamente, quanto socialmente.

2.2.1 Decisão sobre temas controversos

Em consonância com a defesa freireana da educação pautada nos temas geradores, dentro do movimento CTS Santos e Mortimer (2001) defendem que a discussão de temáticas cotidianas dos alunos, que possibilitem diversas opiniões, sendo de fato um dilema — ou **tema controverso** — são as mais indicadas para promover a tomada de decisão.

De acordo com Reis (2003; 2007), os temas controversos são aqueles que suscitam opiniões divergentes, não podem ser resolvidos apenas por análises baseadas nas evidências ou experiências, pois implicam na negociação de valores, e são situações significativas para a maioria das pessoas. Há controvérsias em todas as áreas da vida humana — ciência, história, arte, economia, política, etc. As controvérsias sociocientíficas e socioambientais são pouco delimitadas, multidisciplinares, heurísticas, carregadas de valores (invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e **não estão presentes no rol de conteúdos tradicionalmente abordados pela escola** (REIS, 2007, p. 129, grifo nosso), sendo as biotecnologias um exemplo (REIS, 2003).

A incerteza científica, e a controvérsia que pode gerar, “não pode ser descrita como uma deficiência objetiva de conhecimento. Antes, a incerteza percebida é função subjetiva da complexidade social e fatores culturais” (WYNNE, 1992 *apud* LEVIDOW, 2001, p. 845). Assim, a incerteza pode ser reduzida ao embate de forças sociais opostas; ela não é mais um simples motivo de desentendimento, mas um argumento social estratégico. Não obstante, ao procurar mais fatos para embasar os riscos, fazem-se escolhas sobre quais riscos evitar e as possíveis saídas, o que nos diz que os fatos são enquadrados pelos valores (LEVIDOW, 2001).

A incerteza científica é derivada da tentativa de resolver um problema científico, não ficando restrita ao âmbito de sua justificação. Fleck (2010) defende que a formulação dos objetos de investigação científica é delimitada por um estilo de pensamento, uma atmosfera social que incorpora, não obstante, os valores e princípios sociais. Assim, a incerteza não é só justificável pelo confronto de valores sociais, mas surge da formulação de problemas dentro de sistemas axiológicos definidos, portanto, sujeitos ao questionamento valorativo. Essa ideia é corroborada por Levidow (2001), que considera que qualquer definição de um problema científico, como aqueles que envolvem os riscos, tem uma interdependência estrutural de fatos e valores.

Assim, fica claro que as controvérsias científicas são controvérsias sociais, por isso o termo *sociocientífico* pode se fazer mais adequado para se referir a elas. Nesse sentido, tal conceito se aproxima dos *aspectos sociocientíficos*, cuja discussão em sala de aula é defendida por Santos

(2006), se se pretende o diálogo sobre valores, atitudes e conhecimentos, possibilitando a transformação da realidade (SANTOS e MORTIMER, 2001; SANTOS, MORTIMER e SCOTT, 2001). Os autores não deixam obrigatória a necessidade da controvérsia nesses *aspectos*. Eles (SANTOS e MORTIMER, 2009) partem da definição de questões sociocientíficas¹⁵, que se dão sobre problemas que conduzem à “soluções” parciais com aspectos positivos e negativos, logo **contraditórias**. Entretanto, adotam o termo *aspectos sociocientíficos* (ASC) para abordar não somente questões que envolvam controvérsias, mas todos os assuntos que sejam significativos para a população (SANTOS e MORTIMER, 2009).

Nessa pesquisa, adota-se a terminologia de **temas controversos sociocientíficos**, pois entende-se que a controvérsia científica é também (ou deriva de) uma controvérsia social. Sua resolução é parcial, contraditória, como as questões sociocientíficas de Sadler (2011). Assim, não deve ser um jogo de escolha *entre* alternativas de forma puramente racional, mas de superação de alternativas dialéticas, na criação de sínteses, que ainda abarcarão outras contradições.

Os especialistas entram frequentemente em conflito, pois as controvérsias sócio-científicas não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica, uma vez que envolvem hierarquizações de valores, conveniências pessoais, pressões de grupos sociais e económicos, etc. (REIS e GALVÃO, 2005, p. 134).

A preparação dos alunos para a tomada das decisões envolve, de acordo com Reis (2007), apreensão e reflexão crítica de conhecimentos científicos necessários para entender a situação, bem como de assuntos acerca da natureza da Ciência (NdC) (metacientíficas); avaliação das dimensões éticas e moral da ciência e tecnologia; e motivação e confiança para agir (REIS, 2007). Esses objetivos da educação por meio de controvérsias sociocientíficas coincidem com aqueles da Alfabetização Científica e Tecnológica ampliada, do movimento CTS e dos pressupostos freireanos (AULER e DELIZOICOV, 2001), como já discutidos.

Entretanto, alguns fatores se impõem para que tais atividades sejam realizadas pelos professores: pressões de instâncias superiores; medo do professor de perder o controle da discussão e o poder em sala; o excesso de conceitos a serem ministrados; falta de materiais que norteiem e auxiliem o

¹⁵Aproxima-se da conceituação de Sadler (2004, *apud* SADLER, 2011).

trabalho docente; a influência de exames de seleção para ensino superior; preconceito com as atividades diferenciadas; falta de experiência de alunos e professores com esse tipo de atividade; professor despreparado com relação aos conhecimentos técnicos e sobre a natureza da ciência (REIS, 2005; 2007).

No entanto, Reis (2005) ressalta que o maior obstáculo para a discussão de temas controversos no ensino médio está ligado às concepções didático-pedagógicas dos professores, à forma como encaram o currículo, o ensino e a aprendizagem. A abordagem de questões sociocientíficas está relacionada com os objetivos educacionais dos professores, que advém, por sua vez, de suas experiências de vida e também da formação inicial. A própria concepção da natureza da ciência interfere nisso, pois se há segurança na certeza científica, não há controvérsia: a ciência pode encontrar a melhor opção, o caminho certo. O envolvimento com grupos sociais que tenham olhar crítico sobre a natureza científica e tecnológica, bem como as aulas de didática nos cursos de formação inicial, são momentos importantes para se repensar a ciência e tecnologia, bem como o papel da educação no mundo cada vez mais interdependente dessas duas esferas (REIS, 2005).

As dificuldades enfrentadas pelos sistemas escolares são complexas, sendo que as condições materiais e econômicas são apenas uma dimensão do todo, que vem sendo encarada com mobilização social e pressão por mais investimentos na área. Outro aspecto problemático é a rígida burocracia, que se apresenta na ânsia pelo cumprimento do rol de conteúdos tradicionalmente pré-estabelecidos e mais recentemente na busca do alcance de índices educacionais pré-definidos. A sobrecarga do professor, com número elevado de turmas, alunos, trabalho, com pouco tempo para se planejar, é outra face. Abordar temas atuais e cotidianos, como as biotecnologias, parece ser ainda mais um trabalho que ele teria que abordar.

Defende-se nesta pesquisa que esses são problemas superáveis e não obstáculos intransponíveis, sendo que as ideias de Freire (1983; 2005) representam alternativas viáveis. O repensar da formação do conteúdo programático voltado para a compreensão e transformação da realidade, contruído por meio de interações dialógicas na investigação temática, possibilitam repensar a ação docente, tirando-lhe o fardo do “dar conta” dos conteúdos estabelecidos e dos diversos temas atuais ou cotidianos, focando, no entanto, naqueles que são relevantes para a comunidade. Entretanto, a própria implantação dessa atitude é complexa, como Reis (2005) relata sobre as dificuldades dos professores, provenientes de suas concepções pedagógicas e de NdC. Assim, a “reinvenção” da escola pede pela “reinvenção” dos cursos de formação de professores, sobre a qual se fala

brevemente na seção 2.4 COMUNIDADE–ESCOLA–UNIVERSIDADE: relações necessárias.

Outro problema que se faz presente na discussão de temas controversos e questões sociocientíficas no geral é o seu caráter complexo, ao ser multidisciplinar, heurístico e abrange diversos valores. O debate entre correntes científicas e filosóficas divergentes faz com que não haja **um** conhecimento científico e filosófico disponível para basear a discussão e tomada de decisão. Como diz Sadler (2011):

Questões sociocientíficas (QSC) são questões socialmente controversas com ligações conceituais e/ou procedimentais à ciência (SADLER, 2004). Elas são problemas de final aberto sem resoluções claras; de fato, elas tendem a ter múltiplas soluções plausíveis. Essas soluções podem ser infomadas por princípios¹⁶ científicos, teorias e dados, mas as soluções não podem ser completamente determinadas por considerações científicas.

Não obstante, a falta de pesquisas empíricas que investiguem diversos aspectos da segurança dos alimentos transgênicos já é apontada por alguns autores (MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999; RIBEIRO e MARIN, 2012). O que leva a questionar quais são os conhecimentos científicos que poderiam contribuir para basear a tomada de decisão. Que conteúdos a Ciência disponibiliza para tomar decisão?

A controvérsia na ciência resulta do seu caráter social, de uma atividade baseada em valores e visões do mundo, visões sobre quais são os problemas a serem abordados, como serão abordados e quais as finalidades de sua resolução (LEVIDOW, 2001). Trabalhar o conhecimento científico em sala de aula, portanto, trata de se discutir não somente os produtos da ciência, as teorias e os modelos, mas também debater sobre as visões de mundo que possibilitaram a sua construção (PONTCHUSKA, 1993). Logo, a busca por um conteúdo científico para abordar as biotecnologias em sala de aula não pode se restringir à busca de teorias e modelos científicos que as expliquem. Ela tem que ir além e buscar quais as condições sociais, quais os objetivos, justificativas, valores e princípios que organizaram a construção desse conhecimento.

¹⁶ Aqui princípio tem a conotação de produto do conhecimento científico, como a teoria. Não se relaciona aos valores que conduzem a pesquisa.

Em consonância com esses preceitos e com a falta de um conhecimento científico que suporte a tomada de decisão, recorre-se ao estudo das filosofias e valores que permeiam as abordagens científicas do risco e das incertezas que os permeiam, como um meio de embasar os processos decisórios. Nas próximas seções, faz-se uma correlação entre as formas de a sociedade como um todo abordar o risco (*paradigma¹⁷ social do risco*) e das formas que a química historicamente utiliza para abordar o tema (*paradigma¹⁸ químico do risco*). Pretende-se discutir os valores que embasam algumas incertezas e controvérsias da biotecnologia transgênica, possibilitando um conteúdo para a química.

2.3 UMA ABORDAGEM DAS BIOTECNOLOGIAS NA QUÍMICA

Discutem-se, a seguir, a gestão de risco como um processo histórico e os atores envolvidos nessas abordagens. Disserta-se sobre os princípios que historicamente vêm embasando as formas de agir perante aos riscos, numa tentativa de contribuir para um conteúdo químico que não se restrinja aos conceitos científicos. Não só se fala dos valores que embasam a tomada de decisão e suas metodologias, como também se avalia como elas se configuram com relação à participação democrática, apontando para a adoção de uma dessas estratégias pela sociedade, ressaltando sua necessária ênfase na educação.

Nota-se o papel preponderante da ciência dentro do *paradigma químico de risco* e a possibilidade de ampliar o escopo de atores decisórios por meio do *paradigma químico ecológico*. Assim, questiona-se a concepção de ciência salvacionista e neutra, bem como os valores do progresso tecnológico, pensando a função política da CT, principalmente

¹⁷ Paradigma tem uma conotação geral de padrão normativo, referência, não estreitamente ligada ao termo kuhniano, uma vez que os autores usados para essa análise não adotaram o referencial.

¹⁸ Aqui o sentido é kuhniano, como declara Thornton (2000, p. 318, tradução e grifos nossos) “É um **paradigma**, no senso de **Kuhn**, pois as ferramentas, conceitos e pressupostos políticos e científicos que perfazem o paradigma do risco determinam como os dados da fonte e os impactos dos químicos tóxicos são coletados e interpretados, como as conclusões são então feitas, e quais tipos de ação serão tomadas em resposta.”

como instrumento legitimador do processo de tomada de decisão, pelas análises de risco e impactos tecnológicos¹⁹.

2.3.1 Os Paradigmas da Gestão de Risco

A sociedade industrial caminha para o que Beck (1998, *apud* HAMMERSCHMIDT, 2002) denomina de *sociedade de risco global*, devido aos enormes impactos científico-tecnológicos, em grande parte já identificados pela própria ciência e divulgados pela mídia. Não obstante, sabe-se que os riscos não são mais locais e simples, mas assumem características *multidimensionais*, complexas, irreversíveis, ubíquas e manifestadas em longo prazo, trazendo consigo muitas incertezas (HAMMERSCHMIDT, 2002; LUCESI, 2011). O reconhecimento dessas incertezas leva à tomada de consciência de um risco global, que seja o “da possibilidade de autodestruição real de todas as formas de vida no planeta” (HAMMERSCHMIDT, 2002, p. 100).

Ewald (1996) descreve três momentos históricos distintos pela maneira de se abordar o risco, aqui chamados de *paradigmas sociais do risco*. O **primeiro período** concebe o “risco” como uma fatalidade, ou um destino, sendo mais bem denominado de *perigo*, baseando-se na responsabilidade individual e na virtude moral, intrinsecamente relacionado com o liberalismo do século XIX, sem apoio político ou econômico, dependendo de o sujeito agir com prudência e cuidado. A gestão do risco é local, de responsabilidade exclusiva dos diretamente envolvidos na atividade (indústria e trabalhadores) — *o paradigma da responsabilidade*.

O **segundo período** coincide com o estado de bem-estar social no século XX (BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011). Com o fortalecimento da ciência e tecnologia (CT), os perigos se convertem em riscos e surge a prevenção. Guiada pela visão positivista da CT, são estabelecidas metodologias (as avaliações de tecnologias — TA, em inglês) para se quantificar o risco, atribuindo-lhes valores e padrões de aceitabilidade, considerando-o, em certo grau, inerente à atividade humana, culminando num sistema de compensação do risco — as indenizações (BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011). Essas ideias perfazem o

¹⁹ Tecnológico se refere não somente a aparatos e instrumentos, mas também a sistemas (sociais, científicos e técnicos), que permitem ao ser humano interagir e transformar o mundo que o cerca, tanto cultural como físico (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003).

paradigma da prevenção ou *da solidariedade*, o que Thornton (2000) associa, na esfera química, ao *paradigma do risco*.

É nesse período que surgem as avaliações de tecnologia (TA, do inglês Technology Assessment). A TA no paradigma do risco, ou TA clássica, tem a função primordial de quantificar os riscos e fazer o diagnóstico do desenvolvimento tecnológico e seus impactos, para informar sobre consequências desejáveis e indesejáveis. A TA clássica usa diversas disciplinas, como análise de risco e segurança, avaliação de impacto ambiental e econômico, etc., para o desenvolvimento de opções políticas. Era vista como uma abordagem neutra, que depois era agregada com valores (governamentais, mercadológicas) para direcionar os cursos das ações. Tinha a pressuposição básica de que é possível prever o desenvolvimento tecnológico e seus impactos sociais (ENDE *et al.*, 1998).

O **terceiro período** (BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011) se baseia na busca pela segurança, em um mundo em que os riscos passam a ter papel primordial no período pós-guerras e também na repartição social dos encargos e riscos. A partir da década de 60 surge a consciência das perturbações sociais e ambientais e da necessidade de mecanismos para lidar com os riscos da atividade científica e tecnológica. Somente a partir da década de 70 houve a “percepção de que a sociedade industrial e, contemporaneamente, a sociedade tecnológica, se baseiam não apenas na produção e distribuição de bens, mas de bens e de ‘males’” (YOSHIDA, 2005, *apud* LUCHESI, 2011, p. 17). Essas ideias configuram o *paradigma da segurança*.

A indústria química surge no início do século XIX, portanto, dentro do paradigma da responsabilidade. As preocupações com o risco só ficam grandes em meados do século XX, com o acontecimento de várias catástrofes químicas. As primeiras formas de se minimizar esses males relacionados aos processos químicos se pautaram na redução do “limite de exposição, pelo controle dos chamados fatores circunstanciais”, como uso, disposição, tratamento, etc. (POLIAKOFF *et al.*, 2002, p. 807, tradução nossa).

Essas ações iniciais de gerenciamento do risco fazem parte de um sistema maior, o *paradigma de risco* (PR). Ele seria baseado na *capacidade assimilativa* do ambiente em absorver e degradar poluentes, sem danos; e na suposta existência de um *grau de exposição* ao qual organismos podem ser expostos com pouco ou nenhum efeito adverso (THORNTON, 2000). Essa abordagem se aproxima de uma visão clássica da TA, ou de uma visão racionalista da tomada de decisão.

Com a *licença de poluição* como artefato central e baseado na *avaliação de risco*, esse paradigma é criticado por suas seis falhas (THORNTON, 2001):

- ▲ Falha 1 — resistência à degradação e concentração pela cadeia alimentar de substâncias tóxicas. Logo, a *capacidade assimilativa* do ambiente é zero e a *licença de poluição* não pode ser maior que zero.
- ▲ Falha 2 — desconsiderar a dispersão global do dano e a simultaneidade e continuidade de milhares de outras fontes poluidoras.
- ▲ Falha 3 — desconsiderar os efeitos sinérgicos que aumentam a toxidez e complexidade de uma mistura.
- ▲ Falha 4 — não há pesquisas científicas suficientes sobre os riscos de substâncias, mesmo individuais.
- ▲ Falha 5 — é que mesmo rotas sintéticas controladas geram produtos indesejáveis e muitos outros desconhecidos.
- ▲ Falha 6 — é a ineficácia das tecnologias de controle e descarte, pois só mudam o tempo, a forma e o local da exposição.

Em contrapartida, Thornton (2000) propõe a adoção de um *paradigma ecológico*, apoiado no **princípio da precaução** (PP). Esse princípio aparece de forma explícita em 1992 na Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), por meio da Declaração do Rio. Em 1992 um consórcio de organizações ambientais norte-americanas forma a Rede de Ciência e Saúde Ambiental (Science and Environmental Health Network – SEHN) para promover o PP, formulando uma definição para ele em 1998:

Quando uma atividade representa ameaças de danos ao meio-ambiente ou à saúde humana, medidas de precaução devem ser tomadas, mesmo se algumas relações de causa e efeito não forem plenamente estabelecidas cientificamente. Neste contexto, cabe ao proponente da atividade, ao invés do público, o ônus da prova. O processo de aplicação do princípio da precaução deve ser aberto, informado e democrático, além de incluir as partes potencialmente afetadas. Deve-se também incluir um exame de variadas alternativas, incluindo qualquer ação (SEHN, 1998, p. 1, tradução nossa).

Enquanto o princípio da prevenção se baseia na certeza científica da ocorrência de um dano ambiental para a tomada de ação, o PP é mais abrangente e o antecede ou determina a prevenção: diz que na ocorrência de indícios de degradação, ainda que não haja comprovação científica do dano

ou de sua relação causal, a ação deve ser evitada. Ou seja, a precaução se destina a evitar situações potencialmente arriscadas, ainda que não haja prova científica. Trata-se de uma forma de aversão ao risco (LUCHESE, 2011).

Entretanto, a precaução é um conceito ainda muito pouco debatido - especialmente na química — cuja aplicação é incerta. Releituras são apresentadas em outros documentos sobre a proteção ambiental, levantando questões sobre qual a extensão do dano é considerada grave, sobre o que seria a certeza científica absoluta e quais ações devem ser tomadas para atender a esse princípio. Entretanto, focar-se-á na relação entre o princípio e a participação social nas decisões da CT, o que de certa forma abarca os problemas acima.

2.3.2 Valores da Ciência e da Decisão

Pensando o papel do princípio da precaução (PP) na atividade científica, Lacey (2008) analisa a ciência atual, ou suas correntes hegemônicas, e defende o PP como um princípio que contribui para recuperar e repensar seus valores e orientá-la no sentido da sustentabilidade ética e social.

A tradição da ciência moderna afirma que a ciência é ou deveria ser objetiva, autônoma e neutra. A objetividade tem a ver com a aceitação de uma hipótese apenas após vários testes empíricos e análise com critérios cognitivos estritos. A neutralidade tem duas dimensões: as consequências lógicas das teorias não têm juízo de valor ético ou social; as aplicações dos resultados científicos podem auxiliar igualmente qualquer perspectiva de valores éticos e sociais, sem privilegiar qualquer uma delas. A autonomia: na metodologia e nos critérios cognitivos, livres de qualquer perspectiva ética (religiosa, política, social, econômica) ou preferência social; prioridades da pesquisa não são determinadas por valores pessoais; as instituições científicas devem resistir, por meio de sua constituição, a interferências externas não científicas.

No entanto, a ciência atual está altamente vinculada com os valores do crescimento econômico. A ligação é tão forte que Lacey (2008) chega a dizer que ela afeta virtualmente toda o fazer científico atual, chamando a essa tendência de pesquisa de **tecnociência**. A tecnociência é baseada na abordagem descontextualiza da metodologia científica que mantém o objetivo na geração de inovações ou de resultados científicos que expliquem e corroborem para a sua eficácia. A *abordagem descontextualizada* da metodologia científica é aquela em que as teorias são consideradas admissíveis se puderem representar e explicar os fenômenos,

restringindo as possibilidades do fenômeno (como, por exemplo, a geração dele) por meio de uma lei, baseando-se em seus componentes, interações e estruturas. É descontextualiza, pois isola o fenômeno de qualquer relação social a que esteja envolvido. Virtualmente, toda pesquisa contemporânea que siga a abordagem descontextualizada é tecnociência, sendo possível arriscar que toda a ciência atual é tecnociência (LACEY, 2008).

Nesse âmbito de direcionamento da pesquisa para o crescimento econômico, abalam-se os três valores fundamentais da ciência: objetividade, neutralidade e autonomia. A neutralidade fica comprometida pela atual vinculação da tecnociência ao desenvolvimento econômico. Se por um lado a aplicação de conhecimentos científicos fundamenta as inovações tecnológicas, propiciando o desenvolvimento econômico, ela também é responsável pela atual crise ambiental (LACEY, 2008).

Não obstante, pelo ponto de vista da neutralidade, a ciência deveria também prover conhecimentos capazes de recuperar o meio ambiente, bem como um melhor entendimento sobre ele. Mas o que ocorre é que só agora, depois de muita inovação e desenvolvimento econômico inconsequente, que o ambiente é mais estudado e melhor compreendido, com o surgimento da consciência da degradação. Infere-se que essa ciência não é livre de juízos de valor na sua agenda, pois intenta o crescimento econômico, e nem seus resultados são neutros, pois causam problemas ambientais. Ainda, nem o lucro do desenvolvimento, nem os danos ambientais são igualmente compartilhados: os ganhos enriquecem mais os já ricos e os impactos são infligidos aos pobres (LACEY, 2008).

A autonomia também fica sem sentido quando se comparam os altos valores investidos na inovação tecnológica em detrimento de receitas irrisórias no impacto social e ambiental que dela decorre. Assim como as prioridades de pesquisa não são autônomas, mas geridas politicamente e economicamente, visando ao lucro, as metodologias de pesquisas e os critérios cognitivos são definidos do mesmo modo. Já se falou que na tecnociência a metodologia científica é a abordagem descontextualizada, que preza pela abstração e generalização do fenômeno, com a sua materialização em inovações tecnológicas que possibilitem o crescimento econômico (LACEY, 2008).

Com relação à objetividade científica, convém analisar o caso da implantação dos transgênicos. “Nenhum risco” e “nenhuma alternativa” são clamores dos defensores dos transgênicos (LACEY, 2008), os triunfalistas (LEWGOY, 2000). Aqueles que concordam com essas frases as apoiam na pretensa existência de evidências para a existência de nenhum risco. De forma quase propagandística proferem que “depois das devidas avaliações, os transgênicos não apresentam nenhum risco sério para a saúde ou

ambiente”; que “não há provas científicas (ou evidências) que contrarie a ideia de nenhum risco”; chegando inclusive a dizer que “há provas científicas que apoiam a existência de nenhum risco”. Trata-se de um abuso da autoridade científica que considera a falta de evidências sobre um fenômeno como a legitimação de sua inexistência, quando na verdade essas evidências não foram investigadas. A suposta autoridade não é baseada em investigação empírica estruturada das variadas alternativas, incorrendo em falta de objetividade científica (falta de pesquisa), mas se restringe à abordagem descontextualizada da ciência, que pesquisa somente problemas resolvíveis com inovação tecnológica, a serviço do crescimento econômico (LACEY, 2008).

Adotar a abordagem descontextualizada tem relações com um conjunto de *valores sociais* sobre a dominação de objetos naturais, que Lacey (2008) chama de *valores do progresso tecnológico*:

- ▲ Atribuir alto valor ético para a capacidade humana de controlar os objetos naturais, principalmente quando se envolve inovações tecnológicas;
- ▲ Alto valor ético para inovações que permitam a expansão das tecnologias para cada setor da vida cotidiana;
- ▲ Alto valor para a definição de problemas em termos de soluções tecnocientíficas;
- ▲ *Princípio da pressuposição da legitimidade da inovação* — não subordinar o valor da dominação dos objetos a quaisquer outros valores éticos ou sociais, mas pressupor a legitimidade das inovações tecnocientíficas, permitindo até mesmo um grau de desordem social e ambiental para sua implantação.

O princípio da pressuposição da legitimidade pressupõe que é legítimo programar uma inovação tecnocientífica (sem demora), desde que sejam eficazes, podendo até tolerar certo grau de perturbação social e ambiental. Isso lembra a forma de gerenciar os riscos dentro do *paradigma de risco* na química.

No *paradigma do risco*, parte-se do princípio que há uma quantidade mínima de efeitos nocivos que pode ser administrada ao meio ambiente e, conseqüentemente, ao homem (capacidade assimilativa). A análise de risco almeja quantificar os potenciais danos e estabelecer a dosagem máxima permitida de causadores de efeitos nocivos a serem liberadas pelo processo: ação baseada na emissão de permissões de funcionamento. Caso haja suspeita de ultrapassagem desse limite, com imputação de danos severos ou irreversíveis, cabe ao acusador levantar provas de seu argumento, enquanto o acusado é considerado inocente e pode até continuar a realizar suas

atividades. Caso seja comprovado o dano, prevê-se, geralmente, uma compensação financeira na forma de indenização (MELO, 2008).

Essa abordagem está fortemente baseada no alto valor ético da capacidade humana em controlar a natureza (ou os riscos), especialmente por meio das tecnologias de avaliação. Não obstante, valorizam a definição dos riscos e soluções de maneiras a medi-los e resolvê-los com inovações tecnológicas. Assim, estão baseadas em *valores do progresso tecnológico*.

No PR, parte-se de uma definição científica e de “senso comum” de risco, quantifica-o científica e tecnologicamente, para que então seja feita uma decisão política com base nesses dados e em “senso comum” (LUCHESE, 2011, 32). Logo a participação social fica restrita à representação política e fugazmente na ideia de “senso comum”. Mas há de se pensar que no “senso comum” há uma infinidade de “sensos”, representativos de diversas classes sociais, o que o torna uma arena de disputas de interesses distintos. Não há um “senso comum”, mas um “senso” que se veste de comum, mas que acaba por concretizar **uma** visão de mundo. A palavra final, no entanto, está alicerçada nos relatórios técnico-científicos, sem se questionar quem são esses cientistas e quais os interesses que permeiam suas pesquisas.

A tendência da tecnocracia é transferir a ‘especialistas’, técnicos ou cientistas, problemas que são de todos os cidadãos. (...) Escolhas políticas são transformadas em questões a serem decididas por comitês de especialistas. Não digo que os tecnocratas sejam maus, nem que tomem sempre decisões erradas. Digo que é mau o sistema que lhes dá esse poder (THUILLIER, 1989, p. 22 *apud* AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 3).

O PR é baseado na avaliação quantitativa cuja tarefa é complexa e técnica, um processo hermético, restrito à participação de especialistas da área científica e tecnológica e que não permite, portanto, a participação de outros agentes sociais. Seus resultados seguem uma linguagem própria, inteligível apenas para os iniciados, sendo que poucas ações se destinem a explicá-los ou traduzi-los (LUCHESE, 2011). Não obstante, essa metodologia de TA é focada na análise tardia da tecnologia, ou seja, depois que já está pronta e na mensuração de seus efeitos. Portanto, ela desconsidera o contexto em que a tecnologia será inserida e as relações de retro transformações que ocorrerão. “Em síntese, fazer uma avaliação apenas dos impactos pós-produção, significa manter intocável, fora do

alcance de uma análise crítica, o pano de fundo. Significa abster-se do essencial, focalizando o periférico” (AULER, 2011, p. 8).

Aqui se encontra mais um valor da tecnociência, a supremacia das inovações tecnológicas e do poder de controle da natureza por meio da ciência sobre qualquer outro valor social. A partir dessa consideração, não podem ser admitidas alternativas à inovação tecnocientífica e os seus possíveis impactos são tolerados pela ideia de fatalidade, de sentimento de ausência de saída.

O foco excessivo no papel do especialista (cientistas e tecnólogos) e nas suas ferramentas técnicas (estatística, “método científico”, etc.) corrobora para a visão de ciência e tecnologias *neutras*, *absolutas* e *salvacionistas* (AULER e DELIZOICOV, 2001). *Neutras*, pois induz a ideia de seus praticantes não terem interesses em seus estudos e por não considerar que estes estão inseridos em um contexto histórico-cultural que orienta o olhar para determinados problemas e soluções. *Absolutas*, uma vez que passam a imagem de serem as únicas capazes de emitir um juízo adequado para o fato, desconsiderando o papel de outros agentes sociais, e omitindo os valores, princípios e ideologias que estão em jogo. Decorre seu *salvacionismo*: a crença de que podem resolver todos os problemas (seja da natureza física, química ou biológica, ou da esfera social). São o que Auler e Delizoicov (2001) chamam de mitos a ser superados pela educação.

Não obstante, essas visões que permeiam os pressupostos que fundamentam a adoção dos *valores do progresso tecnológico*. A seguir, relacionam-se esses embasamentos (LACEY, 2008) com essas visões míticas sobre a CT (AULER e DELIZOICOV, 2001):

- ▲ O avanço tecnológico é indispensável ao desenvolvimento, que culmina com o bem-estar humano — uma forma de compreensão linear do desenvolvimento científico, tecnológico e social que se associa ao *mito do salvacionismo*;
- ▲ Para qualquer problema há uma solução tecnológica, até mesmo para os impactos das inovações tecnocientíficas — mais visão *salvacionista*;
- ▲ A valorização do controle da natureza pelo homem é um valor universal e racional — portanto é igual para todas as pessoas, possibilitando a *neutralidade*, o que não passa de *mito*, pois os resultados dessa prática têm alvos discriminados;
- ▲ Não existem valores alternativos ao valor do controle da natureza num futuro próximo — passa a ideia de que não há outro valor que possa guiar a ação e o julgamento humano, sendo por isso um valor *absoluto*;

- ▲ Os objetos naturais em si mesmos não são objetos de valores, mas ganham valoração na ação humana, por meio de seu controle e, ainda, é por isso que a sua dominação é particularmente bem-sucedida. Traz-se a ideia *mítica* do objeto *neutro*, destituído de significação social, que só ocorrerá no seu uso, e também a certeza do controle do objeto, a *certeza científica*.

Assim, percebe-se que o PR e seus valores subjacentes (os valores do progresso tecnológico) são abordagens tecnocráticas, que contribuem para uma visão mítica da CT e para a exclusão da participação social ampla e plural nos processos decisórios.

A *pressuposição da legitimidade* se opõe ao **princípio da precaução** (PP), que prevê a suspensão temporária da atividade, para que investigações sobre alternativas viáveis e o conjunto completo de riscos (LACEY, 2008). Assim Lacey (2008, p. 122) caracteriza o PP, como base na definição de trabalho da COMEST (Commission Mondiale d'Éthique des Connaissances Scientifiques et des Technologies — Comissão Mundial de Ética do Conhecimento Científico e Tecnológico):

Pratique a cautela em face da implementação de inovações tecnocientíficas.

Adie a implementação até obter os resultados de pesquisa sobre possíveis riscos sociais e ambientais em longo prazo, levando em conta não apenas mecanismos biológicos, químicos e físicos, mas também o contexto socioeconômico das implementações planejadas.

A seriedade de riscos possíveis é avaliada à luz de valores ético-sociais como a sustentabilidade social e ambiental, os direitos humanos universais, a igualdade inter- e intrageracional, a democracia participativa e (para alguns) os *valores da participação* popular.

Ligado a uma *posição ética geral*: é irresponsável participar do tipo de pesquisa – por exemplo, em biotecnologia ou nanotecnologia – que leva a inovações tecnocientíficas a *não ser* que sejam conduzidas pesquisas rigorosas e sistemáticas de dimensões comparáveis sobre as consequências (riscos) ecológicas e sociais a longo prazo de sua implementação, levando em conta as condições socioeconômicas das implementações planejadas, e a *não ser* que sejam conduzidas pesquisas adequadas

pertinentes para a avaliação do valor social geral (benefícios) das implementações.

Em contraste com a tecnociência, que abala os pilares da ciência moderna – objetividade, neutralidade e autonomia –, está o *pluralismo metodológico científico*, em consonância com o PP. Ele parte do *espaço de alternativas* (conjunto de todas as alternativas disponíveis para uma situação socialmente relevante), utilizando diversas metodologias, inclusive a descontextualizada, para fazer investigações sistemáticas empíricas das diferentes opções. O pluralismo considera obrigatória a avaliação das alternativas em complexidade, considerando as estruturas sociais em que serão inseridas, a superação das causas dos problemas e não somente sua remediação, bem como a consideração de riscos diretos e indiretos (LACEY, 2008).

Enquanto a tecnociência desonera o cientista da responsabilidade pela aplicação e distribuição dos conhecimentos científicos que desenvolveu, devendo apenas fornecer conhecimentos objetivos para boas práticas neutras de valores, o pluralismo metodológico vai além. Atribui ao cientista a responsabilidade em perceber condições socioeconômicas da produção de conhecimento e do espaço de alternativas, garantindo investigações sistemáticas das diversas opções. Nesse sentido, a ciência recupera sua objetividade, pois se baseia em investigações amplas das alternativas; ressignifica a autonomia e neutralidade, que não são mais vista como ausência total de valores éticos e sociais no desenvolvimento da agenda científica e de metodologias ou na aplicação dos conhecimentos, mas que passa a incorporar a ampla discussão desses valores de forma a debater as necessidades e os princípios distintos (LACEY, 2008).

O princípio da precaução é tido, dentro do pluralismo metodológico, como visão ética da responsabilidade, possibilitando a recuperação dos valores científicos (objetividade, neutralidade e autonomia, como já tratadas). Ele ressalta a necessidade de pesquisas rigorosas e sistemáticas sobre os riscos de uma atividade, tanto de forma direta (questão de saúde e impacto ambiental), como indireta (envolvida com as repercussões socioeconômicas). Não pode deixar também de fazer essas avaliações em longo prazo e considerando o espaço de alternativas, com seus benefícios sociais, o que leva a uma discussão crítica de valores (LACEY, 2008).

Justamente pela ideia de ciência não neutra, torna-se necessário que hajam pesquisas coordenadas pela comunidade em geral. É preciso organização e pressão social para que os grupos de pesquisa investiguem tópicos e áreas do interesse da comunidade, atendendo aos seus anseios e não apenas os interesses dos grandes conglomerados econômicos(AULER,

2011). O desenvolvimento de pesquisas de interesse coletivo tem importância para a discussão de ferramentas de identificação e conhecimento de riscos complexos e irreversíveis de abrangência global. Isso implica na destituição do poder unicamente na análise quantitativa de risco, atribuindo à sociedade a discussão dos riscos que acha aceitável, dando-lhe voz para expor sua preocupação e atribuindo a quem tem mais recursos o ônus da prova.

Por possibilitar o *pluralismo metodológico*, o PP abre a definição da agenda científica para a discussão ampla, envolvendo diversos grupos sociais. Assim, possibilita-se a participação democrática e plural (por meio de movimentos populares, sindicatos, escolas e comunidades) na definição das prioridades científicas, bem como dos critérios pelos quais as pesquisas serão desenvolvidas. Isso é possível, pois o *pluralismo metodológico* se baseia em pressupostos amplos e complexos para legitimar uma inovação científico-tecnológica, que de acordo com Lacey (2008) são:

- ▲ Eficácia: a partir do espaço de alternativas, quais opções, em que combinações e variações teriam o resultado esperado? Por exemplo: que métodos agrícolas - “convencional”, transgênicos, orgânico, agroecológico, etc. - e em que variações e combinações poderiam ser sustentáveis e eficientemente produtivos, quando acompanhados por métodos viáveis de distribuição, para responder às necessidades de alimentação e nutrição de toda a população mundial no futuro próximo? (LACEY, 2008, p. 99).
- ▲ Objetivos: quais são os objetivos desejados no uso de várias alternativas? Quem são os beneficiados? Quais as condições atuais desses atores?
- ▲ Avaliação de riscos (LACEY, 2008, p. 100):

riscos diretos para a saúde humana e ambiente ligados a mecanismos químicos, bioquímicos e físicos; *riscos indiretos* surgidos por causa de mecanismos socioeconômicos: por exemplo, no caso do uso disseminado de transgênicos; *riscos ambientais de longo prazo* (por exemplo, declínio da biodiversidade de plantas cultiváveis, novos problemas de pestes ligados à plantação de monoculturas), que surgem porque a maioria dos transgênicos não são apenas objetos biológicos, mas também *commodities*, inevitavelmente emaranhados em questões de direitos de propriedade intelectual; *riscos a arranjos sociais*, que surgem do contexto real de seu uso, incluindo

riscos de enfraquecimento de formas alternativas de cultivo, e (por isso) riscos ocasionados porque o uso extensivo de transgênicos pode fazer que a oferta de comida do mundo fique cada vez mais sob o controle de poucas corporações.

Os transgênicos não surgiram de nenhuma dessas questões, mas sim da procura em aumentar os lucros, adequando o uso para processos “humanitários” posteriormente. Não obstante, também não foi questionado se os transgênicos oferecem melhores respostas a essas questões do que as alternativas não analisadas. Logo, a defesa de uma maior inserção dos transgênicos na agricultura não é legítima. Ela pode até ser eficaz, mas não é legítima, pois não considerou uma avaliação completa dos riscos, nem vislumbrou os desdobramentos sociais de sua implantação (ou os desconsiderou) (LACEY, 2006). Portanto, os transgênicos são produtos de uma ciência e de uma política tecnocrática, por não considerarem critérios debatidos com a população, nem avaliar as alternativas.

Se os transgênicos não são opções legítimas para solucionar o problema da produção de alimentos, o que seria? Lacey (2006; 2008) defende a agroecologia. As estratégias multi e interdisciplinares da agroecologia possibilitam investigar riscos indiretos e incertezas de longo prazo, tanto de sua produção, quanto dos transgênicos como componentes de sistemas agroecológicos (sistemas sociais e ecológicos em que ocorrem a produção e distribuição agrícola) (LACEY, 2008). Entretanto, não só a agroecologia! Ela deveria ser considerada dentro do espaço de alternativas, a partir do qual pesquisas seriam desenvolvidas no intuito de avaliar a opção legítima para um determinado contexto agrícola e social.

A avaliação de tecnologias construtiva (CTA) parece estar caminhando para abordar esses critérios de legitimação. Surgida em meados da década de 80 na Holanda em documentos oficiais sobre avaliação tecnológica e sua filosofia é reduzir os custos da aprendizagem por tentativa e erro decorrente da avaliação pós-aplicação de uma tecnologia. Ela procura, portanto, “antecipar impactos potenciais e introduzi-los na tomada de decisão e nas estratégias dos atores”, bem como “ampliar o projeto de novas tecnologias (e reprojeter as tecnologias antigas)”, tanto no que se refere a critérios substanciais no desenvolvimento tecnológico, quanto na participação de grupos sociais diversos. Enfim, ela pretende tornar os aspectos sociais um critério adicional no *design* de tecnologias (SCHOT e RIP, 1996, p. 251, 252, tradução nossa).

CTA não é simplesmente uma ferramenta de gerenciamento. CTA pode ser vista como uma nova

prática de *design* (que inclui ferramentas) em que impactos são antecipados, usuários e outras comunidades impactadas são envolvidos desde o começo de forma interativa, e que contém elementos de aprendizagem social (SCHOT e RIP, 1996, p. 255, tradução nossa).

Percebem-se três atores na CTA, todos responsáveis pelo “gerenciamento” da tecnologia. Os “atores da tecnologia” são aqueles que investem e desenvolvem tecnologias e são sempre o alvo das atividades da CTA. Os “atores sociais” são aqueles que antecipam e tentam opinar no desenvolvimento tecnológico por meio de regulações, campanhas, educação, etc. Esses podem ser agências governamentais, grupos sociais e até mesmo empresas. O terceiro ator está em um “metanível”, responsável pela mediação e interação entre os dois primeiros atores. Há certo papel de autoridade nesse nível, desempenhado por instituições de TA, agências governamentais ou outras instituições (SCHOT e RIP, 1996).

Na CTA esses atores são vistos como coprodutores dos impactos tecnológicos, uma vez que esses não são efeitos passivos de um produto ou processo, mas são almejados e evitados pelos produtores e usuários de tecnologias. Assim, as mudanças tecnológicas são derivadas das experiências históricas dos atores, suas visões do futuro e percepções dos benefícios, ameaças e impactos que serão acarretados. Elas se dão em pano de fundo de tecnologias e regimes sociais existentes, que, não obstante, serão transformados pela implantação de uma nova tecnologia e tal transformação não é conhecida de antemão, pois é determinada pelo caminho trilhado pelo novo artefato, sistema ou tecnologia, seu desenvolvimento, implantação, adoção e uso disseminado. Logo, a avaliação tecnológica deve ser realizada todo o tempo e não somente quando o fato já é considerado dado, como ocorre na TA tradicional (SCHOT e RIP, 1996). Embora seja um avanço em relação a TA clássica, a CTA ainda não parece questionar a legitimidade das tecnologias, o que inclui a pesquisa por alternativas e mesmo a pergunta sobre a necessidade daquela inovação.

Os transgênicos são um objeto biológico, mas também socioeconômico. Logo, seus riscos têm de ser medidos em ambas as dimensões, por uma medida de **precaução**. Entretanto, a avaliação de risco tradicional está baseada na abordagem descontextualiza, medindo apenas riscos de origem biológica, não possibilitando medir os riscos socioeconômicos (LACEY, 2008). Nesse sentido, a tecnociência tem valores que a aproximam do paradigma químico do risco ou do paradigma

social da prevenção. Há a crença nos poderes preditivos e quantificadores da ciência, na sua capacidade de abstração e generalização (descontextualização). E por ter essa metodologia tão fechada e exclusiva ela ignora alternativas, fazendo com que a inovação tecnológica pareça a única opção para resolver os problemas e, portanto, seus impactos sociais e ambientais podem até ser tolerados. Constituem estratégias tecnocráticas, que excluem o cidadão do desenvolvimento das agendas de pesquisas e dos processos de tomada de decisão. Uma vez que as abordagens dessas estruturas são tão próximas (tecnociência, tecnocracia, paradigma químico do risco e paradigma social da prevenção), há de se considerar que são guiados pelos mesmos valores éticos, nesse caso, são os *valores do progresso tecnológico*.

Não obstante, o *pluralismo metodológico* incorpora o PP e possui valores que seguem em outra direção, “como solidariedade, bem-estar de todas as pessoas em vez da primazia da propriedade e do mercado, emancipação humana e fortalecimento da pluralidade e da diversidade de valores sociais” (LACEY, 2008, p. 119). Esses são *valores da participação popular*, que pelo estímulo ao pluralismo metodológico incentiva uma maior participação social na definição da agenda científica, possibilitando a democratização da CT.

2.3.3 Equivalência Substancial: abordagem tecnocrática

Já se apontou previamente como a gestão de risco é uma forma de se abordar a tomada de decisão. Também já se comentou sobre o uso da TA como instrumento para a tomada de decisão, ou gestão de risco. Convém agora analisar a EqS como um meio de se tomar a decisão, quando o assunto é a gestão de risco de OGMs. Assim, possibilita-se relacionar a avaliação dos alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados com as abordagens tecnocráticas e os seus valores subsequentes, reforçando as ligações entre química e biotecnologia e os princípios que as perpassam.

Podem-se comparar os caminhos da EqS com os passos da tomada de decisão (PAIVA, 2009):

Problema: uma situação surgida do mundo, da realidade que instiga uma ação. A necessidade da EqS surgiu com a insegurança da população em relação aos possíveis efeitos tóxicos dos alimentos transgênicos, e também do interesse das grandes corporações produtoras desse alimento em estabelecer um mercado vasto.

Sistema de informação: definições de quais impactos tecnológicos são pertinentes e o público a ser afetado. Foram convocados fóruns

internacionais entre a FAO, a WHO e representantes industriais para discutir quais os impactos dessa tecnologia e a melhor maneira de avaliá-los.

Sistema de previsão: é a análise de impacto em si. Decidiu-se pela comparação de composição substancial entre o novo alimento e seu contraponto convencional, como meio de legitimar sua segurança. Em caso de não equivalência, outros testes de toxicidade são realizados *in vitro* e *in vivo* dentro dos parâmetros determinados. Tais testes são realizados pela empresa proponente do alimento biotecnológico e submetidos a uma instituição pública para avaliação.

Sistema de valoração: é o grau de importância atribuído aos impactos e aos dados do sistema de previsão. Um dos valores levados em conta na EqS é a segurança dos alimentos convencionais, consumidos há um longo período de tempo. Ele está em conjunto com o sistema de previsão e também de informação. É a dimensão axiológica que subjaz, explícita ou implicitamente, todo o processo.

Sistema de preferência: é uma organização hierárquica dos dados obtidos. A aceitabilidade pública estaria garantida pela própria aceitabilidade da variedade convencional, ou pelos testes de toxicidade, caso a composição seja ambivalente. Está ligada com a avaliação dos relatórios tecnológico-científicos do sistema de previsão. Com base nos resultados fornecidos e nos valores atribuídos, elabora-se o parecer sobre a atividade a ser desenvolvida. No Brasil, o papel de avaliação dos testes de equivalência e toxidade realizados pelas indústrias para aprovação de consumo de OGM é feito pela CTNBio. É ela a responsável por agregar e organizar dados e dar o parecer sobre novos OGMs, bem como respaldar as decisões governamentais.

A CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar, criada através da lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, **cuja finalidade é prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal** na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa à OGM, **bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos** referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados (CTNBIO, 2013, grifo nosso).

Decisão: as medidas públicas em si, em sua burocracia, instituições responsáveis pelas análises, avaliações, etc., apoiadas nos relatórios técnicos prévios.

Esses passos parecem estar relacionados com as instâncias da avaliação de tecnologia clássica: *identificação de impactos* — distinção de impactos diretos e indiretos, em seus aspectos econômicos, sociais, ambientais, psicológicos, etc.; *Análise de Impactos* — determinação probabilística dos eventos identificados, em sua severidade, tempo de difusão e magnitude dos impactos indiretos; *Valoração de Impactos* — trata-se de determinar a aceitabilidade pública dos impactos avaliados, por preferências (reveladas por indicadores ou expressadas via sondagem ou naturais, normalmente aceitas); *Análise de Gestão* — providenciar assessoramento para a tomada de decisões por agentes políticos (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003). Esses mesmos passos são notados no Anexo III do Protocolo de Cartagena (BRASIL, 2006), quando fala da avaliação de risco (cf. na página nº 35 da dissertação).

Assim, nota-se que há uma correlação entre a avaliação de tecnologia clássica e a EqS: o papel preponderante para o levantamento de riscos por abordagens quase que exclusivamente técnicas e científicas. Com base no próprio papel da CTNBio, percebe-se que a análise de risco dos OGM tem o papel de apoiar o governo na sua tomada de decisão, algo que alinha a EqS com a forma de TA estratégica.

Ressalta-se que a CTNBio é uma entidade multidisciplinar, formada por 36 especialistas (das áreas: saúde — humana, vegetal e animal —, meio ambiente, agricultura familiar, biotecnologia, defesa do consumidor, saúde do trabalhador e saúde geral) e 18 representantes governamentais (dos ministérios da ciência, tecnologia e inovação; agricultura; saúde; meio ambiente; desenvolvimento agrário; desenvolvimento, indústria e comércio exterior; defesa; relações exteriores; pesca e aquicultura). Ou seja, participam do processo os atores de tecnologia (as empresas que propõem os OGMs) e os atores do metanível (representantes governamentais, responsáveis por representar a vontade da grande população; e a assessoria técnica/política da CTNBio). Os atores sociais não são considerados, a não ser pela representação, no processo de construção e avaliação. Restam-lhes, como meio de intervenção, ações judiciais, que geralmente possibilitam interferir com a aplicação de uma tecnologia, mas não possibilitam participar amplamente do seu processo de construção, nos moldes da CTA.

Assim, a EqS parece ter maior ligação com a TA estratégica (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003), baseada fortemente na opinião de especialistas gerada a partir de instrumentos técnicos. Ainda que considere aspectos mais abertos, como o princípio da precaução

(principalmente quando houve participação ampla pelas iniciativas do IDEC e Greenpeace na regulação dos transgênicos) a ciência ainda é tida como a mais indicada para embasar as decisões governamentais. No entanto, não se pretende excluí-la ou negar seu valor. Schot e Rip (1996) ressaltam o papel da ciência e de seus instrumentos técnicos tanto na TA clássica, como na TA construtiva a (CTA). O que eles clamam, por meio da CTA, é a abrangência do sistema de avaliação, pela incorporação de mais agentes de decisão.

No que concerne à inclusão de atores sociais no processo de decisão, a EqS se mostra muito restrita. Como visto, a CTNBio tem diversos integrantes, entretanto, todos do setor governamental ou especialistas. Não há espaço suficiente para participação pública direta no âmbito administrativo e os grupos sociais têm de recorrer ao âmbito jurídico para ter suas reivindicações consideradas. No geral, a participação social se dá dentro do “senso comum”, que norteará no sistema de informação e de valoração, ou por meio da representação pública por meio de governantes. Mas como já defendido, o senso comum é um espaço plural, de batalha de diferentes interesses e a mera participação por voto, ainda que importante, não é o único forma de expressão de uma democracia plena.

Nesse sentido, a EqS parece estar incluída no paradigma de risco. Há grande predomínio de uma ação preventiva — de evitar riscos conhecidos. Entretanto, o sistema de avaliação tende a negar argumentos que insiram a incerteza sobre sua metodologia ou pressuposições. Os defensores da EqS, triunfalista (LEWGOY, 2000), consideram que não há qualquer risco desconhecido se a equivalência for demonstrada. Para eles, a alteração da técnica de mudança genética (da hibridização por cruzamentos para a engenharia genética) só ajudou controlar e prever os efeitos sociais e ambientais, trazendo mais segurança (MILLER, 1999; MILLSTONE, BRUNNER e MAYER, 1999). Há nessa abordagem a crença na capacidade científica de prever e controlar os riscos e qualquer argumento que contradiga essa afirmação é ignorado, conforme os modelos de persistência de Fleck (2010). Contribui-se para a imagem de ciência neutra, absoluta e salvacionista, que contribui para a manutenção da tecnocracia e que exclui a comunidade como um todo de participar da decisão dos rumos de suas vidas.

A intolerância frente a ambiguidades inviabiliza o debate sobre o futuro: só há uma forma de avançar e o especialista, melhor do que ninguém, pode comandar o processo. A participação pública na escolha entre enfrentamentos possíveis a uma determinada situação, introduz, segundo a perspectiva tecnocrática, um

elemento de incerteza, inaceitável nessa visão (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 3).

Luchesi (2011) considera que, embora a análise de risco tenha importante papel na Organização Mundial do Comércio (World Trade Organization — WTO), há também apropriação de uma visão do PP na regulamentação do comércio agrícola (incluindo-se os alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados pela biotecnologia), devido ao seu dano potencial de maior escala. O Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias prevê que caso surja um risco, mesmo sem prova científica de sua ocorrência ou relação causal, medidas de restrição do comércio devem ser adotadas, mas em caráter **provisório**, fornecendo tempo para que pesquisas científicas sejam realizadas e para que uma avaliação revisada dos riscos seja feita. Para o autor esse caráter provisório enfraquece o PP, em virtude do medo entre os participantes do acordo de que esse princípio seja usado como forma de realizar restrições comerciais, com base nos interesses de se fortalecer um mercado em detrimento de outro (LUCHESE, 2011).

Também no Protocolo de Cartagena há menções implícitas ao PP. No Anexo III, sobre a avaliação de riscos, assim diz o item f, do oitavo parágrafo:

Quando houver incerteza a respeito do nível de risco, essa incerteza poderá ser tratada solicitando-se maiores informações sobre aspectos preocupantes específicos ou pela implementação de estratégias apropriadas de manejo de risco e/ou monitoramento do organismo vivo modificado no meio receptor (BRASIL, 2006, p. 23).

No parágrafo acima, há um certo alinhamento com a proposta do Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias, ou seja, de adiar a ação até que pesquisas possam fornecer um esclarecimento sobre os riscos incertos. Em outro ponto do Protocolo (p. 22) é dito: “A falta de conhecimentos científicos ou de consenso científico não será necessariamente interpretada como indicativo de um nível determinado de risco, uma ausência de risco ou a existência de um risco aceitável.” Esse parágrafo parece dizer, quando analisado com o extrato acima, que a incerteza não pode ser usada como argumento para uma ação, mas ela indica que demais pesquisas e estudos são necessários para embasar uma ação. Essa é tida como uma interpretação fraca do PP (LOFSTEDT, 2003).

Relembrando o que se discutiu no Capítulo 1, o paradigma de risco possui seis falhas do ponto de vista químico e podem ser pensadas dentro da abordagem da EqS. Há de se relevar que a EqS não estabelece quantidade mínima de efeitos nocivos toleráveis, mas também não diz qual é o grau de equivalência mínimo para segurança. Os curtos períodos de tempo em que as análises de risco são efetuadas, conforme alegam Seralini *et al.* (2012), parecem incorrer nas falhas 1 e 2 do paradigma do risco (THORNTON, 2000), a saber, a bioacumulação e concentração na cadeia alimentar de substâncias tóxicas e a desconsideração da simultaneidade e globalização da contaminação. A comparação feita apenas com determinadas classes de substâncias entre os alimentos lembra a falha 3, que é desconsiderar os efeitos sinérgicos das misturas. As poucas avaliações de risco dos alimentos, principalmente no Brasil (DINON *et al.*, 2010), remetem à falha 4 sobre a insuficiência de pesquisas sobre os efeitos tóxicos de um produto/processo.

Por último, e mais importante, está a consideração do caráter determinante dos genes na promoção de características, o que é motivo de controvérsia (TOGNOLLI, 2003) e um fato com muito a ser estudado (LEWGOY, 2000). Esse argumento lembra a quinta falha do paradigma do risco: mesmo rotas sintéticas controladas geram produtos indesejáveis e muitos outros desconhecidos. Ao se considerar essa última asserção de Thornton, coloca-se em xeque os princípios da EqS, pois não há mais como se falar em equivalência. Além de haver necessariamente uma diferença no OGM (o próprio gene que foi enxertado) há uma gama de novos compostos desencadeados por esse gene exógeno, cujos efeitos finais serão decorrentes da interação sinérgica com os outros compostos produzidos pela planta e também, quando ingeridos, presentes nos demais organismos vivos participantes da cadeia alimentar. Ao se somar esses produtos desconhecidos com o espectro restrito da avaliação de equivalência, o que se estará efetivamente avaliando?

Para um efetivo processo democrático, a tomada de decisão não pode ficar na mão de uma elite, ainda que essa tenha sido escolhida pelo povo por meio do voto (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003; HUNSCHE, 2010). É necessário que os interesses da população em geral sejam sempre levantados, discutidos, trazidos à tona. Isso evita que o “senso de uns” vire o “senso comum”. Para tanto, propõe-se a seguir o repensar da relação comunidade–escola–universidade, que possibilite a democratização das decisões de temas científicos e tecnológicos.

2.4 COMUNIDADE–ESCOLA–UNIVERSIDADE: relações necessárias

Alguns focos para possibilitar a democratização das decisões envolvendo a CT são: a alfabetização científica e tecnológica (ACT) ampliada de grandes setores da população (SANTOS, 2006; FREIRE, 2005; AULER, 2007), avaliação construtiva de tecnologias (SCHOT e RIP, 1996) e agenda científica voltada para demandas sociais democráticas (DELIZOICOV e AULER, 2011). Como conseguir inserir a discussão de valores com base nas biotecnologias, em especial a promoção do PP?

O PP possibilita a participação social atribuindo a amplos setores a possibilidade de intervir em uma ação pelo levantamento e exposição de riscos significativos à saúde humana e ao ambiente. Entretanto, a definição e avaliação dos riscos tem que levar em conta amplo diálogo social. Nesse sentido, a escola pode contribuir por meio de dois objetivos: problematizar a gestão de risco atual e apresentar o PP à comunidade; e agir como espaço de discussão dos riscos e impactos de uma atividade científica e tecnológica.

Assim, a escola agiria no sentido de romper com os mitos que imobilizam por posturas fatalistas a ação pública. Atualmente, o fatalismo está na entrega do destino público e compartilhado à tecnocracia. Para superá-lo é preciso mais do que mudança conceitual, é necessária uma discussão crítica da atividade da CT (AULER e DELIZOICOV, 2001), superando a confiança excessiva na capacidade dessas instituições em gerir os riscos. Trata-se de um *desvelar* da realidade: dos valores e princípios que subjazem as tomadas de decisões, de seu caráter contraditório e da possibilidade de *ser mais* (FREIRE, 1983), ou seja, de poder participar ativamente de sua vida, o que pode ser conseguido pela incorporação do PP na gestão de riscos como já defendido.

As Instituições de Ensino Superior (IES), que são as principais produtoras de conhecimento científico e tecnológico no Brasil, bem como os cientistas em geral, como os químicos, têm um importante papel no levantamento dos riscos de uma atividade tecnológica e científica, mas como já relatado, não têm autonomia para decidirem sozinhos os valores e princípios em que baseiam suas decisões, arriscando-se a incorrer em tecnocracia (DELIZOICOV e AULER, 2011). Torna-se necessária, portanto, a relação das instituições de pesquisa, principalmente as envolvidas com o ensino superior, e a sociedade, de modo a garantir uma participação mais democrática.

Por meio de uma relação dialógica, universidades e comunidade podem trabalhar juntas para a produção de conhecimentos científicos e tecnológicos que atendam às demandas específicas da sociedade, além daquelas normalmente consideradas na academia, tomando sempre o PP como orientador de suas ações em caso de incerteza. Esse seria um

momento de ambos os grupos, especialistas e população, entenderem melhor a atividade que será desenvolvida, discutirem os possíveis impactos e também dialogarem sobre os valores, princípios e expectativas que subjazem suas percepções. Possibilitar-se-ia, então, construir uma base científica e axiológica dos riscos levantados, numa forma de construção e negociação de uma alternativa possível de ser realizada respeitando a precaução e os objetivos de uma sociedade mais democrática e igualitária.

O maior entrelaçamento de IES e escolas já são citados na literatura. Aquino Neto (1995) e Santos (2006) falam do necessário direcionamento da atividade científica química para o bem-estar social. Aydos e Zunino (1994) desenvolveram as disciplinas de *Prática de Ensino* e *Metodologia de Ensino de Química* nos moldes da educação dialógica de Paulo Freire, em que as observações do contexto educacional (espécie de estágio supervisionado) funcionavam como primeira etapa da investigação temática. Hunsche (2010; HUNSCHE e AULER, 2012) trata da reelaboração do *Estágio Curricular Supervisionado* de um curso de Física, com base em pressupostos freireanos. Essas iniciativas são particularmente importantes para dar subsídio à ação docente que pretenda a democratização, uma vez que as compreensões de professores sobre a atividade pedagógica (objetivos educacionais, papel da escola, etc.) têm influência na forma como lidam com os temas controversos (REIS, 2005).

A escola básica funcionaria como mediadora dessa relação entre IES e comunidade. Ela possibilitaria um lócus de interação, em que os pesquisadores participariam da *investigação temática* — que consiste no levantamento da realidade da comunidade, para identificação de suas situações-limites a serem problematizadas no ato educativo em sala de aula, para sua superação e transformação (FREIRE, 1983; 2011) —, levantando as situações mais significativas da população e que podem ser discutidas dentro de suas áreas. Não obstante, poderiam apresentar suas pesquisas no ambiente escolar, de modo a incluir no design de novas tecnologias os anseios e avaliar os receios da população. Logo, isso implicaria na adoção de uma postura mais reguladora das atividades da CT por parte das IES, bem como de uma ação mais socialmente participativa, considerando o diálogo com a população um de seus fundamentos. Assim como a escola assumiria o seu papel — em problematizar a imagem de CT e discutir os impactos de uma atividade — as IES também seriam *reinventadas* (DELIZOICOV e AULER, 2011), incorporando o PP em sua forma de pesquisar e se relacionar com a comunidade.

2.5 CONSIDERAÇÕES INTERMEDIÁRIAS

As biotecnologias são um campo científico-tecnológico de caráter multidisciplinar, tendo na química uma das bases de seu desenvolvimento. Os produtos biotecnológicos, como os transgênicos, são permeados de incertezas quanto aos seus potenciais riscos. Dentro da química, historicamente são adotadas formas distintas de abordar o risco, que podem ter alguma influência sobre a atividade das biotecnologias, pela sua relação com a química.

Ao se deparar com os limites da ciência em prever e controlar esses riscos, o PP surge propondo a tomada de ações na falta de certezas científicas, bem como rompendo com a ideia de uma capacidade assimilativa do dano pelo ambiente. Tal princípio, como base do *paradigma ecológico*, possibilitaria a inversão do ônus da prova, colocando a responsabilidade de comprovações da segurança do processo sobre quem o faz e, não obstante, possui mais recursos.

Defende-se a educação para autonomia de Paulo Freire, próxima dos estudos CTS latino-americanos, como meio de a sociedade se apropriar dos conhecimentos científicos, discutir valores e princípios, para participar ativamente dos debates sobre os riscos aos quais está submetida. Essa educação inicia com o estudo da realidade da comunidade (a *investigação temática*), momento em que as concepções de risco, as situações-limite e modo de agir e conhecer são levantados e depois problematizados, a fim de possibilitar a ação conjunta e organizada da sociedade nas decisões que lhe concernem (DELIZOICOV, 1991). Não obstante, uma parceria entre escolas, comunidade e instituições de ensino superior (geralmente fontes de pesquisas científicas), é importante para a identificação, mas também discussão, dos riscos inerentes às atividades científico-tecnológicas, configurando-se como um meio de participação democrática nas decisões da ciência e tecnologia.

Nesse sentido, este trabalho pretende contribuir com a investigação das compreensões de docentes de química do ensino médio, o que inclui suas percepções de risco dos temas biotecnológicos, bem como as relações que estabelecem com o ensino de química. Embora o tema biotecnologias não tenha nascido de uma legítima investigação temática, acredita-se que ele seja de grande importância para o contexto regional, bem como geral, levantando diversas controvérsias e contradições, como apontado no primeiro Capítulo desta dissertação. Tal temática também serve como um exemplar, tanto para casos em que esse assunto surja de um estudo da realidade local, como para a discussão da abordagem temática na educação básica, em particular na educação química.

Capítulo 3 — AS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

No primeiro Capítulo foram estabelecidas relações entre a Química e a Biotecnologia, que se dá principalmente na atividade industrial, mas também na regulação da segurança dos OGMs, por meio do conceito de equivalência substancial. No segundo Capítulo, ampliou-se a discussão sobre as formas de se avaliar os riscos, a imagem de Ciência que subjaz essas formas e as implicações para a tomada de decisão democrática. Concluiu-se com indicativos de uma necessária reestruturação da relação comunidade–escola–universidade, que propicie uma educação humanista, objetivando uma sociedade mais participativa.

Neste capítulo, as relações entre as Biotecnologias e o ensino de Química serão mais detalhadamente exploradas. Uma vez que os princípios para a educação para democracia foram lançados no capítulo anterior, neste serão analisadas as condições atuais do ensino de química, quanto às possibilidades que oferece para que se alcance esse objetivo. Para tanto, recorre-se aos periódicos científicos que tratam da divulgação de pesquisas sobre a educação científica e ensino de química, buscando como elas têm abordado as biotecnologias.

Preparando-se para buscar entender as compreensões dos professores, que serão exploradas no quarto capítulo, trazem-se aqui análises de possíveis sistemas influenciadores de seus entendimentos, a saber, o seu contexto social agrícola; o livro didático utilizado nas escolas analisadas e que possui grande impacto no ensino de Química no contexto regional; e de apontamentos das informações repassadas pela mídia sobre os assuntos da Biotecnologia transgênica. As informações midiáticas são tidas por diversos pesquisadores (NASCIMENTO e REZENDE JUNIOR, 2010; PENDRACINI *et al.*, 2008; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008; TERRAZAN, 2000; XAVIER, FREIRE e MORAES, 2005) como grande influência na formação de concepções sobre temas biotecnológicos por alunos, professores e população em geral, sendo necessária sua consideração crítica para que se alcance os ideais democráticos.

3.1 O CONTEXTO SUL-MATO-GROSSENSE

Antes de analisar como se dá a inserção das biotecnologias no ensino, principalmente de química, é necessário conhecer um pouco do contexto socioeconômico do estado de MS, considerando que este será o espaço geográfico no qual se desenvolve a pesquisa, mais precisamente escolas da cidade de Campo Grande.

Mato Grosso do Sul (MS) é uma jovem unidade federativa, criada em 1977, pela separação de uma porção do território pertencente ao estado do Mato Grosso. Seus 35 anos, contato com diversas fronteiras nacionais e internacionais, a forte presença imigratória e a relação com o seu território-irmão, o Mato Grosso, faz com sua identidade cultural seja constantemente discutida, sob alegação de estar “ameaçada” ou “escondida” pelo nome de Mato Grosso, ou ainda não consolidada (PEREIRA e RODRIGUES, 2008). Entretanto o estado conta com uma riqueza cultural que se mostra na sua diversidade de inter-relações.

O prato típico da cidade de Campo Grande, capital, é o sobá, comida de origem japonesa, mas que é preparada de uma forma exclusiva na cidade. A música é sertaneja e é de Campo Grande o sertanejo universitário. Come-se no estado tanto a carne assada com pão, como o churrasco de São Paulo, como a carne com mandioca, churrasco tipicamente gaúcho. O programa típico dos amigos é tomar tereré nas calçadas de suas casas, mas o chimarrão é um hábito que alguns ainda mantêm.

A influência da região Sul não para por aqui. O sul do estado tem colonização gaúcha, que chegaram durante a década de 70, conforme estratégia federal para incentivar a ocupação do Centro-Oeste brasileiro, procurando as terras baratas para a agricultura e trazendo suas tecnologias de cultivo já desenvolvidas no sul do país. Com os incentivos governamentais dessa década, a produção agrícola no estado se desenvolveu e a soja, que já era plantada em Paraná (PR), Santa Catarina (SC), São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS), se torna uma das principais plantações do país, com o crescimento da demanda internacional e os projetos governamentais para desenvolvimento do Brasil (EMBRAPA, 2004).

Em 2012 o estado alcança um crescimento de 880% na produção de soja. Na safra 1977/78, ano de criação do estado, a produção era de 472 mil toneladas e no ciclo 2011/12 foram mais de 4,6 milhões de toneladas de soja produzidas. O domínio de tecnologias, que envolvem sementes de melhor qualidade, foi um ponto decisivo para esse crescimento (VIEGAS, 2012). Quando se analisa a produção nacional do grão, o estado é o quinto maior produtor, com 7,4% do total da área plantada nacional (IBGE, 2012).

Conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), dos cinco produtos de maior exportação do estado, quatro são decorrentes do agronegócio: 1º, soja — com renda obtida de US\$ 638,1 milhões e participação de 23,83% da receita total do estado com exportações; 2º, açúcar refinado de cana — valor de venda de US\$ 326,4 milhões e 12,19% da receita; 3º, carne desossada bovina — com US\$ 292,5 milhões

(10,92%); e 5º, celulose — mais de 273 milhões de dólares (10,20%) (VIEGAS, 2012).

Em Informativo de Mercado, a ABRANGE (2011), Associação Brasileira de Produtos de Grãos Não Geneticamente Modificados, divulgou que dos 1,7 milhões de hectares plantados de soja em MS na safra 2011/12, 35% era destinado à variedade não transgênica, ou seja, apenas 1,8 milhões de toneladas eram de grãos produzidos não geneticamente modificados (GM). As maiores relações de soja convencional por soja transgênica estão no Norte do país e as menores no Sul, sendo que RS apresentou apenas 8% de sua área plantada com soja não GM. No geral, a área média destinada às variedades tradicionais da soja é de 32% no território nacional (ABRANGE, 2011). O estado está acompanhando uma demanda internacional: a Europa e Ásia estão cada vez mais preferindo a variedade não geneticamente modificada. Entretanto, outros fatores se colocam frente à supremacia transgênica (ABRATES, 2012).

No dia 09 de abril de 2012 a Monsanto apresentou à Federação de Agricultura e Pecuária de MS (FAMASUL) uma nova variedade transgênica de soja, a Intacta RR2 PRO, resistente às lagartas, tolerante ao glifosato e que apresenta aumento substancial de produtividade, segundo os proponentes. Os *royalties* estimados pela empresa são cinco vezes maiores que os cobrados pela variedade anterior (Roundup Ready). Entretanto, os produtores que participaram dos testes da nova variedade são cautelosos quanto às vantagens do produto. A principal alegação é a falta de estudos que atestem a eficiência da variedade. Os resultados vistos pelos produtores, ainda que positivos, foram referentes a um ano, desconhece-se os efeitos em longo prazo. Um produtor aponta “É preciso dados científicos. Eu sou mais conservador, tenho receio de tecnologias não comprovadas”, em que é possível inferir o papel de legitimação atribuído pela sociedade à ciência (JORNAL AGORA MS, 2012).

Entretanto, há de se pensar nos interesses que subjazem tais pesquisas científicas e decisões governamentais. Trata-se do pensar sobre a origem de tais pensamentos, os interesses que o embasam, *por que* motivos assim o são. É a criticidade que Paulo Freire defende: não considerar o mundo e os homens prontos e acabados, mas em constante mudança, sempre aprendendo a serem mais homens na transformação de sua realidade, na transformação de sua cultura. E para tanto, é necessário que conheçam a sua forma de conhecer, de perceber a realidade, bem como conhecer a realidade em suas relações estruturais, para que, problematizada, possa vir a conhecer mais e melhor e, então, possa a transformar (FREIRE, 1983; 2005).

3.2 AS BIOTECNOLOGIAS EM REVISTAS DE PESQUISA EM ENSINO

No intuito de conhecer brevemente como as biotecnologias se apresentam (as relações que são estabelecidas entre a biotecnologia e as áreas de conhecimento — Biologia, Química, etc.— quais são as justificativas e objetivos para sua abordagem e quais as compreensões de professores, alunos e graduandos que são investigadas sobre o tema) nas pesquisas em ensino de ciências e de química, fez-se uma análise em nove periódicos nacionais de importância reconhecida para a área, cujos perfis estão descritos no Quadro 1. O foco nos periódicos nacionais é justificado pelas diferenças dos contextos em que as propostas educacionais se dão. Muito embora a produção científica no exterior sobre a inserção das biotecnologias seja maior, ela corresponde a um contexto material diferenciado. Entretanto, contribuições de autores estrangeiros serão trazidas conforme necessário, lembrando-se da presença de pesquisadores internacionais em periódicos no Brasil (esses terão suas publicações analisadas, visto que obtiveram parecer favorável de pesquisadores no Brasil). Não foram analisadas sistematicamente dissertações, teses e atas de eventos, pois a maioria desses textos é publicada em revistas da área, que possuem maior circulação.

Foram pesquisadas, por ferramenta eletrônica de busca, revistas da área de educação científica e tecnológica, bem como de ensino de química. Foram inseridas as seguintes palavras-chave: biotecnologia, transgênico e soja, bem como derivações (biotecnológico, transgenia, etc.). Não se definiu um período de publicação dos artigos, como forma de explorar os períodos em que foram produzidos, sendo que os arquivos foram buscados de março a abril de 2013.

O foco foi a discussão das biotecnologias em contextos de ensino, assim, artigos que apresentavam as biotecnologias em outros contextos não foram considerados. Apresenta-se abaixo (Quadro 1) o perfil dos periódicos analisados, o número de artigos encontrados e o período em que foram publicados.

Foram encontrados artigos no período de 1995 a 2012, sendo que a partir de 2005 houve um aumento expressivo das publicações, provavelmente relacionada com as primeiras legislações sobre a segurança dos OGMs em 2003 e a criação da Lei de Biossegurança em 2005. Nota-se (Quadro 2) que nos últimos dois anos foram produzidos mais artigos que no período de 2001 a 2005, o que pode significar um crescente aumento de pesquisas sobre o tema.

Quadro 1: Perfil dos periódicos da área de ensino analisados.

ISSN	Periódico	Qualis (2013)	Textos Analisados	
			Qtde.	Período
1982-5153	Alexandria	B1	4	2008–2012
1980-850X	Ciência & Educação	A2	2	2008; 2012
1415-2150	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A2	1	2012
1982-2413	Experiências em Ensino de Ciências	B1	8	2007–2012
1518-8795	Investigações em Ensino de ciências	A2	10	1998–2011
2177-580X	Pesquisa em Educação Ambiental (Online)	B1	5	2007–2010
0100-4042	Química Nova	A2	10	1995–2012
0104-8899	Química Nova na Escola	B1	14	1997–2012
1806-5104	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência	A2	0	–
Total Geral			54	1995–2012

Fonte: o autor.

Quadro 2: Artigos relacionados com biotecnologia no ensino por período.

Nº artigos	6	8	29	11
Período	1995-2000	2001-05	2006-10	2010-12

Fonte: o autor.

No que tange às publicações por instituição de origem dos pesquisadores, as que mais contribuíram com mais de um artigo foram a UFSC (8 artigos), UFSCar (7 artigos), UFRJ e USP (6 artigos cada). Seguiram-nas a UNICAMP com 5 artigos; UFBA e PUCRS com 4 cada; UNESP, UFPE e UFG com 3 por cada universidade; e Universidade de Lisboa, UFSM, UFPR, UFMG, UERJ e UEL com 2 artigos por IES. Outras 19 instituições contribuíram com apenas 1 artigo.

Com relação às unidades federativas (UF) das quais os autores são provenientes, quase 30% dos artigos são relacionados a São Paulo, 14% a Santa Catarina e 11% ao Rio de Janeiro, 9% ao Rio Grande do Sul, 8% ao Paraná e Minas Gerais cada, 6% para Bahia, 5% ao Pernambuco e Goiás cada um, 2% individualmente aos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Pará, bem como 1% ao Distrito Federal. São 29 artigos na região Sudeste, 20 na Sul, 6 na Centro-Oeste e 8 distribuídos na região Norte e Nordeste. Também foram encontradas participações de outros países. Espanha e Portugal estiveram presentes como origem dos autores em 2 artigos cada. México, Argentina, Canadá e Inglaterra estiveram presentes em 1 artigo cada. Ressalta-se que as regiões com maior número de publicações foram também as com melhor porcentagem de pessoas conhecendo os transgênicos, conforme dados do IBOPE (2001; 2003), o que decorre da inter-relação de uma série de fatores sociais (economia, educação, infraestrutura, etc.).

Com relação aos artigos produzidos por área de ensino, foi encontrada uma maioria relacionada à área de Química, principalmente por causa das duas revistas direcionadas a essa disciplina (*Química Nova* e *Química Nova na Escola*). Constatou-se número grande de trabalhos da área de ensino de biologia (32%), presentes nas revistas voltadas a educação científica no geral. A Educação Ambiental e a Educação Científica, no geral, possuem 10% cada e a física 2% dos artigos analisados.

Uma parcela de 42% dos artigos analisados tratava do ensino médio; 28% do ensino superior; 10% da educação básica; 8% do ensino fundamental; 8% do ensino no geral; e 3% aos ensinos técnico/profissionalizante.

Embora não tenham sido discutidas em todos os textos, apontam-se quatro tipos de interações estabelecidas nos artigos entre a Ciência e as biotecnologias. O primeiro tipo considera as influências das biotecnologias na Ciência (seja Química, Biológica, etc.), estando presente em dois artigos (CHAMIZO e IZQUIERDO, 2008; LIMA *et al.* 2008)²⁰. Essa abordagem se concretiza em falas como:

A química, tal como a conhecemos hoje, é resultado de uma grande quantidade de heranças que, concretizadas em ofícios, influíram na vida cotidiana

²⁰ As referências completas dos artigos analisados na revisão se encontram em Apêndice A.

de todas as culturas. Não deixa de ser surpreendente que práticas tão diferentes como a do ferreiro — e da metalurgia, do curandeiro — e da farmácia, do oleiro — e da cerâmica, do padeiro — e da **biotecnologia** tenham podido estar reunidas e terminar por se fundirem em um campo comum: **a química** (CHAMIZO e IZQUIERDO, 2008, p. 4, grifo nosso).

Outra possibilidade é a da Ciência explicar as biotecnologias, como exposto por Takahashi, Martins e Quadros (2008) e corroborado por mais 3 textos (CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012; PENDRACINI *et al.*, 2008; ROCHA *et al.*, 2010):

Ensinar biotecnologia também parece não ser tarefa fácil, embora a compreensão dessas novas técnicas e novos produtos envolva o entendimento dos fenômenos que ocorrem em nível molecular e, portanto, podem ser explicados por meio de conceitos **químicos**, físicos e biológicos (TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008, p. 4, grifo nosso).

Também houve o reconhecimento por alguns textos das influências que as Ciências têm sobre as biotecnologias (ARAÚJO *et al.*, 2005; CORREIA, COSTA e FERREIRA, 2002; FALJONI-ALARIO, 1998; LIMA e FRACETO, 2007; PEREIRA, BASSO e BORGES, 2008; PINTO *et al.*, 2009; TANCREDI e CABALLERO, 2011; THIEMANN, 2003), com destaque para a relação que alguns alunos estabeleceram, de que transgênico “É uma química que usam para melhorar o desenvolvimento das sementes para que se desenvolvam melhor” (PENDRACINI *et al.*, 2008, p. 139). Outros trabalhos corroboram com essas relações:

O conhecimento, cada vez mais multifacetado, pressupõe um diálogo entre as várias áreas, ficando a Química, dada a sua natureza de processo fundamental, implícita aos conteúdos das demais matérias [fato que se relaciona com] o reconhecimento, no início deste século, da convergência tecnológica que pretende a unificação da ciência e da tecnologia baseada na combinação da nanotecnologia, **biotecnologia**, tecnologia da informação e ciência cognitiva (PINTO *et al.*, 2009, p. 567, grifo nosso).

Por último, houve a ideia de biotecnologia como atividades sobre a qual incidem aplicações científicas (JAFELLICI JUNIOR e VARANDA,

1999; OVIGLI, 2010; AMORIM, 1998; PEREIRA, HONÓRIO e SANNOMIYA, 2010; VARGAS, 1995; VIVIANI e BECHARA, 2008).

A nanotecnologia é uma área de pesquisa bastante ampla e interdisciplinar [...] Suas aplicações podem ser nas mais diversas áreas como eletrônica, medicina, aeronáutica, cosméticos, meio ambiente, **biotecnologia**, agricultura e segurança nacional (PEREIRA, HONÓRIO e SANNOMIYA, 2010, p. 74, grifo nosso).

O motivo das relações entre biotecnologia com outras áreas científica não terem sido esclarecidas em todos os trabalhos é por que muitos artigos não tratavam especificamente das biotecnologias, mas de outros assuntos, dos quais esse tema era um exemplo possível. Apenas 10 artigos traziam as biotecnologias ou seus processos como foco principal (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009; KLEIN e LABURÚ, 2012; LIMA *et al.*, 2008; NASCIMENTO e MARTINS, 2005; OVIGLI, 2010; SOUZA e FARIAS 2011; PENDRACINI *et al.*, 2008; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008; TANCREDI e CABALLERO, 2011; ZOMPERO, 2009). Os outros 44 artigos trabalhavam as biotecnologias como um exemplar, como em Levinson (2008), em que ela aparece várias vezes como um exemplo de tema sociocientífico; e em Delizoicov e Auler (2011), em que ela aparece como **exemplar** da abordagem do problema da produção de alimentos, privilegiada na agenda de pesquisa científica em detrimento do agronegócio, mas não se constituindo como foco do trabalho.

Os trabalhos que tratavam das compreensões (concepções, percepções, etc.) de sujeitos sobre biotecnologia foram poucos, 13 no total. Dentre eles, dois buscavam as informações na graduação em Biologia, três com professores, um na mídia e doze com alunos da educação básica. Na graduação, a maioria dos alunos investigados possuía conceitos de gene incompletos (TANCREDI e CABALLERO, 2011) e imagem da Ciência experimentalista, verificacionista (atribuindo aos experimentos o atestador da veracidade das teorias), empirista, dogmática e neutra (SCHEID, FERRARI e DELIZOICOV, 2007). Os professores consideraram sua dificuldade em acompanhar o avanço das realizações em biotecnologia, o que prejudica a previsão dos seus impactos; a falta de informações relevantes para o público tomar decisões (REIS e GALVÃO, 2005); e a relação de dominação dos países pobres pelas multinacionais (REIS e GALVÃO, 2005), este último pensamento também trazido por alguns alunos (PENDRACINI *et al.*, 2008). Esses trabalhos trazem as visões de relações lineares entre Ciência neutra e Tecnologia dualista (REIS e

GALVÃO, 2005), sendo que esta última se apresenta na forma de aplicações ou aparelhos (AMORIM, 1998).

Sobre as compreensões apresentadas pela mídia, o artigo mostra um posicionamento negativo (atitude de rejeição) perante os transgênicos, com foco em pesquisas internacionais e nos aspectos científicos, com pouca ênfase em dimensões sociais, principalmente éticas e religiosas (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009). Entretanto, a mídia é ressaltada como importante fonte de informações para os alunos sobre o referido tema (PENDRACINI *et al.*, 2008; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008; ZOMPERO, 2009).

No que tange aos alunos, os trabalhos ressaltam os conhecimentos simplistas e genéricos sobre transgênicos (PENDRACINI *et al.*, 2008; SOUZA e FARIAS 2011; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008;), sobre micro-organismo (ZOMPERO, 2009) e sobre proteínas e sua síntese (CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012), culminando com a constatação de que grande parte da população escolarizada ainda é iletrada cientificamente (SANTOS, 2006). Os alunos geralmente não têm consciência do seu consumo de alimentos transgênicos e as pesquisas são contraditórias quanto à aceitação dos OGMs por eles. Uns ressaltam a aprovação majoritária (TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008), mas outros a reprovação (PENDRACINI *et al.*, 2008). Entretanto, em ambas as pesquisas cerca de 20% dos entrevistados não tomou posição.

Alguns alunos citaram como vantagem dos transgênicos o benefício ambiental pela redução de agrotóxicos, o aumento nutricional, a redução dos custos e a diminuição do problema da fome, mas a grande maioria os concebe como prejudiciais a saúde humana, por seu caráter alergênico, tóxico, podendo causar doenças genéticas e também desequilíbrio ambiental, segundo Pendracini *et al.* (2008). Tais posicionamentos estão ligados de certa forma com a imagem de Ciência que constroem. Alguns alunos relacionaram a melhoria nutricional com a capacidade científica de melhorar os alimentos provenientes de organismos geneticamente; que a controvérsia da segurança decorre da falta de estudos, que poderia esclarecer os fatos; que há um risco, mas que a ciência pode determinar um consumo mínimo seguro (SOUZA e FARIAS, 2011) — imagens que se aproximam do paradigma do risco, conceito de Thornton (2001). Em outra pesquisa, Takahashi, Martins e Quadros (2008) destacam que alguns alunos se posicionaram contra os transgênicos, pela falta de consenso sobre seus efeitos — aproximando-se de uma abordagem precaucionária. Por outro lado, alunos também disseram ser a favor justamente pela falta de pesquisas que comprovassem os efeitos malignos. Esses dados corroboram para a

pesquisa de Kolsto (2001), que ressalta a importância da consideração do risco na tomada de decisão por alunos.

No que diz respeito à abordagem do tema na educação, analisaram-se as justificativas (*por quê?*) para a inclusão das biotecnologias em situações didáticas, bem como os objetivos (*para quê?*) almejados e as metodologias (*como?*) de trabalho. Com relação ao *por que*, encontraram-se três justificativas gerais: (1) inovação; abordagem de problemas sociais por duas vias — (2) somente apropriação de conhecimentos científicos e (3) discussão de valores da atividade CT.

O primeiro considera a necessidade da inter-relação Química-Biotecnologia devido a atual configuração do conhecimento científico, que é interdisciplinar, multidimensional. Esses autores (ABREU, GOMES e LOPES, 2005; ANDRADE *et al.*, 2004; ARAUJO *et al.*, 2005; CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012; FALJONI-ALARIO, 1998; FERREIRA e QUEIROZ, 2011; PACHECO e DAMASIO, 2008; KLEIN e LABURÚ, 2012; LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009; LIMA *et al.*, 2008; NASCIMENTO e MARTINS, 2005; NASCIMENTO e REZENDE JUNIOR, 2010; OVIGLI, 2010; PENDRACINI *et al.*, 2008; PEREIRA, BASSO e BORGES, 2008; PEREIRA, HONÓRIO e SANNOMIYA, 2010; PINTO *et al.*, 2009; PINTO *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*, 2010; SILVA, 2010; TANCREDI e CABALLERO, 2011; VARGAS, 1995; ZUCCO, 2007; ZUCCO, PESSINE e ANDRADE, 1999) consideram a interdisciplinaridade dos novos desafios científicos como uma oportunidade para a inovação e o progresso do conhecimento e economia. É por isso que ele está atrelado ao objetivo de desenvolvimento econômico e maior apropriação do conhecimento científico.

nos últimos anos, pode-se elencar diversas deficiências na formação dos químicos brasileiros: a) fraca formação em **áreas afins à Química**, por exemplo, **Biotecnologia**, **Biologia** e outras modalidades de **conhecimento atuais e novos** para os químicos (ZUCCO, 2007, p. 1433, grifo nosso).

Nesses trabalhos, as biotecnologias são tratadas como área. Já se discutiu que a posição adotada na pesquisa é de *campo*, por melhor abarcar a diversidade de práticas e conhecimentos disciplinares que incidem sobre as biotecnologias (GILDING e PICKERING, 2011).

A segunda justificativa está ligada a percepção de problemas sociais. Eles podem estar relacionados à adoção de uma tecnologia, às controvérsias quanto aos efeitos de alimentos transgênicos, ou ao direcionamento das pesquisas científicas, como a utilização de células-tronco embrionárias.

Entretanto, Fleck (2010) já ressaltou que na formulação de um problema está metade da sua solução. Essas situações são formuladas de duas formas distintas, uma considera o problema como resolvível pela mera apropriação de conhecimentos científicos (DELLAZARI, ROCHA FILHO e BORGES, 2010; FIGUEIRA e ROCHA, 2012; OVIGLI, 2010; PAREDES e GUIMARÃES, 2012; SOUZA e FARIAS, 2011; SANTOS, 2007; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008; ZOMPERO, 2009), enquanto a outra considera que a tomada de decisão só ocorrerá com uma discussão e reflexão que transcenda o conceitual e incorpore a reflexão crítica no nível axiológico (AMORIM, 1998; BARBOSA e PIRES, 2011; CARRETTI e ZUIN, 2010; CHAVES, 2012; DELIZOICOV e AULER, 2011; LEVINSON, 2008; LIMA e COPELLO, 2007; REIS, 2007; REIS e GALVÃO, 2005; SANTOS, 2006; SCHEID, FERRARI e DELIZOICOV, 2007; SLONGO e DELIZOICOV, 2010; VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2008). Como exemplo das justificativas, elencam-se as falas a seguir, representantes da abordagem exclusiva aos conhecimentos científicos e daquela que considera a reflexão axiológica, respectivamente:

Vamos considerar, nesse momento, os “**transgênicos**” como um exemplo de tecnologia a qual o cidadão comum não está sendo capaz de julgar nem de se posicionar criticamente quanto ao assunto. [...] No entanto, justamente por gerar um número grande de inovações e com grande rapidez, **a biotecnologia** parece cada vez mais difícil de ser entendida pelo cidadão “normal” que, na grande maioria das vezes, é usuário passivo dos avanços dessa área (TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, p. 3).

[...] os temas ambientais não podem ser conteúdos curriculares somente transmitidos aos alunos, conforme a pedagogia tradicional (pedagogia da transmissão). A educação crítica e transformadora exige um tratamento mais vivo e dinâmico dos conhecimentos. É preciso tomar os temas ambientais locais que se tornam significativos para a análise crítica da realidade socioambiental (BARBOSA e PIRES, 2011, p. 72).

Com relação aos objetivos, foram encontrados dois: o desenvolvimento econômico e a tomada de decisão. Os trabalhos voltados à dimensão econômica eram direcionados principalmente para a graduação

em química, defendendo que ela se voltasse a atender às novas necessidades de mercado, bem como proporcionasse uma formação química para a inovação e empreendedorismo (ANDRADE *et al.*, 2004; ARAUJO *et al.*, 2005; CORREIA, COSTA e FERREIRA, 2002; PINTO *et al.*, 2009; PINTO *et al.*, 2012; VARGAS, 1995; ZUCCO, 2007). Têm uma ligação com a justificativa da inovação, das biotecnologias como conhecimento interdisciplinar e novo. Assim se pronuncia Araújo *et al.* (2005, p. S18): “A formação de profissionais que sejam capazes de transformar o conhecimento químico gerando tecnologias, processos, riquezas e empregos é de grande relevância”. Abreu, Gomes e Lopes (2005, p. 413) analisam livros didáticos de química e encontram que “A expressão tecnologia aparece fortemente ligada ao processo produtivo, industrial e às questões ambientais [...]”, o que corrobora para esse atrelar da química ao setor produtivo.

Não obstante, alguns desses artigos apontavam como direcionadores da formação à sustentabilidade (ARAUJO *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2009; PINTO *et al.*, 2012; SANTOS, 2006).

Os princípios da **Química Verde**, a sustentabilidade e a atuação responsável deverão ser transversais aos novos currículos e às novas estruturas. [...] Os principais desafios do século XXI incluem majoritariamente a Química, mas não são reconhecidos pela sociedade como problemas químicos! [...] Nesse sentido, a **interdisciplinaridade** e a **sustentabilidade** devem estar presentes durante todo o processo de formação do Químico, pois delas depende a criação do “comportamento verde”. A formação do Químico precisa ser feita num ambiente que explicita os caminhos da sustentabilidade, com destaque à produção de energia, de alimentos, de tecnologias de purificação e minimização do uso da água e, acima de tudo, da preservação do ambiente e do bem-estar da humanidade (PINTO *et al.*, 2009, p. 568, grifo nosso).

Entretanto, exceto Santos (2006), os demais autores não discutem o conceito de sustentabilidade ou de desenvolvimento sustentável (DS), aceitam-no como dado e consolidado. Santos (2006) esclarece a origem do conceito de DS, com base no Relatório *Nosso Futuro Comum*, conhecido como relatório Brundtland, no âmbito da ONU em 1997. O autor ressalta que o conceito tem sofrido críticas por ser apropriado por diferentes grupos que não tem a proteção ambiental como objetivo, mas pelo contrário, é

usado como estratégia para aceitação pela população dentro da lógica consumista, que passa por não ambientalmente agressiva. Salienta que o DS pode estar agindo como uma ferramenta de exclusão e opressão, no sentido de impedir o crescimento das nações pobres ao mesmo tempo em que se garantem os recursos naturais para manter o desenvolvimento econômico e ritmo de crescimento das nações ricas, principalmente como uma garantia futura. Conclui que para uma sociedade sustentável, implica-se em DS “economicamente factível, ecologicamente apropriado, socialmente justo, culturalmente equitativo, respeitoso e sem discriminação de gênero” (SANTOS, 2006, p. 617).

O trabalho de Santos (2006), embora aborde a sustentabilidade como um dos objetivos da educação química, tem algo maior como alvo, a tomada de decisão. Ele faz parte do grupo (AMORIM, 1998; BARBOSA e PIRES, 2011; CARRETTI e ZUIN, 2010; CHAVES, 2012; DELIZOICOV e AULER, 2011; LEVINSON, 2008; LIMA e COPELLO, 2007; REIS, 2007; REIS e GALVÃO, 2005; SCHEID, FERRARI e DELIZOICOV, 2007; SLONGO e DELIZOICOV, 2010; VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2008) que, com variado grau de aproximação, objetiva uma situação educacional democrática, portanto baseada na busca de possibilitar a participação pública tanto pela apropriação crítica de conhecimentos científicos, quanto de uma reflexão axiológica e social dos temas propostos para o ensino. Esse grupo se aproxima da ideia de que a tomada de decisão não se baseia apenas em processos racionais, mas envolve principalmente um jogo de interesses políticos e econômicos. O grande diferencial está na reflexão crítica de cunho social e científico, não de mera apropriação científica, como demonstra a transcrição a seguir.

Como participantes da ação comunitária, as pessoas são agentes de mudança e suas identidades são formadas e reformadas como resultado das mudanças em que elas participam. Conhecimentos e compreensões de temas sociocientíficos não são propriedade individual, mas emergem através da ação e são ambos indeterminados e subdeterminados. Perspectivas são comprometidas e vêm de membros de grupos e comunidades de interesse, mas também recaem em pontos de vista marginais, crianças desabrigadas, mulheres, minorias étnicas. Sobretudo, trata-se de cidadãos usando ciência para abordar seus próprios problemas e, como resultado da busca de soluções, produzem novos conhecimentos (LEVINSON, 2008, p. 144, tradução nossa).

Ainda dentro da tomada de decisão, há aqueles que defendem a apropriação do conhecimento científico e discussão de seus métodos, alcances e valores. Entretanto, diferentemente do grupo anterior, restringem a tomada de decisão ao aspecto epistemológico tão somente (ABREU, GOMES e LOPES, 2005; CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012; DELLAZARI, ROCHA FILHO e BORGES, 2010; FALJONI-ALARIO, 1998; FERREIRA e QUEIROZ, 2011; FIGUEIRA e ROCHA, 2012; LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009; LIMA *et al.*, 2008; NASCIMENTO e MARTINS, 2005; NASCIMENTO e REZENDE JUNIOR, 2010; OVIGLI, 2010; PACHECO e DAMASIO, 2008; PAREDES e GUIMARÃES, 2012; PENDRACINI *et al.*, 2008; PEREIRA, BASSO e BORGES, 2008; PEREIRA, HONÓRIO e SANNOMIYA, 2010; ROCHA *et al.*, 2010; SANTOS, 2007; SILVA, 2010; SOUZA e FARIAS, 2011; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008; TANCREDI e CABALLERO, 2011; ZOMPERO, 2009; ZUCCO, PESSINE e ANDRADE, 1999), como ilustra o trecho a seguir.

Segundo Giordan e Vecchi (1996), cresce cada vez mais a defasagem entre uma minoria que se apropriou do saber sistematizado e a maioria dos sujeitos que continua analisando os fatos com base em saberes espontâneos, trazendo consequências culturais e sociais no mundo em que a maioria dos problemas de gestão tem base científica. Ressaltando-se o papel da escola nesse cenário, os autores consideram que esta instituição não pode mais se limitar à transmissão de um programa de conhecimentos enciclopédicos, temporariamente retidos pelos alunos, mas deve, em primeiro lugar, trabalhar com conhecimentos de modo que estes possam ser generalizados para a resolução de problemas e entendimento de situações que fazem parte da realidade atual (PENDRACINI, 2008, p. 136-137).

Os dois grupos que almejam a tomada de decisão estão de certa forma relacionados àqueles grupos que justificam suas pesquisas pela identificação de problemas, resolvíveis principalmente por conhecimentos científicos ou por reflexão crítica sociocientífica. Essa relação continua quando se analisa o aspecto prático em sala de aula. Um grupo (CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012; CHAMIZO e IZQUIERDO, 2008; FALJONI-ALARIO, 1998; FERREIRA e QUEIROZ, 2011; FIGUEIRA e ROCHA, 2012; LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009; NASCIMENTO e REZENDE JUNIOR, 2010; OVIGLI, 2010; PACHECO

e DAMASIO, 2008; PENDRACINI *et al.*, 2008; PEREIRA, BASSO e BORGES, 2008; PEREIRA, HONÓRIO e SANNOMIYA, 2010; ROCHA *et al.*, 2010; SANTOS, 2007; SILVA, 2010; SOUZA e FARIAS, 2011; TANCREDI e CABALLERO, 2011; VARGAS, 1995; ZOMPERO, 2009; ZUCCO, PESSINE e ANDRADE, 1999) se aproxima do que é chamado de *modelo de déficit* de abordagem de temas sociocientíficos (LEVINSON, 2008), ou Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) *reduzida* (AULER e DELIZOICOV, 2001), que centram a metodologia na apropriação de conhecimentos científicos, como se ilustra abaixo.

Optou-se por trabalhar o tema “Microorganismos” em um minicurso intitulado “Microorganismos? Sim, na saúde e na doença!” por meio de uma abordagem crítica, prazerosa e participativa, objetivando uma maior apropriação e compreensão dos conceitos e procedimentos envolvidos, fundamentados em um referencial da teoria da aprendizagem significativa (OVIGLI, 2010, p. 146).

Dentro dessa perspectiva, há trabalhos que aproximam as biotecnologias do sentido de conteúdo curricular trabalhado em sala de aula, e não de um tema (CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012; NASCIMENTO e MARTINS, 2005; FIGUEIRA e ROCHA, 2012; OVIGLI, 2010; PEREIRA, BASSO e BORGES, 2008; ROCHA *et al.*, 2010; SANTOS, 2007; SILVA, 2010; TANCREDI e CABALLERO, 2011; ZOMPERO, 2009). Em um artigo, considera-se a biotecnologia como um dos conceitos de biologia, referido à fermentação (SILVA, 2010). Outro trabalho traz o uso de micro-organismos na saúde e alimentação como conteúdo escolar biotecnológico, ligado também à biologia (ZOMPERO, 2009).

O outro grupo, no entanto, centra a abordagem em discussões de atitudes e valores, aliadas aos conhecimentos científicos. Aproximam-se dos conceitos de ACT *ampliada* (AULER e DELIZOICOV, 2001) e dos modelos de abordagem de temas sociocientíficos (LEVINSON, 2008): *Conhecimento escolar e questões sociais*; *Sociopragmático*; *Dialógico e de negociação*; e *Práxis coletiva*. Exemplo das considerações dessa abordagem

[...] faz décadas que o movimento CTS vem destacando a perspectiva sociológica da CeT como elemento relevante da educação científica (Acevedo, Vázquez e Manassero, 2002) e este estudo a assume como parte da NdC, superando assim a redução conceitual desta à mera epistemologia da ciência, da

mesma forma como é interpretada restritivamente em outros estudos (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2008, p. 44).

Por último, alguns trabalhos não esclarecem como a abordagem das biotecnologias seria feita (ARAUJO *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2009; PINTO *et al.*, 2012; ZUCCO, 2007; ANDRADE *et al.*, 2004). Esses são os que justificaram ao tema pela sua inovação e interdisciplinaridade, defendendo a abordagem das áreas *fronteiriças*, ou *correlatas*. Outros trabalhos não discutem abordagens das biotecnologias, mas apresentam uma discussão teórica ou conceitual como subsídio para o professor (FIORUCCI, SOARES e CAVALHEIRO, 2003; FLORIANI, 2009; GOUVEIA-MATOS, 1997; GUIDO e BRUZO, 2007; JAFELICI JUNIOR e VARANDA, 1999; LIMA e FRACETO, 2007; THIEMANN, 2003; VIVIANI e BECHARA, 2008).

Em suma, duas abordagens das biotecnologias podem ser resumidas. A primeira considera a existência de um problema social, que levanta perspectivas socialmente antagônicas, e que recorre aos conhecimentos científicos como meio de resolvê-los. Para eles, a introdução de temas biotecnológicos na escola vem sendo feita (PENDRACINI *et al.*, 2008), mas nem sempre de forma satisfatória (CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012), pois “os conhecimentos ensinados na escola não tem possibilitado aos sujeitos o entendimento da realidade atual, assim como o pensar, falar e agir cientificamente” (SOUZA e FARIAS, 2011, p. 27), corroborado por (PENDRACINI *et al.*, 2008).

Para esses autores, temas biotecnológicos são complexos e abstratos, exigindo conhecimentos de bioquímica para seu entendimento, o que a faz parecer “estar cada vez mais difícil de ser entendida pelo cidadão ‘normal’ que, na grande maioria das vezes, é usuário passivo dos avanços dessa área” (TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008, p. 3). As pesquisas procuram, então, meios de melhorar a apropriação científica, pela busca de conhecimentos prévios numa abordagem de mudança conceitual (ZOMPERO, 2009) ou de ressignificação conceitual (PENDRACINI *et al.*, 2008).

A outra abordagem considera que a necessidade da abordagem das biotecnologias como tema vem de problemas que levantam tensões entre direitos individuais; e objetivos sociais, ambientais, políticos, econômicos e de saúde (REIS e GALVÃO, 2005; SANTOS, 2006). Essas controvérsias têm influência sobre as concepções da população sobre Natureza da Ciência (NdC) e na sua atitude perante questões sociocientíficas. O ensino acerca da NdC pode encorajar o aluno a ver a ciência como construção humana

histórica, com suas normas, princípios e controvérsias (LEVINSON, 2008; VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2008). O debate público se torna necessário, pois a ciência não proporciona conhecimentos completamente fiáveis, sendo eles provisórios e alvo de contestação. Entretanto, o conhecimento científico tem valor e deve ser reconhecido com um dos elementos de um complexo processo de ação.

Os especialistas entram frequentemente em conflito pois as controvérsias sócio-científicas não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica, uma vez que envolvem hierarquizações de valores, conveniências pessoais, pressões de grupos sociais e econômicos, etc. (REIS e GALVÃO, 2005, p. 134).

A escolha entre teorias diferentes não está pautada em base técnica neutra ou em capacidade racional atemporal. Mas envolve pressupostos sociais — valores e princípios — que determinam os rumos da pesquisa (DELIZOICOV e AULER, 2011; REIS e GALVÃO, 2005; SCHEID, FERRARI e DELIZOICOV, 2007). A educação para democratização estaria pautada na discussão de *temas controversos*, *questões sociocientíficas* ou *aspectos sociocientíficos*, que assumem o sentido de “questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia” que possibilitam a discussão de valores e atitudes do mundo tecnológico em que se está inserido, possibilitando a transformação (SANTOS, 2006).

Somente 18% dos trabalhos analisados traziam as biotecnologias com certo destaque, a maioria a utilizou como exemplar. Independente da evidência do tema no artigo, as abordagens em sala de aula (baseadas na apropriação de conhecimentos científicos e aquela baseada na discussão sociocientífica propriamente dita) obtiveram contribuições parecidas, 20 artigos para cada.

Por fim, ressalta-se que as biotecnologias são temas pouco explorados nos periódicos nacionais. As questões relacionadas aos transgênicos foram ainda menos encontradas nas revistas analisadas. Slongo e Delizoicov (2010) ressaltaram a pouca discussão das biotecnologias em teses e dissertações sobre ensino de biologia no período de 1972 a 2000, o que se repete com a presença do tema em livros didáticos de ensino médio de biologia (AMORIM, 1998).

Entretanto, ela é percebida como de grande importância para a sociedade, estando relacionada na resolução de problemas sociais, justificando sua importância para introdução na educação. Assim, ela apresenta grandes possibilidades para a educação para a democracia,

inclusive para uma maior participação social nas decisões sobre a ciência e tecnologia.

3.3 A MÍDIA E AS BIOTECNOLOGIAS

Diversos autores ressaltam o papel das mídias na formação de concepções dos alunos sobre assuntos biotecnológicos (PENDRACINI *et al.*, 2008; TAKAHASHI, MARTINS e QUADROS, 2008), no trabalho do professor em sala de aula (TERRAZAN, 2000; XAVIER, FREIRE e MORAES, 2005), nos interesses e na produção de determinados problemas de pesquisas científicas (NASCIMENTO e REZENDE JUNIOR, 2010) e na manutenção de uma ideologia bioética, focada no individualismo, na saturação de informação e na mediação entre moral, ética, ciência e religião (TOGNOLLI, 2003). Assim, torna-se importante compreender como as biotecnologias, em particular os transgênicos, estão sendo tratadas nos meios de comunicação.

Legey, Jurberg e Coutinho (2009) analisaram 812 edições de jornais e revistas brasileiras sobre a veiculação de notícias sobre Biologia Celular no período de setembro de 2004 a julho de 2005.

Nos jornais O Globo e O Dia, detectamos 120 e 33 notícias [...] Já entre as revistas analisadas, a Época foi a que mais priorizou temas de Biologia Celular distribuídos ao longo de 59 notícias coletadas, seguida pelaVeja com 13 notícias e pela IstoÉ com seis notícias.[...]Estes resultados revelam perfil bastante heterogêneo na frequência de divulgação de matérias entre os jornais e as revistas analisadas (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009, p. 40).

Das 120 notícias de O Globo sobre Biologia Celular, 17% eram sobre transgênicos. Nas revistas, esse tema apareceu em 7% das notícias da Época e 17% da IstoÉ.

Bueno (2001) pesquisou a abordagem dos transgênicos em quatro meios da Grande imprensa (*O Estado de S. Paulo* e *Folha de S. Paulo*, em São Paulo; e *O Globo* e *Jornal do Brasil*, no Rio de Janeiro), bem como em dois veículos da área econômica (*Gazeta Mercantil*, de São Paulo; e *Jornal do Commercio*, Rio de Janeiro) de janeiro a setembro de 1999. Em 66% das notícias selecionadas foi encontrada uma angulação negativa, sendo maior nos jornais de Grande Imprensa (73%) do que nos Jornais de Negócio (54%) (BUENO, 2001). Os autores justificam essa posição devido ao

período de instabilidade e de insegurança que marcou a entrada desses alimentos no Brasil (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009).

De acordo com Legey, Jurberg e Coutinho (2009) de todas as notícias selecionadas de O Globo, cerca de 90% abordavam o contexto científico, sendo que as dimensões política, ética e legal apareceram em cerca de 20% cada e apenas 4% se referiam ao ponto de vista religioso²¹. As revistas Época, IstoÉ e Veja apresentaram mais do que 80% de referência ao contexto científico. As dimensões política, ética, legal e religiosa ficaram abaixo dos 20%, exceto a IstoÉ que contou com 33% das notícias sobre Biologia Celular no contexto político e também no legal. As dimensões econômicas e religiosas foram menos abordadas por todas as mídias analisadas. Entretanto, apenas 25% das notícias selecionadas de O Globo citavam periódicos científicos. Nas revistas, o percentual ficou abaixo de 50% das notícias. Ressalta-se a valorização de pesquisadores, instituições e periódicos internacionais em detrimento dos locais (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009).

Já a pesquisa de Bueno (2001) encontra um foco majoritariamente político nas notícias sobre transgênicos (70% das notícias selecionadas no geral). O foco técnico, que para o autor poderia contribuir para esclarecer cientificamente o tema, esteve presente em apenas 13% das notícias. O foco econômico também foi baixo, mesmo nos Jornais de Negócio. Cerca de 40% tratavam dos problemas dos transgênicos no Brasil — aprovação, critérios da CTNBio, movimentos ambientalistas e de defesa do consumidor, etc. —, sendo mais 15% relativos aos problemas na Europa. Pouca atenção foi dada a estudos e pesquisas sobre os OGMs e aos avanços das biotecnologias na agricultura, sendo que a situação da Argentina, que aprovara o cultivo desses alimentos há certo tempo e poderia ser útil como comparação, foi desconsiderada (BUENO, 2001).

Das fontes apontadas nas notícias que serviram de *corpus* a Bueno (2001), cerca de 20% eram relacionadas ao governo, que em geral se defendiam de ataques. O governo do Rio Grande do Sul foi bem consultado, pela situação particular do estado de grande produção de transgênicos, mesmo ilegalmente. Cerca de 10% referenciavam as indústrias produtoras dos OGMs, 8,6% relacionavam pesquisadores brasileiros, 5,6% o Greenpeace, 4,2% o IDEC e a CTNBio apareceu em 13%. Ressalta-se a ausência dos parlamentares brasileiros nas notícias, bem como de outras organizações ambientalistas além do Greenpeace. O autor

²¹ Uma mesma notícia pode abordar mais de um contexto.

ressalta a quantidade de notícias sobre problemas brasileiros ser maior do que aquelas referidas a problemas internacionais (60% contra 40% respectivamente) (BUENO, 2001).

Sobre a Biologia Celular, acima de 60% das notícias selecionadas dos jornais apresentavam uma angulação positiva sobre os assuntos discutidos, sendo esse tipo presente em mais de 90% dos textos selecionados das revistas. Ressalta-se o sensacionalismo de títulos e subtítulos, criando expectativas no leitor, nem sempre confirmadas no texto ou com o devido respaldo (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009).

Legey, Jurberg e Coutinho(2009) ressaltam o papel dessas publicações midiáticas em sala de aula, uma vez que os livros didáticos, como principal subsídio para a ação docente, não tratam esses temas comumente. Entretanto, esses textos são materiais de divulgação que frequentemente são simplificados, não possuem aprofundamento científico e até podem possuir erros conceituais (LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009). Cabe ao professor o trabalho de análise crítica do material a ser usado em sala de aula. Embora a influência das mídias impressas seja grande nas salas de aula, Bueno (2001b, *apud* LEGEY, JURBERG e COUTINHO, 2009) fala da pouca presença de textos de origem leiga nos materiais midiáticos (como charges, editoriais, cartas de leitores, etc.).

3.4 AS BIOTECNOLOGIAS NO LIVRO DIDÁTICO

Não são objetivo e foco desta pesquisa se debruçar extensamente sobre os livros didáticos. Entretanto, pela importância que esse material assume no contexto educacional, faz-se necessária uma análise, ainda que breve, de como as biotecnologias se apresentam em seu texto, tanto nas relações estabelecidas com as áreas científicas, como no que tange às concepções que demonstram sobre o tema.

O livro didático tem sido pauta das pesquisas em educação há mais de 30 anos, justificando-se pela alta interferência desse material na atuação docente. O que diversos autores (LOPES, 1992; BERNARDINO, RODRIGUES e BELLINI, 2013) chamam de autoridade do livro didático, que o configura como modelo padrão que restringe a atividade dos professores. Se por um lado a formação precária e as poucas condições de trabalho dificultam ao professor desenvolver suas metodologias de ação, há também a pressão das editoras em sua relação predominantemente mercadológica com a escola (LOPES, 1992).

Entretanto, não há como pensar no professor somente como um objeto do controle do livro e marionete da ação editorial. Pesquisas ressaltam a capacidade de professores em se posicionar criticamente

perante esses materiais, refletindo sobre o currículo oculto no texto e planejando ativamente a sua ação pedagógica (DELIZOICOV, 1995).

Um fato curioso é a existência de uma anedota entre professores de química da cidade de Campo Grande, bem como de pesquisadores do ensino de química da região, de que o Referencial Curricular do Ensino Médio de MS (MATO GROSSO DO SUL, 2002) seria nada menos do que uma cópia do sumário do livro didático, especialmente na área de química. Uma comparação entre os sumários do livro mais comprado pelas escolas do município²², a saber, o livro *Química* de Ricardo Feltre, e os conteúdos do citado referencial permite dizer que essa “brincadeira” tem fonte de uma constatação da prática docente, conforme analisado no Quadro 3.

Quadro 3: Comparação entre conteúdos de química do Referencial Curricular de MS e o Sumário do Livro “Química” de Ricardo Feltre.

CONTEÚDOS DE QUÍMICA		SUMÁRIO DO LIVRO DIDÁTICO		
1º ANO	1º BIM.	Introdução ao estudo da Química — contexto histórico e atual da química na sociedade	CAP 1 — A primeira visão da Química	VOL. 1
1º ANO	1º BIM.	Matéria — características e transformações	CAP 2 — Conhecendo a matéria e suas transformações	VOL. 1
1º ANO	1º BIM.		CAP 3 — Explicando a matéria e suas transformações.	VOL. 1
1º ANO	1º BIM.	Evolução dos modelos atômicos e a identificação dos átomos	CAP 4 — A evolução dos modelos atômicos	VOL. 1

²² Pesquisaram-se, no âmbito deste trabalho, os livros adotados pelas 10 escolas com maior número de alunos matriculados no ensino médio no ano de 2011, correspondendo a quase 40% do número total de vagas, conforme dados do Censo Escolar (MATO GROSSO DO SUL, 2011). Dos livros comprados por essas escolas, 79% eram exemplares do *Química*, de Ricardo Feltre, o que indica a grande importância do livro para o contexto regional (BRASIL, 2011).

CONTEÚDOS DE QUÍMICA

SUMÁRIO DO LIVRO DIDÁTICO

1º ANO	1º BIM.	O modelo dos orbitais atômicos — A distribuição eletrônica por subníveis		
1º ANO	1º BIM.	Configurações eletrônicas dos elementos ao longo da classificação periódica	CAP 5 — A classificação Periódica dos elementos	VOL. 1
1º ANO	1º BIM.	Propriedades periódicas e aperiódicas dos elementos químicos		VOL. 1
1º ANO	2º BIM.	As Ligações Químicas		
1º ANO	2º BIM.	Ligação Iônica, Eletrovalente ou Heteropolar — conceitos gerais — fórmula de um composto iônico	CAP 6 — As ligações químicas	VOL. 1
1º ANO	2º BIM.	Ligação Covalente, Molecular ou Homopolar — conceitos gerais — fórmula de um composto covalente		
1º ANO	2º BIM.	Ligação Metálica		
1º ANO	2º BIM.	Interações Intermoleculares e Estrutura Molecular — polaridade das ligações— ligações polares e apolares	CAP 7 — A geometria molecular	VOL. 1
1º ANO	3º BIM.	Ácidos — definição — fórmulas dos ácidos — nomenclatura	CAP 8 — Ácidos, Bases, Sais inorgânicos	VOL. 1
1º ANO	3º BIM.	Bases — definição — fórmulas das bases — nomenclatura		

CONTEÚDOS DE QUÍMICA

SUMÁRIO DO LIVRO DIDÁTICO

1º ANO	3º BIM.	Sais— definição — reações de neutralização total e parcial — nomenclatura		
1º ANO	3º BIM.	Óxidos — definição — fórmulas — nomenclatura — peróxidos	CAP 9 — Óxidos Inorgânicos	VOL. 1
1º ANO	4º BIM.	Reações Químicas — classificação — equações — balanceamento	CAP 10 — As reações químicas	VOL. 1
1º ANO	4º BIM.	Massa atômica, massa molecular e o conceito de mol	CAP 11 — Massa atômica e massa molecular	VOL. 1
1º ANO	4º BIM.	Cálculo de fórmulas e Estequiometria	CAP 13 — Cálculo de Fórmulas	VOL. 1
1º ANO	4º BIM.		CAP 14 — Cálculo Estequiométrico	VOL. 1
2º ANO	1º BIM.	Dispersões — definição — classificação — características	CAP 1 — Soluções	VOL. 2
2º ANO	1º BIM.	Soluções — conceito — curvas de solubilidade		
2º ANO	1º BIM.	Concentração das Soluções — concentração comum — título ou fração em massa — molaridade ou concentração em mols por litro		
2º ANO	1º BIM.	Diluição das Soluções		

CONTEÚDOS DE QUÍMICA

SUMÁRIO DO LIVRO DIDÁTICO

2º ANO	1º BIM.	Mistura de Soluções — titulação		
2º ANO	2º BIM.	Termoquímica	CAP 3 — Termoquímica	VOL. 2
2º ANO	2º BIM.	Cinética química	CAP 4 — Cinética Química	VOL. 2
2º ANO	3º BIM.	Equilíbrio	CAP 5 — Equilíbrios Químicos homogêneos	VOL. 2
2º ANO	3º BIM.	Deslocamento de Equilíbrio		
2º ANO	3º BIM.	Equilíbrio em meio aquoso	CAP 6 — Equilíbrios Iônicos em soluções aquosas	VOL. 2
2º ANO	4º BIM.	Eletroquímica	CAP 8 — Eletroquímica — Oxidação e Redução e Pilhas	VOL. 2
2º ANO	4º BIM.		CAP 9 — Eletroquímica — Eletrólise	VOL. 2
2º ANO	4º BIM.	Radioatividade	CAP 10 — Reações Nucleares	VOL. 2
3º ANO	1º BIM.	Química Orgânica	CAP 1 — Introdução a Química Orgânica	VOL. 3

CONTEÚDOS DE QUÍMICA

SUMÁRIO DO LIVRO DIDÁTICO

3º ANO	1º BIM.	Petróleo — hidrocarbonetos	CAP 2 — Hidrocarbonetos	VOL. 3
3º ANO	2º BIM.	Carboidratos — características e aplicações — alcoóis — aldeídos — cetonas	CAP 3 — Funções Orgânicas Oxigenadas e CAP 14 — Glicídios	VOL. 3
3º ANO	2º BIM.	Lipídeos — características e aplicações — ácidos carboxílicos — ésteres	CAP 15 — Lipídios	VOL. 3
3º ANO	2º BIM.	Outras Funções Orgânicas Oxigenadas — fenóis — éteres	CAP 3 — Funções Orgânicas Oxigenadas	VOL. 3
3º ANO	2º BIM.	Aminoácidos e proteínas — aminas — amidas	CAP 4 — Funções Orgânicas Nitrogenadas e CAP 16 — Aminoácidos e Proteínas	VOL. 3
3º ANO	3º BIM.	Isomeria	CAP 7 — Isomeria em Química Orgânica	VOL. 3
3º ANO	3º BIM.	Isomeria Plana		
3º ANO	3º BIM.	Estereoisomeria		
3º ANO	3º BIM.	Acidez e Basicidade	CAP 11 — O Caráter Acidobásico	VOL. 3
3º ANO	4º BIM.	Reações de Substituição	CAP 8 — Reações de Substituição	VOL. 3

CONTEÚDOS DE QUÍMICA

SUMÁRIO DO LIVRO DIDÁTICO

3º ANO	4º BIM.	Reações de Adição	CAP 9 — Reações de Adição	VOL. 3
3º ANO	4º BIM.	Óxido-redução, desidratação e esterificação		VOL. 3
3º ANO	4º BIM.	Polímeros Naturais e Sintéticos	CAP 17 — Polímeros Sintéticos	VOL. 3

Fonte: o autor.

Essa constatação corrobora para a afirmação de Abreu, Gomes e Lopes (2005, p. 406) sobre o livro didático: “Trata-se de um currículo escrito que visa apresentar uma seleção de saberes e uma forma de organização, frequentemente prescritiva”.

Ao partir da importância histórica dos livros didáticos nas escolas brasileiras como um condicionante da ação do professor, que pode ser superada pela reflexão crítica, surgiu a necessidade de entender como esse material aborda as biotecnologias no âmbito do ensino de química. Posteriormente, faz-se uma análise dos ideais CTS e os modelos de abordagem que permeiam os textos referentes à biotecnologia, permitindo correlacionar esses dados com compreensões docentes nos capítulos que seguem.

Buscaram-se no site do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) os livros utilizados pelas duas escolas que participantes da pesquisa. Não foi surpresa a presença unânime do livro *Química* de Ricardo Feltre, em seus três volumes (FELTRE, 2004a; 2004b; 2004c). Esse fato corrobora com a vivência individual do autor da pesquisa (como aluno da rede pública de Campo Grande, como licenciando em Química, como estagiário junto a professores do ensino médio de química na mesma cidade) e com pesquisas da área (LOGUERCIO, SAMRSLA e DEL PINO, 2001), que apontam para a predileção do livro mencionado.

A seguir, descrevem-se sucintamente esses livros, desde suas primeiras versões na década de 80 até o momento atual.

Lopes (1992) analisa os obstáculos epistemológicos em mais de 100 livros didáticos de química no período de 1931 a 1990, sendo um deles o livro de Ricardo Feltre (década de 80). Ela aponta o animismo²³ como um dos principais recursos didáticos utilizados pelo autor, principalmente quando há uma grande distância entre o real e o racional e uma maior abstração conceitual, nomeadamente os conceitos de estrutura atômica e ligação química. Resulta disso a sobressaliência dos recursos animistas em detrimento dos modelos conceituais. O objetivo do texto se torna a apreensão do caráter operacional — montagem de fórmulas — destinado a resolução de exercícios (LOPES, 1992).

A autora ainda encontra obstáculos realistas²⁴ nos livros escritos pelo autor: conhecer as substâncias é o mesmo que descrever suas propriedades. Não obstante, essas propriedades seriam acessíveis diretamente pelos sentidos, ignorando as construções teóricas e experimentais para se constatar tais fenômenos. Como no caso anterior, não se privilegia o raciocínio, mas recorre-se a imagens cotidianas que só reforçam o senso comum. A imagem da atividade científica é distorcida. Ela aparece baseada num empirismo ingênuo, puramente acessível pelos sentidos.

Loguercio e Del Pino (1995) fazem uma compilação dos trabalhos que analisam os livros didáticos, esclarecendo sobre dois outros obstáculos epistemológicos em livros de química, incluindo o exemplar de Feltre. Identifica exemplos de obstáculo verbal, quando a palavra adquire uma força de significado em si mesma, ocorrendo geralmente quando uma ruptura entre o significado em senso comum e científico da palavra não é estabelecida. Há, assim, um reforço dos obstáculos realistas, uma vez que se busca no real, no conhecido, os sentidos para o verbal. “... com o tribromo–metano (HCB₃), que é um líquido quase três vezes mais pesado que a água.” (Ricardo Feltre, vol. uni., pag. 514)” (LOGUERCIO e DEL PINO, 1995, p. 7).

²³ O *obstáculo animista* é a atribuição de vida ou características humanas a objetos inanimados para explicar um fenômeno. Trata-se da valorização do princípio vital que, estabelecida na forma dos três reinos, depreciam o reino mineral e supervalorizam o vegetal e animal (BACHELARD, 1996).

²⁴ O *obstáculo realista* é o conhecimento que fica preso apenas na superficialidade, nas qualidades aparentes e sensíveis. E na ânsia por descrever as propriedades intrínsecas e aparentes do fenômeno acaba por fazer generalizações apressadas e apoiadas apenas nos dados empíricos, obstaculizando a abstração e matematização do fenômeno (LOPES, 1992).

Ainda, traz exemplos de obstáculos substancialistas presentes na obra de Feltre:

‘... considerando que o zinco tem tendência espontânea para perder elétrons,...’ — obstáculo substancialista, pois esta característica não depende somente do zinco, mas também da outra substância que está participando do processo de oxirredução. (Ricardo Feltre, vol. uni., pag. 391) (LOGUERCIO e DEL PINO, 1995, p. 8).

Os autores também trazem a identificação de elementos de currículo oculto, uma manifestação involuntária ou não, que veicula mensagens ideológicas e que não deveriam estar presentes de forma implícita. “Figura 8: currículo oculto quanto a discriminação de sexo, pois a mulher aparece fazendo serviços domésticos enquanto o homem trabalha em um laboratório — imagem que aparecem no mesmo livro: Ricardo Feltre, vol. uni., p. 21 e 237”.

Além disso, o livro tem uma estrutura que vem sendo debatida e superada por outras produções. Discussões sociais e temas cotidianos são infrequentes e geralmente trabalhados em pequenas caixas de texto ou em seções separadas da discussão conceitual. Há um grande número de exercícios nos fins das apresentações conceituais, geralmente provenientes de provas de vestibulares. Mesmo sendo um livro largamente adotado nas escolas, os professores levantam suas dificuldades de trabalho com esse material: “a existência de erros conceituais, material desatualizado, conteúdos de difícil compreensão, dificuldades dos alunos na resolução dos exercícios propostos e interpretação textual” (MAIA *et al.*, 2011).

Por esse motivo, e também por que não consistia como objetivo uma análise ampla do tema no livro didático, a análise da presença das biotecnologias se deu principalmente nos “Box”, caixas de texto com informações suplementares, seção “Leitura” no fim de todo capítulo e em demais seções que traziam informações referentes ao cotidiano. O restante das seções trazia uma abordagem conceitual química desvinculada de temas sociais ou de outras disciplinas.

Assim, as biotecnologias são inseridas pontualmente no texto de Feltre e de forma implícita, corroborando com os resultados de Ferreira e Justi (2004, *apud* SOUZA e FARIAS, 2011) sobre a discussão de OGM em livros de química e biologia. Só foi encontrada uma menção da palavra biotecnologia na presente análise dos livros, embora situações e conceitos relacionados fossem constatados com mais frequência.

“Com seu desenvolvimento, a química orgânica acabou se dividindo e dando origem a mais um ramo da ciência — a **Bioquímica** (...) Da Bioquímica

surgiram outros ramos da ciência e da tecnologia, como a **Biologia Molecular** e a **Biotecnologia**” (FELTRE, 2004a, p. 7, grifo do autor).

Tais elementos estavam presentes em algumas seções no texto, que procuravam relacionar o conceito explorado à situação cotidianas, principalmente do âmbito industrial. Essa discussão também esteve presente em alguns “Box” e na seção “Leitura”, sempre com o objetivo de transpor o conhecimento químico para situações em que se aplicam. Essa configuração dos textos corrobora com a apresentação da genética nos livros didáticos de ciências, conforme analisado Nascimento e Martins (2005).

“(…) antes de Cristo, a humanidade já produzia bebidas alcoólicas, vinagre, corantes, etc. (...) Por exemplo, o **álcool comum** (C_2H_6O) existe em bebidas e é muito usado na indústria e como combustível para automóveis” (FELTRE, 2004a, p. 2).

Os temas biotecnológicos foram constatados no volume três, que trata de Química Orgânica. As relações com as biotecnologias se deram de forma diluída nos capítulos desse volume por assuntos como a fermentação, relacionada com a biodigestão de lixo e com a produção de álcool, conforme descrito a seguir, bem como com a genética.

O biodigestor para produzir metano a partir de resíduos agrícolas, industriais e rejeitos animais é defendido como: “Esse é um bom exemplo de aproveitamento de biomassa, uma vês que, além de produzir energia, reduz os prejuízos que o lixo causa ao ambiente” (FELTRE, 2004a, p. 40). Texto aparece dentro da seção **2.3 A presença dos alcanos em nossa vida, d) Metano**, mostrando o seu caráter de exemplificação do conceito químico, mas a temática se repete na seção **Leitura: Lixo** (p. 400) e **BOX: Lixo vai gerar energia para 200 mil pessoas** (p. 41).

A fermentação para produzir bebidas alcoólicas é tratada na seção **2.4 A presença dos alcoóis em nossa vida, b) Etanol**, em que o autor esquematiza o procedimento industrial e conclui falando dos malefícios do álcool a saúde (FELTRE, 2004a, p. 75, 77).

Na seção **2.4 A preparação e a separação de compostos opticamente ativos**, fala do uso de micro-organismos para separar substâncias enantioméricas em misturas racêmicas (o micro-organismo consome um dos enantiômeros e resta o outro). Não cita a catálise estereosseletiva (que usa catalisadores biológicos), mas diz apenas que há reações desse tipo (FELTRE, 2004a, p. 193).

No Cap. 14 do livro analisado, seção **Leitura: Engenharia Genética**, o autor faz uma comparação entre as técnicas milenares de

seleção de características e as tecnologias modernas, baseadas na engenharia genética (técnica do DNA recombinante), tanto do ponto de vista dos alimentos vegetais, quanto animais e microbióticos. Justifica engenharia genética pela facilidade em obter as características desejadas (resistência, produtividade, etc.) e pela possibilidade de criar seres completamente novos. Essa seria uma vantagem em relação à clonagem, que pode replicar um organismo com as características genéticas, mas os mantém exatamente iguais (FELTRE, 2004a, p. 333).

Como já discutido no Cap. 1, essas afirmações são controversas e não representam consenso científico. O texto dessa seção **Leitura** é permeado de falsas certezas, como se o empreendimento científico fosse linear e descrevesse a realidade como ela é. Ao apresentar apenas um dos lados do debate e ignorar as críticas e incertezas, o autor do livro parece estar aceitando uma posição ufanista da tecnologia e ciência, considerando que as inovações científica e tecnológicas são as melhores opções ou, ainda, que são as únicas possibilidades, contra as quais não há como e por que lutar. Essas são características de valores inerentes ao progresso tecnológico, que são tecnocráticos e impedem a participação popular ampla, pois o cidadão relega à ciência (que na sua compreensão é capaz de descrever perfeitamente o universo por meio de suas partes) e aos especialistas o poder de decidir sobre os assuntos de sua vida (LACEY, 2002).

Como ocorrem com os textos de genética nos livros de ciências (NASCIMENTO e MARTINS, 2005), diversos assuntos de interesse social são ignorados no presente livro, como:

[...] o risco de casamentos consanguíneos, a divisão da espécie humana em raças com base na sequência do genoma, a interação entre genes, a possibilidade de genes afetarem múltiplos traços ao mesmo tempo, a ideia de que a evolução das espécies encontra-se relacionada à seleção de genes e o debate em torno de das heranças epigenéticas (NASCIMENTO e MARTINS, 2005, p. 273).

Há uma abordagem histórica das biotecnologias, embora ela não seja nomeada explicitamente. Entretanto, o texto tem caráter apenas informativo. O intuito é exemplificar as influências do conhecimento científico na atividade industrial, como já dito por Santos e Merçon (2011). Dá-se a entender que o assunto é estabelecido e aceito pelos cientistas e pela população. Não há margem para o debate de opiniões, nem se considera a controvérsia na sua argumentação. Isso ocorre claramente nessa

seção e é recorrente nos outros pontos em que as biotecnologias foram tratadas, passando a imagem de que elas seriam, assim, fruto de um desenvolvimento científico cumulativo, capazes de resolver diversos problemas, contribuindo-se para uma visão salvacionista.

Adiciona-se a imagem de ciência neutra: “O problema não está no **uso**, mas no abuso da utilização dos produtos químicos.” (FELTRE, 2004b, p. 8). A ciência seria fruto de uma atividade desinteressada, cujas consequências se dão apenas na ação do sujeito que faz uso de seus resultados. Vale lembrar que as tecnologias não são neutras, mas concretizações de demandas sociais, resultados de uma percepção histórica de um problema, por um grupo cultural, sendo inerentemente construída com base em valores, princípios e objetivos de quem os produz/consome (DELIZOICOV e AULER, 2011; MCLUHAN, 1971; PACEY, 1990).

Esses aspectos podem ter contribuído para o livro *Química*, de Ricardo Feltre, não ter sido aprovado no Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) de 2012. Muito embora não esteja mais disponível para compra pelas escolas públicas, seu legado certamente continua. As influências de anos de relação com professores e aluno ainda duram e quais seriam suas impressões na relação que professores estabelecem entre a química e as biotecnologias? Essa questão voltará a ser discutida no Capítulo 4, sobre a compreensão dos docentes de química do ensino médio sobre a inserção das biotecnologias na química.

A importância do livro didático é extensamente evidenciada nas pesquisas científicas, mas a capacidade do professor de se apropriar criticamente desse instrumento também é ressaltada (DELIZOICOV, 1995). Assim, é inegável a importância do professor no processo educativo escolar. Seja a educação “bancária”, ou progressista, o professor é indispensável e uma das peças primordiais. Na primeira, o professor crê depositar o conhecimento em alunos vazios, mas prontamente receptivos à informação. Na segunda, o professor participa da sistematização das contradições da realidade dos alunos na forma de problemas a serem compreendidos e enfrentados por eles. Logo, um trabalho que pretenda alguma transformação educativa tem que ter esses sujeitos envolvidos.

Entretanto, não como uma forma de julgar sua ação e pensamentos, desconsiderar seus conhecimentos e substituí-los por outros que se creem corretos. Mas como forma de diálogo, em que ambos os sujeitos interessados em conhecer a realidade, agem de forma conjunta na superação de obstáculos para a sua ação. Tais limites se manifestam na relação do sujeito com o mundo e superá-los não é uma mera questão de troca de metodologias, mas de transformação de visão de mundo: de mudança do

que se considera como problemas educativos, dos objetivos que se pretende alcançar e, que por fim, se manifestam no educar.

Como sintetiza Freire: “Temos de estar convencidos de que a sua visão do mundo, que se manifesta nas várias formas de sua ação, reflete sua *situação* no mundo, em que se constitui” (FREIRE, 2005, p. 100, grifo do autor). O educador reforça essa ideia dizendo que “Não há pensamento que não esteja referido à realidade, direta ou indiretamente marcado por ela, do que resulta que a linguagem que o exprime não pode estar isenta destas marcas” (FREIRE, 1983, p. 48).

Assim, no próximo capítulo é apresentada a metodologia da pesquisa que intenta encontrar as compreensões dos professores sobre as biotecnologias e suas relações com o ensino de química. Como esses entendimentos não estão desvinculados da realidade material com que se relacionam, a presente análise dos livros didáticos, das ideias repassadas pela mídia e mesmo a abordagem das biotecnologias nos periódicos, se apresentam como informação primordial para entender a dinâmica das compreensões dos professores, a ser discutida a seguir.

Capítulo 4 — COMPREENSÕES DE PROFESSORES SOBRE AS BIOTECNOLOGIAS

As opções e escolhas metodológicas foram feitas em consequência da compreensão do papel da escola para a formação do homem e para contribuir no desenvolvimento de sua capacidade de transformação de realidade — algo que inclui a si mesmo e sua forma de se relacionar com outros e com o ambiente físico. E estas têm, em última instância, como foco e objetivo conhecer o que os professores compreendem por biotecnologia e suas relações com o ensino de química.

Convém lembrar que se assume como princípio filosófico educacional uma perspectiva educacional dialógica, em que ambos os sujeitos (professor e aluno, ou professor e pesquisador) dialogam sobre uma situação real, visando o seu conhecimento em outro nível, bem como que ambos tomem consciência de seu papel no mundo, para transformá-lo. E como sintetiza Freire (1983, p. 4):

Não somente a capacitação técnica, mas qualquer outra dimensão educativa popular, no processo de reforma agrária ou não, tem que estar associada a este esforço através do qual os homens simples se decifram a si mesmos como homens, como pessoas proibidas de ser (FREIRE, 1983, p. 4).

4.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

A pesquisa é de caráter qualitativo e exploratório (ESTEBAN, 2012), com a análise de entrevistas semiestruturadas com professores de química do ensino médio da rede pública estadual de Campo Grande, MS. Para entender as compreensões desses professores, dentro de uma realidade em que se acham presentes, foram escolhidas duas escolas públicas, especialmente pelos contextos que representam: rural e urbano.

A primeira escola, denominada Escola Estadual Joaquim Murinho (EEJM), tem localização central, é administrada pelo governo estadual e atuante no nível médio e também no segundo ciclo da educação fundamental. Ela foi criada em 1926, uma das mais antigas da cidade, sendo a maior escola em número de matrículas, possuindo 1.695 matriculados no ensino médio regular (INEP, 2012a). Ela recebe alunos provenientes de várias regiões da cidade de Campo Grande, o que lhe garante estudantes de contextos geográficos e sociais múltiplos. Entretanto, é muito marcada pela realidade urbana e seus vários elementos: comércio,

tecnologias de comunicação, transporte urbano, moradia, poluição (visual, sonora, atmosférica, etc.), entre outros. A escola possui salas de informática, laboratório de ciências, biblioteca, sala de leitura e quadra coberta (SALA DE TECNOLOGIA JM, 2011) e também curso de logística, pela educação profissional (INEP, 2012a). Também foi a escola frequentada pelo autor desta pesquisa durante o segundo ano inteiro e primeiro semestre do terceiro ano do ensino médio nos anos de 2005 e 2006.

A outra instituição escolhida foi a Escola Municipal Agrícola Governador Arnaldo Estevão de Figueiredo (EMAEF), também no município de Campo Grande. Esta oferece ensino médio profissionalizante e possui localização afastada da cidade. Mas o que a torna ainda mais importante para a pesquisa é que a maioria de suas vagas é destinada a alunos de origem rural e parte de suas atividades tem por objetivo desenvolver cursos voltados para atividades agrônômicas e pecuárias. Assim, ela possui um contato maior com o contexto agrícola, o que pode interferir nas compreensões formadas pelos professores, bem como em sua posição e ação perante o ensino de biotecnologia.

Segundo informações de Valençola (2013), essa escola foi criada em 1997 destinada aos anos finais do ensino fundamental, de período integral e relacionado com as atividades da zona rural, contando com 72 alunos e cinco professores. Hoje, são 420 alunos (do ensino médio e fundamental), sendo 77 do ensino médio (INEP, 2012a), e 28 professores (sendo dois engenheiros agrônomos, um veterinário, três zootecnistas, dois biólogos, cinco técnicos em agropecuária e 15 funcionários administrativos). A partir de 2006, implantou-se o ensino médio integrado à educação profissional, com habilitação para agronomia e pecuária, devido ao anseio da população pelo prosseguimento dos estudos. Entretanto, os anos iniciais (1º ao 5º ano) também contam com ensino diferenciado, integral e voltado às atividades desenvolvidas no campo, com foco para o turismo rural na prática, já que a escola recebe turistas da terceira idade. A escola também conta com cozinha experimental, lago de piscicultura, sete bovinos para atividades didáticas, laboratório de ciências, laboratório de informática, biblioteca e quadra coberta (INEP, 2012a).

Ambas as escolas possuem ótimas avaliações no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), estando entre as 10 maiores pontuações no ENEM das escolas públicas de Campo Grande (INEP, 2012b). Sobre o IDEB dos anos finais de 2009, a EMAEF obteve índice 5.2, bem acima da expectativa média de 3.3 e da média brasileira de 3,6 para escolas municipais; a EEJM obteve 3,7 no mesmo ano, acima da projeção de 3,5 e um pouco abaixo da

média nacional de 3,8 para escolas estaduais, segundo dados do INEP (2009). Sobre o ENEM 2011, a EMAEF obteve média total de 545,37, segunda maior entre as escolas municipais e estaduais do estado; a EEJM teve 511.51, a décima primeira maior nota entre as escolas estaduais de todo o MS e a quarta maior entre as escolas estaduais de Campo Grande, segundo dados do INEP (2012b).

Ambas as escolas fazem parte de uma grande rede escolar. Por meio das análises do Censo Educacional 2011, a Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso do Sul (SED/MS) disponibilizou relações das escolas públicas municipais e estaduais do estado acompanhadas do número de matriculados por modalidade de ensino referente ao ano de 2011. Na rede estadual são 86 instituições de ensino na cidade de Campo Grande, 63 têm turmas de alunos no ensino médio regular com 26.620 matriculados (MATO GROSSO DO SUL, 2011). Assim, essas duas instituições não tem a pretensão de representatividade quantitativa, mas se apoiam na lógica da replicação, em que os eventos, ou casos, corroboram para o entendimento e descrição de uma teoria, muito mais do que refletir um contexto geral (YIN, 2001).

Assim, essas instituições são casos específicos e importantes de serem analisados. Elas se inserem em contextos diferenciados e representativos da realidade sul-mato-grossense, embora apresentem suas particularidades. O fato de obterem bons resultados nas avaliações pode mostrar um alinhamento com as orientações educacionais governamentais, pelo menos no que concerne aos ideais do ENEM. Por esses motivos, optou-se por uma “estratégia de projeto de pesquisa” como um estudo de casos. Devido à pluralidade de casos em foco, uma escola urbana e outra rural, esse pode ser considerado um *estudo coletivo de casos* (ESTEBAN, 2012, p. 183) ou *estudo de casos múltiplos*, ou *estudo de casos comparativos*, que nada mais é do que a variante do estudo de caso, que em análise geral segue os mesmos procedimentos (YIN, 2001, p. 33). Entretanto, autores defendem que o tipo *múltiplo*, ou *comparativo*, oferece provas mais convincentes e um estudo geral mais robusto (HERRIET e FIRESTONE, 1983 *apud* YIN, 2001, p. 68).

As fontes de evidências, ou seja, formas de coletas de dados, dentro do Estudo de Caso são variadas, mas usam-se as seguintes: documentação, entrevistas e artefatos físicos. Uma vez que o estudo de caso se preocupa com eventos complexos e multivariados, os métodos de coletas de dados não podem ser restritos. Entretanto, não podem ser tão variados a perder o alvo formulado pela pergunta que norteia a pesquisa. Tem-se que fazer uma triangulação: uma estratégia conjunta de vários instrumentos de coletas que corroboram para o entendimento de um fato complexo (YIN, 2001).

Um registro importante. Num primeiro momento investigar-se-iam as compreensões de quatro (4) professores que lecionam química sobre biotecnologia e as interações que estabelecem entre esse tema e o ensino de química. Acabou-se por realizar a pesquisa com apenas três sujeitos, embora demais professores tenham sido contatados por telefone e redes sociais e tenham recusado participar da entrevista. A EMAEF tem apenas um professor de química, que felizmente aceitou participar da pesquisa. Os demais dois professores de química da EEJM são os que aceitaram e tiveram possibilidade de participar da pesquisa. Ainda que o número tenha se reduzido, entendemos que, em primeiro lugar, a recusa já sinaliza certo receio do professor em relação a expor suas ideias sobre um tema polêmico e politicamente difícil de ser tratado. Em segundo lugar, dada que a literatura não traz muitas pesquisas ou relatos de experiências da abordagem do tema em aulas de química, avaliamos que essa composição da amostra de nossa pesquisa pode trazer contribuições importantes ao estudo desse tema ao ensino da química.

A pesquisa abordou as compreensões e percepções de riscos biotecnológicos por parte dos professores, alicerçadas em seus conhecimentos de biotecnologia, bem como suas atitudes frente aos alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados. Objetivou-se explorar como o educador entende a realidade e qual o seu nível de consciência sobre o mundo. Também lhes foi questionado sobre as interações que estabelecem entre a área de química e as biotecnologias e como pensam a abordagem de temas biotecnológicos no ensino de química, investigando seus objetivos e justificativas.

Portanto, o instrumento de coleta de dados foi a entrevista semiestruturada com questões abertas como outros trabalhos na literatura já se propuseram para pesquisar concepções prévias (FIRME e AMARAL, 2008; LINDEMANN *et al.*, 2009; MENESTRINA, 2008; VIEIRA e MARTINS, 2005).Essas entrevistas foram todas gravadas em áudio e integralmente transcritas (transcrições em CD). Os textos transcritos foram então analisados por meio da Análise Textual Discursiva.

O conjunto de instrumentos para a entrevista se encontra em Apêndice B e é composto por “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” em duas vias (para o professor e pesquisador); “Formulário de Identificação” contendo um questionário de identificação do professor, sua formação, histórico de trabalho, etc.; “Falas de Cientistas sobre o Tema Biotecnologias”, apresentando excertos de textos científicos e materiais de divulgação científica que apresentam posições contraditórias sobre os riscos e aceitação dos processos biotecnológicos; “Roteiro de Entrevistas”, contendo doze questões que exploram os objetivos da pesquisa, ou seja, as

compreensões dos professores sobre: relação entre química e biotecnologia, ensino de química-biotecnologia, justificativas para o ensino das biotecnologias com a química, percepções de risco, e tomada de decisão; e um “Resumo” do projeto para os professores.

As “Falas de Cientistas sobre o Tema Biotecnologias” constituíram o texto-base para a entrevista. Ele foi lido pelos professores nos minutos anteriores ao diálogo com base nas questões do “Roteiro”. O intuito das “Falas” era fornecer informações básicas para os professores sobre os aspectos das biotecnologias que estavam sendo considerados na pesquisa, visto ser um tema amplo. Também fornecer indícios da existência de uma controvérsia científica, sobre a qual lhes foi pedido para tomar posição. Esse texto-base serviu de como um *ponto de apoio visual*, um instrumento usado na investigação temática, especificamente no *círculo de investigação temática*, em que situações reais e significativas são apresentadas a população por meio de fotografias, filmes, textos, etc. (PONTUSCHKA, 1993). O intuito do *círculo* é testar a significância do tema gerado na investigação, bem como as possibilidades de desvelar as estruturas sociais. Essa pesquisa se aproxima com esses processos de investigação da realidade local, embora com diversas limitações metodológicas, devidas aos condicionantes da pesquisa de mestrado e do próprio distanciamento geográfico da amostra do âmbito do curso.

4.1.1 Ida a campo e metodologia de análise

No segundo semestre de 2013 foram iniciados os contatos com os professores das escolas escolhidas. Primeiramente, conseguiu-se aproximação com apenas um professor da escola urbana EEJM e que foi de uma presteza incrível para a pesquisa. Não só se dispôs a participar prontamente, mas também conversou com os demais colegas professores de química da escola, pedindo a participação. Com sua colaboração, conseguiu-se agendar mais uma entrevista, descartar dois professores da lista de possíveis participantes e obter o contato de outros dois. Entretanto, estes últimos acabaram por não participar da pesquisa, pois em primeiro momento estavam ocupados e depois parecem que se desinteressaram. Participar de uma pesquisa em ensino é sempre complicado, devido ao medo do profissional em ter sua atividade julgada por alguém não imerso em seu contexto, bem como pela temática desta pesquisa em particular, as biotecnologias, assunto que suscita controvérsias e complexidades diversas.

A escola agrícola conta com apenas um professor de química para as três séries do ensino médio. Conseguiu-se contato com ele por meio da

escola, após contato com o diretor e explicação dos objetivos da pesquisa. Ele prontamente se voluntariou para a pesquisa e a entrevista foi marcada.

Com as três entrevistas agendadas era hora de colocá-las em prática. O primeiro encontro teve duração de 30 minutos. Professor e pesquisados se ativeram bastante ao roteiro de entrevista. A segunda entrevista se aproximou de uma hora, uma vez que o professor ficou mais livre para falar de sua prática, seu contexto e objetivos pedagógicos. O mesmo ocorreu na terceira entrevista, em que o professor ficou a vontade para divagar sobre seus temores e esperanças pedagógicas. Em ambos os casos, o roteiro de entrevista não foi descartado, mas serviu de base para o estabelecimento das reflexões.

Depois de integralmente transcritas as falas dos professores, o *corpus*²⁵, iniciou-se o processo de análise textual discursiva. A primeira etapa desse processo é a leitura e significação. O texto é assumido como um conjunto de significantes, sobre os quais são atribuídos sentidos e significados. O pressuposto desse tipo de análise é que “toda leitura já é uma interpretação e que não existe uma leitura única” (MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 14). Essa leitura se dá em dois tipos: leitura do explícito e do implícito. A primeira se relaciona com aquilo que o que pode ser mais facilmente interpretado e compartilhado. Em contrapartida, a leitura do implícito é mais exigente e aprofundada e não compartilhada tão facilmente.

Essa dificuldade de consenso com a leitura implícita é gerada na interpretação não neutra do texto. Toda leitura é realizada, consciente ou inconscientemente, a partir de um conjunto de referenciais teóricos, de uma forma de ver a vida e suas interações. Assim, os sentidos e significados são construídos e não dados, ou seja, apenas descobertos. “Os textos não carregam um significado a ser apenas identificado; são significantes exigindo que o leitor ou pesquisador construa significados com base em suas teorias e pontos de vistas”. Assim, nesse processo hermenêutico o pesquisador deve assumir-se como autor das suas interpretações. “Toda leitura é feita a partir de alguma perspectiva teórica”, mas é necessário também o esforço de se distanciar dos pressupostos e tentar compreender o ponto de vista do sujeito, o lugar de onde ele fala e como constrói sua visão

²⁵ Conjunto de documentos textuais que representam as informações da pesquisa. São construções linguísticas sobre um fenômeno, em dado contexto e tempo, que podem ser lidas, descritas e interpretadas (MORAES e GALIAZZI, 2011).

da realidade – a atitude fenomenológica (MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 17, 17).

A partir do processo de leitura são focados as unidades que constituem os textos, ou seja, as *unidades de significado ou sentido*. São resultantes do processo de fragmentação do textos em unidades que possibilitem a compreensão de um determinado aspecto da pesquisa ou do fenômeno. Logo, elas podem ter sua origem em categorias definidas *a priori*, ou seja, com base nos referenciais teóricos e demais configurações da pesquisa, de forma consciente e planejada; bem como sugirem de uma auto-organização das unidades de sentido, com base em conhecimentos tácitos do pesquisador, de seus referenciais, de forma inconsciente (MORAES e GALIAZZI).

Tendo em vista esses princípios metodológicos e os objetivos da pesquisa, estabeleceram-se *a priori* cinco categorias de análise: Relação entre Química e Biotecnologia; Abordagens das biotecnologias no Ensino de Química; Justificativas para a abordagem das biotecnologias no Ensino de Química; Percepções de Risco Biotecnológico; e Aspectos para Tomada de Decisão sobre Temas Biotecnológicos.

Quadro 4: Exemplo da planilha de unitarização do *corpus* de análise.

Cod. (Prof.-Turno)	Fala	Unidade de sentido	Termo mais representativo	Categoria
ENT-21	E por que você compraria?			
PU1-22	Por que... Por que até hoje não existem nada que comprove que eles fazem mal. Não existe comprovação científica de que... Pelo menos até onde eu sei, não existe comprovação científica do malefício.	Por que até hoje não existem nada que comprove que eles fazem mal.	incerteza	decisão
		Não existe comprovação científica de que... Pelo menos até onde eu sei, não existe comprovação científica do malefício.	segurança	risco
			mito da superioridade	decisão

Fonte: o autor.

A unitarização levou em conta essas cinco categorias prévias. A partir daí, os textos passaram por diversas leituras, as frases do *corpus* foram selecionadas e colocadas em células de uma planilha do Microsoft

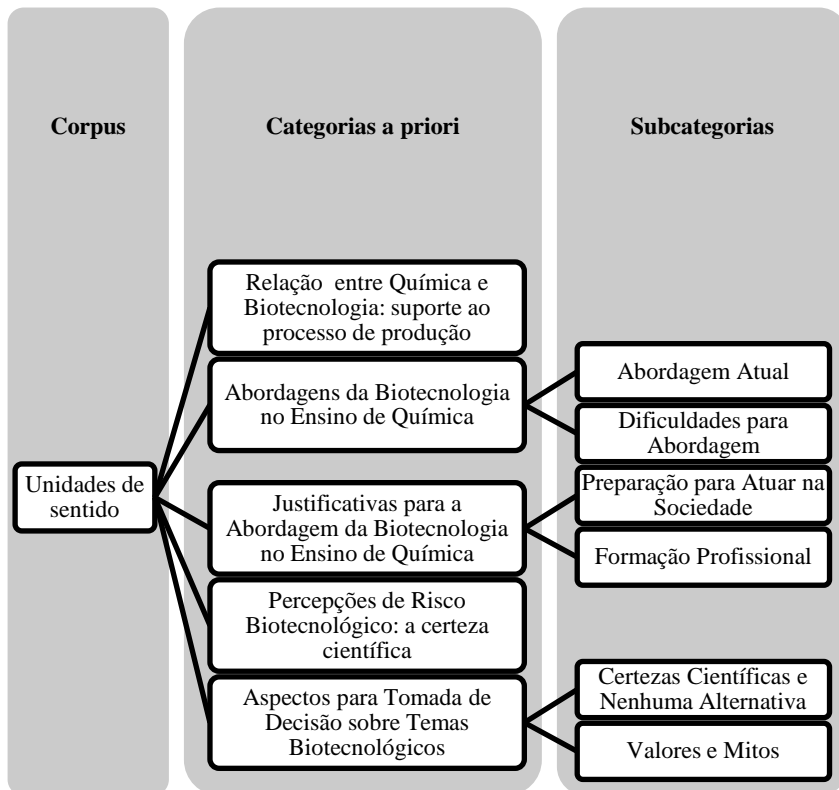
Excel®, identificadas pelo código do professor que as proferiu (PR1: Prof. Rural 1; PU1: Prof. Urbano 1; PU2: Prof. Urbano 2; e ENT: Entrevistador) e pelo turno de fala dentro da entrevista. A essa unidade foram atribuídas palavras-chave, ou termos mais representativos, como aconselham Roque Moraes e Maria Galiazzi (2011), e também associada uma categoria prévia (exemplo no Quadro 4).

Após definidas as unidades de sentido, seguiu-se processo de categorização, de ressurgimento da ordem a partir do caos que outrora havia sido criado. A categorização é “um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando à agrupamento de elementos semelhantes. Os conjuntos de elementos de significação próximos constituem as *categorias*” (MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 22). As categorias podem ser definidas pelo método dedutivo ou indutivo. Na dedução, a categorização é feita antes da unitarização, por meio dos referenciais teóricos, e representam “caixas” para organizar as unidades, formando categorias *a priori*. A indução é um processo que parte das próprias unidades de sentido para estabelecer uma ordem. Por meio de comparação e contrastes o pesquisador vai moldando categorias, conforme seus conhecimentos tácitos — categorias emergentes. Nessa pesquisa são definidas cinco categorias *a priori*, conforme os objetivos da dissertação, dentro das quais são construídas subcategorias, pelo processo de auto-organização das unidades de sentido (MORAES e GALIAZZI, 2011).

Assim, as unidades de sentido foram comparadas e organizadas em estruturas dentro das categorias. Nesse processo de estabelecer relações entre as unidades, surgiram as subcategorias que permitem uma análise de parte das compreensões e dos argumentos apresentados pelos sujeitos entrevistados. Essas subcategorias demonstram as dimensões empíricas das categorias pré-definidas e demonstram aspectos importantes que foram ressaltados das falas docentes. Elas estão associadas às categorias *a priori* conforme relacionado em Figura 3.

Nas próximas seções serão apresentadas as categorias, subcategorias e os argumentos que as compõem, no sentido da formação de um metatexto, um modo de teorização sobre o fenômeno investigado (MORAES e GALIAZZI, 2011).

Figura 3: Organização de categorias *a priori* e subcategorias construídas a partir das entrevistas com professores sobre suas compreensões de biotecnologia.

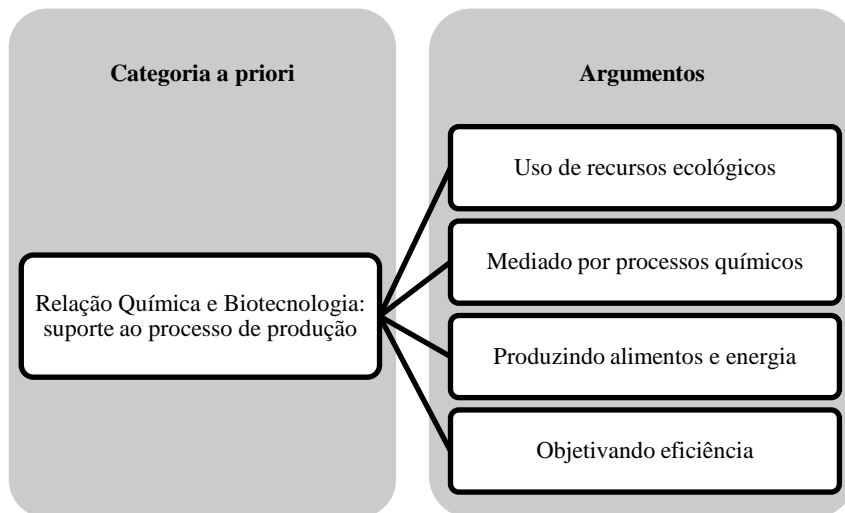


Fonte: o autor.

4.2 RELAÇÃO ENTRE BIOTECNOLOGIA E QUÍMICA

A primeira categoria *a priori* analisada foi a que trata da Relação entre Química e Biotecnologia, que se pautou principalmente no conceito de biotecnologia (Figura 4). Os três professores associaram as biotecnologias com a produção de bens a partir da matéria-prima biológica, ou ecológica (minerais, animais, vegetais) que, por meio de tratamento tecnológico não especificado, produz alimentos e energia. Na fala de um professor, a química representaria especificamente uma forma de suporte científico aos processos de produção biotecnológicos.

Figura 4: Organização de categorias *a priori*, subcategorias e argumentos construídos a partir das entrevistas com professores sobre suas compreensões da relação entre química e biotecnologia.



Fonte: o autor.

A existência das biotecnologias parece se justificar pela sua eficiência, tanto no domínio econômico (mais produção, menor custo), quanto no ambiental (menos poluição), quanto social (mais úteis e práticos).

PU1-4: Ahm... Biotecnologia é a utilização de recursos minerais, animais, com tecnologia, né, para produção de alim... De energia, produção de... Enfim... [...]

PU1-6: [...] para **produzir substâncias, substâncias não, é... É! Substâncias mais eficientes, né, combustíveis mais eficientes e menos poluentes, também né.** E também pelo fator econômico, né, que sai mais barato. Mais prático, mais barato (grifo nosso).

PR1-78: [...] a biotecnologia fala, deixa ver, trabalhando com produção vegetal, a tecnologia dos transgênicos, de material modificado, se eu posso... Material... Clonagem de materiais... a própria

clonagem. A biotecnologia entra, por exemplo, na produção de mudas de bananas. [...] Hoje uma única muda pode gerar mais de 2000 vegetais, pelo processo laboratorial desenvolvido de embriões, como se fossem clones daquele mesmo embrião. [...] Então, isso aí, para mim também é biotecnologia (grifo nosso).

PU2-8: Eu entendo que você usa recursos naturais, ecológicos junto com a tecnologia para poder produzir algo. Como no caso do biocombustível, vai pegar a matéria-prima, **passar por todo um processo químico**, usando tecnologia para transformar num outro produto que seja útil. Ou até mais útil do que seria só, por exemplo o milho, no caso do biocombustível (grifo nosso).

As biotecnologias estão associadas a uma visão de produção de bens e serviços nas falas dos professores, em que a transformação material (atividade química) permeia esses processos. Ainda que eles não digam explicitamente essa relação, ela está por trás das suas concepções da atividade biotecnológica. Assim, a química adquire a ideia de suporte aos processos de produção das biotecnologias, sendo conhecimentos que embasam a indústria biotecnológica. Essas compreensões parecem estar de acordo com dados levantados em revisões de periódicos da área de Ensino de Ciências e Química, discutidas no Cap. 3. Por meio da definição de biotecnologia apontada pelos professores, ela se configuraria como um camposobre a qual **incidem aplicações científicas**, mesma ideia levantada em alguns artigos sobre as biotecnologias na química (JAFELLICI JUNIOR e VARANDA, 1999; OVIGLI, 2010; AMORIM, 1998; PEREIRA, HONÓRIO e SANNOMIYA, 2010; VARGAS, 1995; VIVIANI e BECHARA, 2008).

Não obstante, essa atividade tecnológica é tida como majoritariamente benéfica. Mesmo por meio de falas de cientistas com opiniões contrárias constantes nas “Falas de Cientistas sobre o Tema Biotecnologias” (Apêndice B), os professores parecem aceitar a ideia de que as biotecnologias, ou a tecnologia em geral, propicia produtos melhores que os convencionais. Essa crença nos poderes salvacionistas da CT será discutida mais a frente.

Na revisão em periódicos (Cap. 3) também se encontrou uma tendência dos professores em considerar a existência de relações lineares entre ciência, tecnologia e sociedade, sendo a tecnologia uma aplicação

científica (AMORIM, 1998; REIS e GALVÃO, 2005). Essa situação se repete com a abordagem das biotecnologias pelo livro didático analisado: há pouca menção do tema, geralmente associado com processos de produção e aplicação ou exemplificação de conceitos científicos (Cap. 3). Esses dados também parecem estar de acordo com a compreensão dos professores entrevistados, pela consideração das biotecnologias como uma tecnologia envolvendo aplicação de conhecimentos científicos.

Essa forma de conceber as biotecnologias esteve associada a uma visão ingênua e salvacionista da ciência. Discutiu-se no Cap. 3 que essas compreensões das biotecnologias como aplicação envolvendo conhecimentos científicos estão permeadas por ideias de ciência neutra, capazes de solucionar, também, os problemas sociais e ambientais. A tecnologia é vista como o ponto meramente prático, em que a aplicação determina seu bom-uso ou mal-uso, contribuindo para os ideais tecnocráticos. Tais ideias serão mais bem discutidas em categorias posteriores.

O foco na produção energética e alimentar notado na fala dos professores pode decorrer do próprio texto-base da entrevista. Entretanto, a não ampliação dessas temáticas por parte dos entrevistados durante a entrevista semi-estruturada corrobora a nossa compreensão de que os professores têm poucos ou nenhum conhecimento de outras dimensões biotecnológicas, entre as quais a produção de medicamentos, produção de *commodities* (como polímeros), etc., o que vai ser declarado por eles mesmos em outro momento, como uma das dificuldades para abordar o tema em sala. Nesse aspecto, há de se salientar que o limitado número de unidades de sentido nessa categoria em análise também pode ter gênese nesse fato. Assim, é bastante provável que o desconhecimento do tema pelos professores acabou por limitar as suas falas. Como disse Freire (1983), a linguagem se vincula ao pensamento e este à realidade.

4.3 ABORDAGENS DAS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

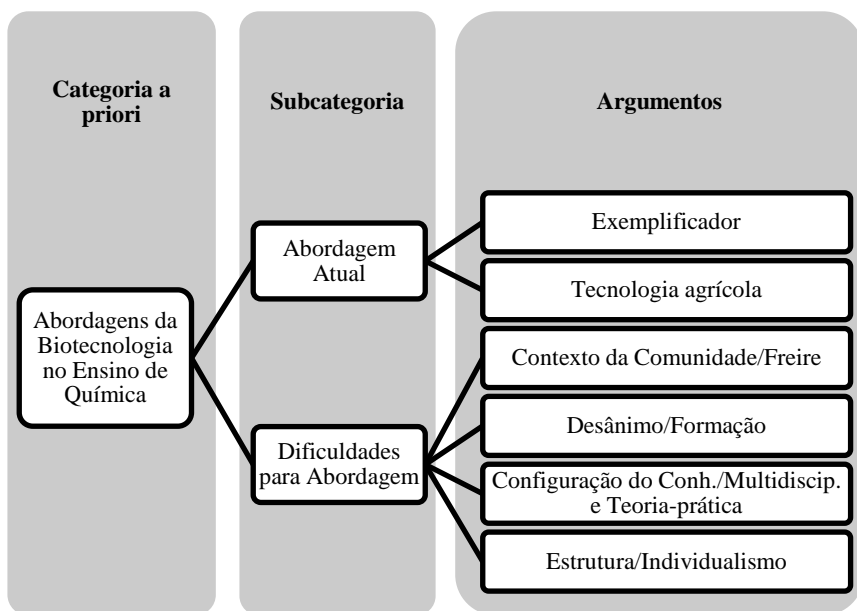
Nessa categoria são discutidas as abordagens possíveis e já consolidadas das biotecnologias no ensino da química, enfatizando algumas dificuldades para sua implantação, com base na compreensão dos professores.

Primeiramente, discute-se **como** as biotecnologias vêm sendo trabalhada atualmente pelos professores pesquisados, o que constituiu a subcategoria *Abordagem Atual*. Depois, analisam-se algumas *Dificuldades para Abordagem*, uma subcategoria que emerge quando se analisamos

dificuldades relatadas pelos entrevistados e que, em alguma medida, aponta para possíveis superações do tipo de abordagem das biotecnologias atualmente desenvolvida pelos mesmos em suas escolas. Esquema relacionando as categorias e subcategorias se apresenta na Figura 5.

Os professores, no geral, concordam que não há articulação das biotecnologias com a química em suas aulas. No entanto, ressaltam momentos em que as biotecnologias aparecem principalmente como um modo de exemplificar um conceito científico da química.

Figura 5: Organização de categorias *a priori*, subcategorias e argumentos construídos a partir das entrevistas com professores sobre suas compreensões sobre a abordagem das biotecnologias no ensino de química.



Fonte: o autor.

Na escola urbana, a **Abordagem Atual** das biotecnologias na química está vinculada com a exemplificação de conceitos por meio da fermentação e a produção de açúcar e álcool, que fazem parte do contexto regional, bem como de uma política nacional para o fortalecimento do álcool como combustível. Ressalta-se que os professores urbanos consideram que essa abordagem é insuficiente, chegando até mesmo a declarar que não chega a ser articulação das biotecnologias com química em si:

PU1-30: **Na verdade, nunca trabalhei.** A gente trabalha mais como... Como exemplo, né. Mas não, assim, trabalhar o tema, em si. Às vezes a gente vai falar sobre a termoquímica, a gente fala sobre fermentação, produção de álcool, de gasolina e tal. **Mas, assim, a gente não, eu particularmente nunca trabalhei, assim, sobre o tema.** Trabalha mais como exemplo (grifo nosso).

PU2-40: [...] Aqui no estado, é um estado que trabalha bastante com agropecuária e tem que falar mais sobre isso. **Eu quase não falo.** [...] (grifo nosso).

PU2-44: [...] Na verdade fica muito preso ao conteúdo em si, [...]. Biotecnologia é um tema multidisciplinar, ele não fica só numa área. **Acho que é por isso que o professor quase não estuda essa área.** [...] (grifo nosso)

Na escola agrícola, as biotecnologias estão especialmente vinculadas à prática do técnico agrícola. Elas são citadas como exemplo de práticas de cultivo que infringem menor dano ambiental, no que tange ao menor uso de agrotóxicos e melhor aproveitamento da área de plantio, impedindo novos desmatamentos. Mesmo assim, não estão vinculadas à disciplina de química, mas às disciplinas práticas de agronomia e pecuária, configurando-se como uma tecnologia agropecuária. Entretanto, nas componentes regulares está diretamente envolvida com a biologia.

PR1-47: Em determinados momentos, sim. Especificamente nós vamos, a gente acaba falando um pouco na química ambiental, acaba entrando em poluição, acaba entrando em exploração, acaba entrando também um pouco em transgênico. Onde, especificamente, é voltado a área de biologia.

Essa abordagem das biotecnologias como exemplificação de conceitos científicos disciplinares parece decorrer ou ter alguma relação com a compreensão das biotecnologias como um campo de práticas baseados em conceitos científicos, como os da química. O entendimento demonstrado pelos professores na categoria anterior, ou seja, das biotecnologias como processo produtivo sobre o qual incidem conhecimentos científicos químicos, pode estar inter-relacionado com essa abordagem que usa as atividades práticas, nomeadamente industriais, para exemplificar conceitos de sala de aula.

A vinculação das biotecnologias com atividades práticas e como modo de exemplificar a aplicação de conhecimentos foi notada também no livro didático analisado (Cap. 3, seção 3.4). Nos livros de Feltre (2004a; 2004b) as biotecnologias são associadas com processos produtivos ou acontecimentos cotidianos, mas não são fontes de problematização. Servem apenas para exemplificação dos conceitos estudados. Nota-se, então, uma sintonia entre a abordagem das biotecnologias no livro didático e nas compreensões dos professores pesquisados.

A abordagem incipiente das biotecnologias no ensino médio também se dá nas pesquisas que investigam a educação em biotecnologia. Conforme levantamento apresentado no Cap. 3, apenas 18% dos artigos selecionados da área de Ensino de Química e Ensino de Ciências apresentavam as biotecnologias como o foco da discussão em ações pedagógicas. Isso corresponde a uma pequena parcela das produções científicas nacionais sobre o tema das biotecnologias. Nesse sentido, ressaltamos a falta de pesquisas sobre a injeção do tema na educação científica, particularmente na educação química. Algo que corrobora os dados tanto de Slongo e Delizoicov (2010) sobre a insuficiência de abordagem do tema em teses e dissertações de biologia (!), e aqueles de Amorim (1998), que enfatiza a pouca abordagem deste tema em livros didáticos.

O desenvolvimento de atividades pedagógicas sobre temas biotecnológicos em sala de aula não foi encontrado na revisão de literatura feita no Cap. 3. Os trabalhos analisados focalizaram as pesquisas em defender e justificar a necessidade de incorporar as biotecnologias no Ensino de Ciências ou Química, mas não deixam claro como isso seria feito.

Esses dados podem significar que o ensino de biotecnologia ainda não faz parte dos problemas e objetivos educativos (tanto nas pesquisas como nas escolas), o que pode indicar a não percepção da relevância do assunto para o contexto brasileiro ou mesmo o silenciamento desses sujeitos, devido aos interesses de grupos poderosos, medo de envolvimento ou a um sentimento de fatalidade em que não veem alternativas para a situação. Seja qual for o motivo, é necessário quebrar o silêncio ou desvelar a realidade (FREIRE, 2005), fazendo emergir o significado e implicações relativas as biotecnologias em suas complexas relações sociais, possibilitando uma educação para a tomada de decisão e para democratização da CT (AULER e DELIZOICOV, 2011).

Convém investigar, portanto, quais as razões para esse aparente afastamento das biotecnologias e da Química. Os professores citaram diversos condicionantes de sua prática, mas também deixaram transparecer

possibilidades para a superação desses obstáculos. Ambos são discutidos agora.

Os professores concordam que seja necessário maior articulação das biotecnologias no ensino de química, mas elencam uma série de dificuldades para sua concretização, que podem ser resumidas em quatro pontos: o contexto da comunidade e da escola; o desânimo do professor e a falta de conhecimento sobre o tema; a configuração do conhecimento biotecnológico; e as estruturas escolares. A essas dificuldades, foram percebidas também possibilidades de superação dentro das falas dos professores. Essas compreensões foram agrupadas na subcategoria ***Dificuldades para Abordagem***. Segue uma descrição de aspectos sobre os quais essa categoria é erigida.

Em relação ao *contexto da comunidade e da escola* os professores elencam dificuldades que se relacionam com as configurações sociais das comunidades em que os alunos convivem. Aqui eles são interpretados como fenômenos sociais que entram em choque com o sistema escolar e educacional.

O professor PR1 ressalta a evasão e a migração dos alunos do campo um fator de dificuldade para o estabelecimento de uma sequência didática consistente. A escola agrícola é frequentada exclusivamente por alunos moradores da zona rural, sejam filhos de proprietários ou filhos de empregados das propriedades do campo. Para estes, a situação é mais complicada. Os funcionários das fazendas são constantemente remanejados: ora estão na zona rural de Campo Grande, com seus filhos na escola agrícola, ora são mandados para trabalhar em fazendas em regiões inóspitas do Pantanal sul-mato-grossense, levando consigo os seus filhos. Isso traz problemas para a formação do aluno, mas também um ambiente de instabilidade para a escola, que não raramente começa o ano com 40 alunos por sala e termina apenas com 12.

O caráter nômade do trabalhador rural é um dos pontos que contribui para a alta evasão escolar. Entretanto, outro fenômeno também recorrente é a gravidez na adolescência.

PR1-63: As meninas são incentivadas a casar, a ter filhos. Então pessoas com muita baixa renda, né, baixa renda, eles vão lá, a menina acaba se relacionando lá com pessoas da fazenda, com peões, acabam casando e acabam engravidando. Então a gente tem por ano, assim, uma grande, também, problema com as licenças maternidades ou com as saídas em função de maternidade. Eles desistem, simplesmente, o pessoal do campo. E com o pessoal da cidade, isso já é mais raro de acontecer, isso é mais

difícil. Então a secretária está pensando numa nova situação, de rever essa não aceitação de alunos de fora.

O professor já vislumbra a possibilidade de superação dos problemas para a escola: a aceitação de alunos da zona urbana poderia estabilizar um pouco as atividades pedagógicas, pelo menos o número de alunos durante o ano. A escola já recebeu esses alunos anteriormente sob um rigoroso processo de seleção de alunos, avaliados quanto sua disposição para o trabalho agropecuarista.

Na escola urbana, PR1 compreende que uma dificuldade é o distanciamento dos alunos dos meios de produção. Ele compara a escola urbana, especialmente as centralizadas na área urbana, como pertencentes ao contexto da escola particular:

PR1-7: Na escola pública [agrícola], eles estão morando... Eles estão vivendo dentro de uma fazenda. Então, ali eles estão em contato. Eu falo, lá, fermentação: todo mundo está vendo a fermentação acontecer ali, em campo, né, a céu aberto. **Quando eu falo, por exemplo, fermentação na escola particular, eles vão se lembrar do quê? Eu tenho que usar coisas que eles vêm em casa. E quando muito, nem vêm. Se falar: alguém aqui já viu alguém fazer pão? Eles vão falar "Não, só vejo ele pronto na padaria."** (grifo nosso).

[...]

ENT-10: Então... Não... Mas... Essa escola que eu estou propondo é o Joaquim Murтинho, que é a escola estadual.

PR1-11: Sim, que não é muito diferente da escola particular, porque ele só não é particular, porque é do governo, mas senão... O contexto ali, muito alunos são alunos...

ENT-12: Que moram ali no centro...

PR1-13: Que moram ali no centro, nos condomínios, ali, né. Que têm um poder aquisitivo maior.

Os problemas relatados se relacionam com a questão da organização de uma estrutura curricular que considere a migração dos alunos, mas que também responda aos conhecimentos vicários do estudante. Os professores notam que considerar o contexto da comunidade em sala de aula é importante, como uma maneira de dar sentido ao que se aprende.

PR1-3: Aqui, interessante, eu notei que na **fermentação**, a introdução das usinas no Pantanal é uma promessa política que, graças a Deus, não ocorreu, né (grifo nosso).

[...]PR1-19: Lá na química, faço questão de enfatizar isso daí, principalmente quando estou trabalhando o estudo lá da tabela periódica, das substâncias químicas, das funções inorgânicas. Então ali é onde eu bombardeio: então lá na [produção de conhecimento], o que que é ácido clorídrico, que é isso, aquilo, tem o conhecimento básico. Mas na hora que chega na função sal, eles veem todos os macro nutrientes, todos os micronutrientes. Ali eles já sabem me informar qual é a **aplicação** de cada um deles: para que que eu estou usando potássio na planta, para que que eu estou usando nitrogênio, para que que eu estou usando fósforo. Aí tem na função óxido que a gente acaba fechando (grifo nosso).

PU2-40: Aqui no estado, é um estado que trabalha bastante com **agropecuária** e tem que falar mais sobre isso (grifo nosso).

[...]PU2-146: [...] Aí quando sai uma coisa desse tipo [**acidente químico**], por exemplo, eu dou um jeito de achar aquela reportagem, a que foi melhor feita, né. Porque tem muita reportagem porcaria, levar e falar pra eles "oh, vocês viram o que aconteceu? Aconteceu isso e isso" e colocar ali. Esqueci o nome da substância que foi liberada, mas eu levei a reportagem e coloquei, entendeu? E dá pra você fazer isso. Isso não vai tomar o ano inteiro, dá para o professor fazer. Mas é que falta ousadia no professor. Ele tem que ser ousado, tem que começar a acreditar que química não é só o conteúdo. Tem que desviar disso (grifo nosso).

O contexto está voltado às situações cotidianas que circundam a sociedade, não necessariamente relacionadas à biotecnologia. Com relação a este tema, PR1 e PU2 ressaltam as usinas de fermentação, uma atividade biotecnológica, e a produção agropecuária, na qual pode estar inserida a produção de alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados (OGMs). Embora a discussão sobre riscos dos transgênicos tenha sido feita e suscitado o interesse dos professores, eles não explicitaram a importância da produção transgênica para o estado de MS. Os OGMs surgiram das “Falas de Cientistas sobre o Tema Biotecnologias”,

texto-base da entrevista, mas não foram relacionados explicitamente ao contexto regional pelos professores. Assim, parece que esse aspecto do contexto ainda não lhes é claro e precisa, portanto, ser desvelado.

É nesse sentido que PR1 defende a pedagogia libertadora freireana, principalmente para o contexto agrícola. Na sua visão de mundo, orientando sua leitura freireana, libertação está relacionada com a superação das condições materiais pelos alunos, por meio de sua qualificação e inserção no mercado de trabalho. O professor rural entrevistado almeja a autonomia financeira do estudante do campo e se orgulha dos resultados de seu trabalho:

PR1-19: Sim, o meu projeto [de mestrado] foi baseado todo na inserção da metodologia freireana. Que lá a gente tem essa coisa, talvez seja até interessante, porque lá na escola agrícola, o aluno chega ali de duas formas: ou porque ele é morador da região, filho de produtores rurais; ou porque ele é funcionário de fazenda, então ele acaba morando na fazenda. Eles vêm sem casa, eles vêm sem trabalho. Então vão ser inseridos no meio rural dessa maneira. E com isso o índice de pobreza desse pessoal é grande. [...] E o que acontece: o aluno chega filho de ajudante de fazenda na escola, então na escola ele começa a ter a interação com toda a ciência, parte dos professores de química, física, biologia, matemática... Então ele já vai pegando o gosto pela coisa.

[...] PR1-53: Porque os alunos saem de lá, como eu disse para vocês, ali nós trabalhamos a pedagogia libertadora freireana. Então o aluno sai dali técnico agrícola, técnico agropecuário, né. Então, o que aconteceu? Ele entrou lá sem casa, sem perspectiva de vida, e ele está saindo como quê? Orientado como um técnico. [...] Então ele sai dali com a perspectiva de vida completamente diferente da que entraram. **Eles entraram, digamos assim, entre aspas, nível econômico baixíssimo e saíram de lá com, como solteiro individual, saíram de lá com salário entre 3,5 a 5,5. Que é um salário, por exemplo, que deu uma reviravolta na vida desse pessoal completamente, assim de 180 graus.** Eles saem de lá com perspectiva de comprar seu primeiro carro zero quilômetro, motos e tudo mais (grifo nosso).

Essa é uma ação que precisa ser valorizada. O professor considera, de certa forma, o contexto e a condição do aluno como ponto de partida de

sua ação docente. A educação, para ele, é um instrumento de mudança de vida. E esses objetivos, de melhorar a condição financeira do estudante, são concretizados. Os alunos conseguem superar **suas** dificuldades, alcançam boas colocações no mercado de trabalho e transformam sua condição financeira. Essas ideias são também as encontradas na revisão de literatura feita no Cap. 3, em que trabalhos defendem a inserção das biotecnologias na educação para possibilitar a inovação, o progresso e o desenvolvimento econômico, justificados pela configuração dos problemas científicos atuais: complexos, não disciplinares, mas que precisam de abordagem de várias áreas para ser resolvidos.

Entretanto, por mais que essa seja uma boa iniciativa para abordar problemas dos alunos do campo, ela não pode se esgotar em si. Há pontos que ainda podem (e devem) ser considerados. Mesmo que o aluno supere sua condição de pobreza, a situação opressora não parece ser questionada. As organizações sociais (formas de o homem se relacionar com outros e com o ambiente) não são o alvo da transformação educativa para PR1. Ela parece se pautar na transformação do indivíduo, para sua adaptação na sociedade vigente, que se pauta na competitividade, na polivalência do trabalhador e no alcance de índices, dimensões correlacionadas na matriz de referência do ENEM, conforme pesquisa de Marcelino e Recena (2012), cujo bom desempenho é um dos objetivos da escola:

PR1-19: [...] Então você tem todo fechamento. É um projeto, assim, bonito. Tanto é que nós conseguimos com essa metodologia obter pelo quinto ano consecutivo o segundo lugar do ENEM das escolas públicas. [...]

Assim, o professor parece ignorar a opressão dos alunos e demais trabalhadores do campo pelas tecnologias agrícolas e pelas organizações sociais que decorrem de (e reforçam) essas tecnologias. Lacey (2002) e Kennedy (1993) ressaltam a influência dos interesses econômicos das grandes corporações multinacionais no direcionamento da agenda de pesquisa para a promoção dos transgênicos. Não obstante, os cultivares transgênicos mais desenvolvidos e implantados são aqueles que possibilitam a aplicação de outro produto da mesma empresa, como a soja Rondup, tolerante ao glifosato — ambos produtos da Monsanto®. Assim, configura-se uma estrutura de opressão do trabalhador do campo pelos interesses econômicos internacionais.

Uma ação educativa efetivamente crítica e transformadora (ESTEBAN, 2010) e verdadeiramente libertadora (FREIRE, 2005) não pode parar na solução paliativa, na cura dos sintomas e na remediação dos

impactos. Ela tem de ir à causa dos problemas, repensar a configuração social que produz a opressão e organizar a ação transformadora. Não se nega a validade da ação pedagógica de PR1 e seus objetivos; oferece-lhe a possibilidade de rever sua prática e visão de mundo, para expandi-las e possibilitar uma práxis mais efetiva.

O *desânimo do professor e falta de conhecimento* aparece quando os professores relatam um dos fatores que prejudicam sua prática no geral, especialmente aquelas práticas que tentam romper com o ritmo escolar. Esse desânimo parece ter gêneses diversas: a jornada extensa de trabalho, com muitas turmas, com muitos alunos, pouco tempo para planejamento e descanso; a própria organização escolar, que não promove um ambiente propício a mudanças; a desvalorização profissional do docente, por meio de baixos salários; o desinteresse do aluno nas aulas; conteúdo não significativo; e em certa medida também a sua própria **falta de conhecimento em** determinados assuntos.

PU2-108: Porque, as vezes que eu quis trabalhar um assunto, que eu falei "vou trabalhar", eu fiquei extremamente entusiasmada, mas ao mesmo tempo cansada. Demoraram dias e dias e eu tive que abrir mão de outras coisas. Assim, eu vou trabalhar os transgênicos vamos supor com os alunos do segundo ano. Entendeu? Mas aí, o que eu tenho que preparar para os alunos do terceiro eu deixo de preparar, porque o tempo que eu estou tendo pra preparar para as outras turmas que eu tenho, eu vou ter que me dedicar com aquelas turmas. São oito turmas, vamos supor do segundo ano. Daí você tem que preparar aquilo lá pra passar pra aquelas oito turmas de segundo ano, dentro de um prazo, de um período. Eu acho que esbarra nisso, nesse tempo mesmo. Mas não é impossível, não. Dá para fazer.

[...]

PU2-150: [...] Só que depende muito do ambiente, né? Você trabalha numa escola onde você está indo lá, você está cansado, está desanimado. A escola também não faz nada pra ajudar, aí você "quer saber? Larga mão. Vou continuar a dar minhas aulinhas aí meia boca e está bom." Junta tudo, tudo. Professor desanima muito fácil. Eu acho que desanima muito fácil, eu fico desanimada. Eu começo o ano desanimada, eu só vou ficar animada mesmo acho que no segundo bimestre. Começa a ficar mais entusiasmado um pouquinho. Porque quando eu entro

na sala de aula, tem dia, eu olho assim. Eu vou ensinar isso? Esse negócio chato. Eu tinha raiva de dar aula de equilíbrio químico, por exemplo. Aí quando você ia ensinar esse negócio, nem eu gosto, como é que eles vão gostar, eu ficava pensando, né.

PR1-197: Porque eu vejo o seguinte, o professor é aquele que chega, entra na escola e o processo, o sistema, deixa ele estagnado. A partir dali, você quer saber quando uma pessoa deixar de produzir? É quando ela começa a ensinar. Ela só produz massa. Então, por exemplo, pesquisa ele não pesquisa mais, ele não estuda mais.

Embora esse desânimo seja ocasionado por diversos fatores, os professores não o veem como algo intransponível. Segundo os professores, uma das alternativas para motivar o professor está em bons cursos de capacitação, que possibilitam repensar a prática, analisá-la sob novos pontos de vista, bem como obter conhecimentos sobre novos temas, novas abordagens. Nesse sentido, esta pesquisa concorda com a importância da formação permanente para inserir as biotecnologias no ensino de química. A formação contribui para a motivação, mas também para a obtenção de conhecimentos.

PU2-154: Quando você está seguro, você sabe aquele assunto, você estudou, você leu. Oh, não tem timidez, não tem desânimo, você se torna ousado, porque você sabe falar daquele assunto. Seguro.

[...]

PU2-162: Se ele não for atrás... **Na graduação não vem, vem o que a graduação pode fornecer para a pessoa. Ela não forma totalmente a pessoa.** [...] Se é um professor que está desanimado, a escola não ajuda, aí ele vai precisar de força externa. **Aí que vai precisar de quem chegue na escola e dá aquele entusiasmo aquele... Que traga o... Aí que entra o curso, né, de capacitação que vai fazer ele se animar, fazer ele ter o... uma luz, "ah não, eu vou fazer, é mesmo, eu poderia fazer isso".** Mas daí ele vai precisar assistir e a maioria precisa assistir, por que está num desânimo. A escola desanima às vezes, não é? Você precisa de alguém que dá aquele choquinho (grifo nosso).

[...]

PU2-184: Você perguntou sobre o que falta, as dificuldades, né. Aí eu disse que muitas vezes, os professores dizem que são... que não fazem as coisas porque não se sentem entusiasmados. Seja por fatores externos ou internos. Mas eu acredito que na maioria das vezes é por causa de um motivo, que é mais do que a falta de ousadia, que é a falta de conhecimento. **Isso bate com a formação de professores. A falta de conhecimento, a falta de visão global das coisas, de olhar o que está do lado.** Porque essas coisas simples dá pra levar pra sala de aula, sem requerer muito tempo.

O professor PU2 defende a ousadia para romper com a rotina escolar. Ele fala do impulso inicial que o professor precisa para rever sua prática, modificar sua ação. Entretanto, também não questiona os fatores que condicionam esta sua ação, sua falta de tempo para planejamento e excessiva carga de trabalho. Ele se baseia na adaptação, que embora seja necessária, tem que andar em conjunto com a luta por melhores condições de trabalho. Aqui, a ousadia coloca em foco o indivíduo, o professor, responsabilizando-o sozinho pela mudança. Esse foco na ação individual para resolução de problemas escolares foi encontrada em outras pesquisas (AULER, 2002; COELHO, 2005).

Romper com esses condicionantes depende de condições materiais adequadas e as alternativas, como as baseadas nos pressupostos freireanos, são incompatíveis com o atual sistema educacional brasileiro. Mas as ideias de Freire também oferecem as ferramentas para que se inicie a busca dessas condições e a superação dos obstáculos, uma delas é a práxis — ação e reflexão em conjunto, não como momentos separados e sequenciados. Assim, não convém esperar as condições materiais necessárias para iniciar uma educação dialógica e problematizadora, mas é imperativo problematizar e dialogar para se implantar essas condições. É o que Freire (2005) trata como a diacronicidade da educação, sua inserção na história, diferente do anacronismo — a separação da escola do tempo presente, trabalhando problemas idealizados e do passado e postergando a ação para um futuro incerto. Auler e Delizoicov (2001) inclusive elencam o anacronismo escolar como um dos motivos da desmotivação. Não é um caminho fácil, mas necessário de ser empreendido.

Em consonância com a necessidade de dialogar, PR1 defende uma maior relação entre a universidade e as escolas, principalmente para desenvolverem pesquisas juntas. Essas relações diferenciadas permitem

fugir da monotonia da organização curricular e inserir a escola no processo de produção científica.

PR1-97: [...] Então ele tem que estar em contato o tempo todo com a universidade, com mestrado, com doutorado, com alguma coisa. Por quê? Porque ou ele ensina, que é um processo desgastante, um processo muito intensivo, muita atividade em cima disso. Então a gente sente essa falta de pesquisa. E o cara fala assim "para ti fechar a boca, te dou duas horinhas de planejamento e está bom". Com duas horas, como se uma pesquisa fosse realizada em duas horas. Nem mesmo um planejamento é realizado nesse tempo, quem dirá uma pesquisa.

Tanto PR1 como PU2, de contextos rural e urbano respectivamente, reconhecem a necessidade de um contato maior com instituições formadoras. O primeiro por meio das pesquisas, o segundo por meio de ensino e extensão. A universidade tem grande importância na transformação das práticas pedagógicas dos professores do ensino médio. Entretanto, os professores ressaltam que falta uma interação verdadeira entre as IES e as escolas. Elas precisam se aproximar para agir efetivamente na transformação da educação, tanto por meio de cursos de formação, tanto por pesquisas conjuntas (que não partam só de problemas da universidade, mas que procurem responder às indagações da comunidade e da escola). Essas compreensões corroboram para as reflexões que apresentamos anteriormente (Cap. 2, seção 2.5) quando se discute a relação interativa entre Comunidade–Escola–Universidade.

Com relação à *configuração do conhecimento biotecnológico*, uma das afirmações dos professores é a dificuldade de abordagem dos temas das biotecnologias devida a sua complexidade. O tema exige o conhecimento para além do conhecimento químico, mas também, por exemplo, de muitas correlações socioeconômicas. Trabalhar com as biotecnologias em sala, na visão dos professores investigados, torna indispensável uma abordagem ampla, multidisciplinar ou interdisciplinar, como eles mesmos dizem.

PU2-50: Porque **é difícil ligar só pra parte de química**, porque você vai acabar voltando, por exemplo, pras questões sociais, as questões econômicas. Aí você vai começar a ler, fazer... Falar de biodiesel, você vai começar a falar de preço de num sei o quê e vai... quando assustar. Não tem como. Tem como trabalhar os conteúdos de química nele. Trabalhar somente a química orgânica e a físico-

química. Ela vai ficar bem focada mesmo ali, bem nítida. Mas não tem como ficar só preso na química, porque ele exige que você tenha outros conhecimentos. **Não tem como o professor achar que vai dar aula só de química em cima de biotecnologia.** Ele vai ter que estar inteirado, mais inteirado do assunto e não fragmentar o assunto. Não vai conseguir. Não vai conseguir e por isso que não trabalha na sala de aula. Porque o professor quando pega, os nossos professores, vamos dizer assim, quando pegam o assunto biotecnologia pra trabalhar, quer ver só a parte de química ali no meio, presente. Ele não vai conseguir enxergar sozinho, sem estar com todo o contexto envolvido. Eu acho meio difícil trabalhar só a química dentro da biotecnologia.

Ressalta-se que a complexidade dos temas biotecnológicos é vista pelo professor. Ele mesmo reconhece a necessidade de uma abordagem que vá além da disciplinaridade para abarcar os fenômenos reais e significativos. No entanto, a questão das disciplinaridades fica evidente na fala de outro professor, quando ele comenta sobre a abordagem das biotecnologias em suas aulas:

PR1-47: Em determinados momentos, sim. Especificamente nós vamos, a gente acaba falando um pouco na química ambiental, acaba entrando em poluição, **acaba entrando em exploração, acaba entrando também um pouco em transgênico. Onde, especificamente, é voltado a área de biologia.**

[...] PR1-49: Porque a área de biol... **é uma parte da biologia. Quando entra na questão de genética, o professor aborda isso aí.** Então a gente acaba trabalhando em conjunto. Há casos da gente sair a campo, né... É... Ir na reserva, nós temos uma reserva na escola [...] Então, o que acontece? A gente acaba introduzindo isso tanto em química quanto em biologia, mas ela é mais amplamente aplicada em biologia, essa parte da discussão dos transgênicos (grifo nosso).

Pode-se perceber a dificuldade em abordar esse tema, que traz ramificações amplas calcadas fortemente na biologia. É com base na superação destas dificuldades que os professores vislumbram a necessidade

de uma ação pedagógica multi ou interdisciplinar, ou seja, que trabalhe o tema biotecnológico na perspectiva de diversas disciplinas escolares.

PU2-96: A biotecnologia é um assunto, eu vejo como um assunto bastante amplo pra sala de aula. Mas, o professor pra trabalhar com ela, ele não vai poder ficar preso só na disciplina dele. Ele vai ter que ter uma visão um pouco além do conteúdo dele. Se não, ele não consegue. Ele vai voltar, ele vai voltar em equações, é, ele vai ficar preso ali.

Essa consideração dos professores traz um ponto de reflexão importante para esta pesquisa, que discute as biotecnologias especificamente no ensino de química. Já se falou que essa restrição é uma limitação dessa investigação, mas foi necessária pelas condições oferecidas no mestrado: tempo limitado, amostra de pesquisa longínqua, entre outras.

A abordagem das biotecnologias de forma a ultrapassar a disciplinaridade aparece em periódicos na área de ensino de ciências, bem como o reconhecimento de sua complexidade (Cap. 3, seção 3.2). A dificuldade em lidar com esses problemas, no entanto, é pouco explorada. Não obstante, o livro didático (LD) analisado e o Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul (2002) não traz as biotecnologias explicitamente dentro do ensino da química. No LD se relega o tema à exemplificação de conceitos químicos, enquanto que no Referencial Curricular para o ensino médio (MATO GROSSO DO SUL, 2002) as biotecnologias só aparecem no rol de conceitos da biologia. Se o professor fizer um grande esforço, talvez as biotecnologias possam se desdobrar de um conteúdo proposto para química, como por exemplo “Polímeros naturais e sintéticos” no 3º ano, 4º bimestre (Cap. 3, seção 3.3).

Além da multidisciplinaridade, outro aspecto aparece tanto como uma possibilidade, quanto como uma dificuldade para o ensino de química abordar as biotecnologias: a relação teoria-prática. Os professores da escola urbana trouxeram à tona a dificuldade de se realizar experimentos, tanto pela complexidade do tema biotecnológico, como pela falta de laboratório, equipamentos e reagentes nas escolas, discutida no aspecto *estruturas organizacionais escolares*. Por ora, atém-se à importância dos experimentos na fala dos professores:

PU1-42: Eu acho que a principal dificuldade é a estrutura da escola, né. O tempo que a gente tem para planejar, para... Para montar um projeto e espaço

físico, também. Não tem espaço físico para isso. Enfim, para fazer experimento, para... [...]

PU1-52: Então, se a gente for trabalhar só na parte teórica, é... Até dá no colégio, mas se a gente for fazer alguma coisa prática, aí já não dá. Porque o laboratório lá é bem... A gente até tem um laboratório lá, mas é bem limitado assim... Só tem os equipamentos...

PU2-82: Porque, no caso da fermentação seria mais fácil você até fazer uma aula prática, demonstrativa ou não. Porque, os outros, pra fazer uma aula prática, você trabalharia o tema, discutiria tudo sobre fermentação. Depois até dava pra fazer uma aulinha prática, demonstrativa ou não, pra fechar o assunto. Dava pra levar para a sala de aula com mais facilidade, em pouco tempo. [...]

PU2-134: A escola exige o planejamento. Que você faça e você no planejamento, ele fala... as coordenadoras dizem "você pode pôr... você, professora, você não vai fazer nenhum experimento?", num sei o que, não vai fazer. Elas falam, você vê que elas falam, mas não dão espaço pra você fazer. [...]

O discurso do experimento apareceu naturalmente na fala do professor, sem se haver questionado sobre isso. Assim, parece que os professores o veem como um aspecto importante para considerar a abordagem de um conteúdo em sala. Mas também se notou que há uma pressão da coordenação pedagógica por aulas diferenciadas. Nesse sentido, PU2 apresenta uma visão crítica quanto ao papel do experimento no ensino de química:

PU2-138: Nunca trabalhei em uma escola que tivesse uma coordenadora da área de química. Geralmente são pedagogas. [...] [Elas] Acreditam que fazer o experimento, o professor que faz experimento é o melhor professor do mundo. Elas acreditam, mas elas não veem, por exemplo, depende da porcaria daquele experimento. Entendeu? Elas têm uma visão totalmente diferente do que é estar ali dando a aula de química. E elas acham que você tem que colocar no seu planejamento aulas diversificadas, elas usam essa palavra. Aulas diversificadas. Entendeu? Mas, de que maneira? Se nem a escola dá espaço pra você fazer.

Por isso que é só ao professor que cabe, ele ser usado.

Embora PU2 tenha consciência de que o experimento pode ser mal utilizado em sala de aula, não deixa de considerá-lo como ferramenta importante. Mas também ressalta a dificuldade de desenvolver atividade práticas pelas condições estruturais da escola. Para o professor PR1 a teoria e prática já é um fato consolidado na escola agrícola, mas em sua fala não aparece menção à experimentação, em qualquer disciplina. Assim ele descreve o caminho do aluno na escola agrícola:

PR1-19: Ele chega ali sem norte nenhum. Então, no primeiro ano ele começa a, primeiro ano, não, na realidade no fundamental, ele começa a verificar como que funciona. **Mas é no primeiro ano do ensino médio que ele começa a se direcionar, a falar "ah, eu gosto de trabalhar com a bovino, então eu acho que vou trabalhar na área ou de zootecnia ou na área de veterinária ou... né?" Então, o cara olha... "ah, eu estou trabalhando com... Gostei de trabalhar com a horta", então o cara vai para a área de agronomia.** Então, na química você começa a trabalhar todos os conceitos, ali, de produtos químicos, fertilizantes, o que significa cada um deles, porque na biologia também trabalha, na produção animal também trabalha... a parte de... quais são os macroelementos, macro nutrientes, micronutrientes. Lá na química, faço questão de enfatizar isso daí, principalmente quando estou trabalhando o estudo lá da tabela periódica, das substâncias químicas, das funções inorgânicas. Então ali é onde eu bombardeio: então lá na {prod. de conhecimento}, o que que é ácido clorídrico, que é isso, aquilo, tem o conhecimento básico. **Mas na hora que chega na função sal, eles veem todos os macro nutrientes, todos os micronutrientes. Ali eles já sabem me informar qual é a aplicação de cada um deles: para que que eu estou usando potássio na planta, para que que eu estou usando nitrogênio, para que que eu estou usando fósforo.** Aí tem na função óxido que a gente acaba fechando. Em reações, eles vão ver o que acontece, quais são as reações que acontecem na, aproximadamente, as reações que acontecem nesse contexto - eu faço um contexto, assim, mais global, que vem desde chuva

ácida até a aplicação de calcário no solo. Então você tem todo fechamento. É um projeto, assim, bonito. Tanto é que nós conseguimos com essa metodologia obter pelo quinto ano consecutivo o segundo lugar do ENEM das escolas públicas. [...]

Nota-se que em todo percurso escolar o aluno está envolvido com atividades práticas. A formação profissional, objetivo da escola, faz parte da seleção dos conteúdos da grade curricular e é base para dar sentido ao aprendizado conceitual. A prática está, de certa forma, associada à discussão conceitual, ainda que no sentido de exemplificação conceitual. Esse é um ponto muito importante para a escola agrícola, que se reflete, possivelmente, nos bons resultados obtidos em avaliações educacionais. Trata-se também de uma facilidade da escola em questão, pois ela lida com um contexto bem definido, com um objetivo bem consolidado (a formação profissional agrônômica e pecuarista).

As concepções político-pedagógicas e educacionais do professor, ancorados na pedagogia para libertação, também parecem contribuir para pensar um ensino voltado para um tipo de prática na formação profissional do aluno. Ainda que se possa perceber uma ideia limitada de libertação, centrada no nível individual e econômico que, ainda que importante, deveria abranger também a busca pela transformação da realidade local, desenvolvendo o bem-estar coletivo.

Para a escola urbana a questão é mais complexa. O contexto é difuso, formado por diferentes contextos socioeconômicos e culturais. Identificar temas relativos à maioria, senão totalidade, dos alunos exige um esforço investigativo. É nesse sentido que os objetivos educacionais da escola urbana vêm expressos de forma difusa nas orientações curriculares nacionais: uma formação geral, que sem dar ênfase à formação profissional, prepara para o trabalho e o exercício do trabalho e da cidadania (BRASIL, 2006).

O papel das *estruturas organizacionais escolares* também é enfatizado nas falas dos professores, que apontam dificuldades relacionadas às condições física e material disponibilizadas, bem como os arranjos sociopolíticos que condicionam a sua ação.

Como já citado, as condições materiais são elencadas por alguns professores como impedimento ao desenvolvimento de sua prática em sala de aula. Um dos principais pontos que os professores relatam é a falta de laboratórios, ou a sua situação precária.

PU2-140: Só que aí eu precisei fazer uma aula prática. Lá tem as oficinas de química e eu estava com as

oficinas até o meio do ano. Tinha as oficinas de química e as minhas oficinas eram aulas práticas, mais práticas do que teóricas. E eu queria usar um... não tinha uma sala pra usar. Eu estava fazendo oficina na quadra da escola e é ruim. Tem que carregar o material até lá, voltar.

PU1-42: Eu acho que a principal dificuldade é a estrutura da escola, né. O tempo que a gente tem para planejar, para... Para montar um projeto e espaço físico, também. Não tem espaço físico para isso. Enfim, para fazer experimento, para... [...]

PU1-52: Então, se a gente for trabalhar só na parte teórica, é... Até dá no colégio, mas se a gente for fazer alguma coisa prática, aí já não dá. Porque o laboratório lá é bem... A gente até tem um laboratório lá, mas é bem limitado assim... Só tem os equipamentos...

Outro argumento se relaciona ao tempo necessário para o planejamento de aulas. As condições atuais da escola que os professores entrevistados trabalham dispensam 2 horas de planejamento para 18 horas de atividades em sala de aula. Os professores consideram o tempo insuficiente para se planejarem dentro do currículo atual, sendo ainda menor para se planejar uma abordagem interdisciplinar de biotecnologia, pois exigiria reunião com professores de outras disciplinas.

PU1-46: A gente **não tem tempo de sentar com o professor de biologia**, conversar e trazer e organizar isso, né. Porque a gente dá... A gente tá com... A gente trava... é concursado por vinte horas, né, só que dessas vinte a gente dá dezoito em sala (grifo nosso).

PR1-97: E o cara fala assim "para ti fechar a boca, te dou duas horinhas de planejamento e está bom". Com duas horas, como se uma pesquisa fosse realizada em duas horas. **Nem mesmo um planejamento é realizado nesse tempo**, quem dirá uma pesquisa (grifo nosso).

Outros aspectos relacionados à falta de **tempo** também surgiram:

PU1-32: E também a gente teria que ter **tempo para pesquisar** também, né, por que eu acredito que eu teria que me inteirar sobre o assunto primeiro para

depois eu passar para eles, né. Por que não dá para eles... Ah, faz aí (grifo nosso).

[...]

PU1-50: Preparar, para corrigir prova, elaborar prova, para... Entendeu? Não dá, não dá. Com a estrutura que a gente tem, não dá. É inviável.

PU2-124: Esse que é o problema [para conciliar biotecnologia e química]. Porque são duas aulas por semana e as escolas inventam um monte de projetinhos inúteis que roubam o tempo.

Vale ressaltar que a falta de tempo para trabalhar os conteúdos nas aulas de química é uma dificuldade maior para os professores da escola urbana. Eles relatam a necessidade de cumprir a grade curricular, o que é impossibilitado pelo pouco tempo, bem com um obstáculo para abordar demais assuntos (como as biotecnologias), fora daqueles pré-estabelecidos.

PU1-32: É que na verdade a gente tem um currículo, né, **uma grade curricular para seguir**. E aí muitas vezes não dá para você ficar... Não dá para... **Isso daqui não está incluso na grade, né, então não dá**. Nosso tempo é curto, a gente tem duas aulas por semana em cada sala, então não dá tempo (grifo nosso).

PU2-118: Tem que cumprir o conteúdo e às vezes, você fica com número de aulas muito pouco, né. E você não consegue, você tem pouco tempo pra cumprir todo aquele assunto e você não consegue achar um espaço ali pra encaixar uma... Como que chama, quando você... foge. [...]Você não consegue colocar ali dentro o assunto, porque você está naquele tempo curto com aquele conteúdo restrito. E daí o bimestre está acabando e você precisa encerrar aquele assunto e você não consegue, quando você assusta. Não é? (grifo nosso).

A superação dessas condições envolve uma ação sistêmica, muito mais do que adaptação às situações. Não é questão de simplesmente desenvolver prática que possam ser desenvolvidas em sala de aula (embora isso também seja extremamente importante), mas de buscar conjuntamente a transformação da realidade social. Coelho (2005) ressalta a postura de

desesperança dos professores que analisa frente à possibilidade de abordagens temáticas no ensino de química, devido às *barreiras operacionais*, que também têm a ver com a infraestrutura escolar. No entanto, ela ressalta a necessária esperança, que se manifesta no desvelamento crítico da realidade, no vislumbamento do *inédito-viável* — algo definido que se torna o objetivo da ação de reflexão e transformação. Ou seja, a autora defende (e aqui se compactua) com o abandono de posições fatalistas e com a busca daquilo que pode ser realizado.

O professor da escola rural, PR1, embora reclame do tempo de planejamento, alega ter certa liberdade temporal para abordar o seu rol de conhecimentos químicos:

PR1-79: Na escola agrícola **eu tenho total liberdade curricular**. De, inclusive, como eu sou professor das três séries, de, inclusive, de ampliar um pouquinho mais o conhecimento num determinado bimestre sobre determinado assunto, empurrando esse conteúdo para a série posterior. **Eu tenho essa liberdade de trabalho e eu não preciso correr, eu preciso trabalhar isso, porque o nosso aluno tem que sair de lá formado. [...] eu posso jogar o que faltou para o ano seguinte.** (grifo nosso).

Ainda que ele tenha certa liberdade no gerenciamento do tempo, ele (PR1) não parece ter essa mesma disponibilidade, ou não se atentou para reclamá-la, no que diz respeito à quais conteúdos devam ser abordados. Nesse mesmo sentido, quando questionado sobre o porquê seguir todos os conteúdos já anteriormente determinados no Referencial Curricular do Ensino Médio (MATO GROSSO DO SUL, 2002), PU2 recorre à defesa da responsabilidade do professor em fornecer conhecimentos para que o estudante entenda o ambiente quimicamente ao seu redor, podendo se prevenir dos riscos.

ENT-125: Eu estou lembrando agora, que você também comentou da questão de ficar tão preso ao conteúdo, se era realmente necessário, né. **A ideia, do que te obriga ou que te faz seguir tanto essa questão do conteúdo é realmente uma?...**

PU2-126: **O tempo. Responsabilidade, também.** Porque, eu acredito... Eu nunca te falei da responsabilidade do acidente que aconteceu no interior, da amônia que foi liberada, que matou uma pessoa parece. [...] Eu fiquei pensando, não tinha ninguém que soubesse química ali, pelo menos pra falar?...[...] A pessoa tem que ter informação, ela tem

que escolher se ela quer comer a uva assim ou não. Ela tem direito, é a responsabilidade (grifo nosso).

Entretanto, o professor também acha necessário romper com essa fixação no cumprimento de conteúdos.

ENT-127: Mas você acha que esse seguir o rol de conteúdos como a escola tem feito. Ela dá conta de abordar isso?

PU2-128: Não. Se ela fosse seguir, não dá. Porque o tempo é mínimo. O professor tem que ser ousado, ele tem que desviar um pouco e fazer outra coisa, se não... E ele tem que desviar, porque se ele for seguir só o conteúdo e fazer outras coisas, ou ele vai seguir o conteúdo ou ele não vai. Aí ele vai ter que ter ousadia e ousadia é uma coisa que vem de cada um. [...] nesses cursos de capacitação que tem por aí ele não aprende isso. Ninguém... Aham que ele é obrigado a fazer isso, mas não colocam pra ele uma forma dele fazer (grifo nosso).

Assim, o professor PU2 defende a ousadia, a atitude de romper com a estrutura rígida de conteúdos químicos pré-definidos e abordar aqueles mais significativos para os alunos. Nesse sentido os conteúdos a serem ensinados parecem ter a ver com esses conhecimentos necessários para uma atuação individual responsável, por meio da escolha entre alternativas disponíveis.

PU2-126: Aí eu fico, é uma responsabilidade você ter que falar sobre isso que a TV está falando. Ele está indo no mercado, ele está comendo e ele tem direito de escolher ou não se ele quer um produto transgênico, ou, se ele quer só produto orgânico. Feira orgânica tem toda quarta-feira ali na praça do rádio. [...] A pessoa tem que ter informação, ela tem que escolher se ela quer comer a uva assim ou não. Ela tem direito, é a responsabilidade.

Essas dificuldades não são individuais, no entanto. Elas são causadas por relações estruturais, pelas relações sociais que se estabelecem dentro da escola e por movimentos políticos que ocorrem entre a escola e instâncias superiores. Logo, a transformação não é papel de um indivíduo, mas de uma mobilização das bases dessa estrutura, de forma conjunta, coletiva, que iniciem a reestruturação que alcance o topo da rede de relações estabelecidas. Então, a ousadia não pode ficar só no impulso inicial, de

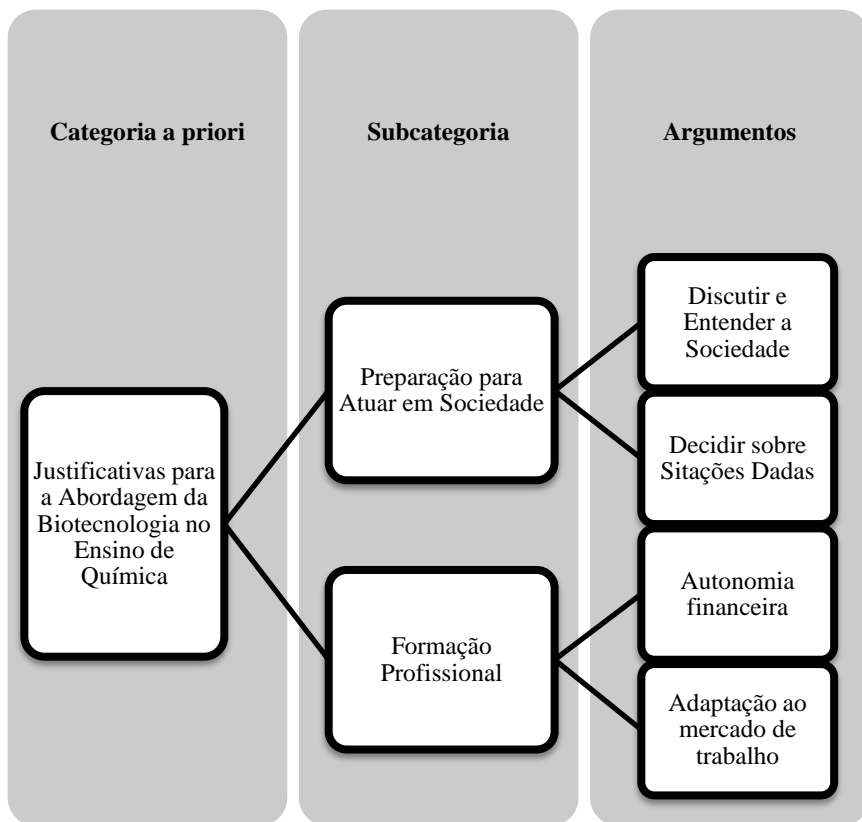
promover adaptação às condições existentes. A ousadia tem que ter o sentido de questionar as estruturas existentes, de usar a adaptação como meio de iniciar uma educação e uma ação que superem essas condições.

Embora PU2 pareça reconhecer a existência de riscos e a necessidade de escolhas (“Ele está indo no mercado, ele está comendo e ele tem direito de escolher ou não se ele quer um produto transgênico, ou, se ele quer só produto orgânico.” PU2-126), por traz há uma concepção de que a ciência pode clarificar a incerteza, achar a solução derradeira. A decisão, portanto, se basearia em critérios meramente racionais, somente em conhecimento científico, incorrendo, portanto, em tecnocracia.

4.4 JUSTIFICATIVAS PARA A ABORDAGEM DAS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

No que se refere às compreensões dos professores sobre a importância de se ensinar biotecnologia e química em conjunto (categoria *a priori*), duas foram motivações apresentadas: a ***Preparação do Aluno para Atuar em Sociedade*** e a ***Formação Profissional*** (cujas relações são mostradas em Figura 6). Convém lembrar que os professores admitem não abordar (PU1 e PU2) ou abordar de forma insatisfatória (PR1) o tema das biotecnologias nas aulas de química, como destacado na subcategoria “Abordagem Atual”. Seguem os argumentos que dão importância pedagógica para a inserção do tema na química.

Figura 6: Organização de categorias *a priori*, subcategorias e argumentos construídos a partir das entrevistas com professores sobre suas justificativas para abordar as biotecnologias no ensino de química.



Fonte: o autor.

A *Preparação para Atuar em Sociedade*, enquanto uma justificativa para uma abordagem das biotecnologias no ensino de química apresenta falas dos professores da escola urbana EEJM, estiveram vinculadas com a preparação do aluno para atuar na sociedade e para a preparação para a decisão, a qual poder estar relacionada ao necessário entendimento das situações cotidianas pelos alunos, daí que se relacione diretamente com a afirmação dos professores da falta de conhecimento que os alunos têm sobre o tema. A ideia de ensinar sobre biotecnologia para tomada de decisão surge em decorrência da constatação de uma controvérsia em relação aos transgênicos (apontada por PU2) e do preconceito

envolvendo os transgênicos (PU1), que torna urgente a preparação da sociedade para a decisão.

PU1-14: Então, eu... É que pelo que eu sei, até hoje só se sabe dos benefícios, né, dos transgênicos, né, que são resistentes à praga e tal, é... São, é..., mais produtivos e tal, só que ainda **não se sabe ao certo quais são os malefícios, né**. Então é por isso que existe essa, digamos, esse **preconceito** contra os transgênicos, porque não se sabe ao certo como é que é vai funcionar isso, né (grifo nosso). [...]

PU1-28: Sim, interessante, porque a função do professor é preparar o aluno para a sociedade, né. Interessante colocar esses discursos sobre [inaudível] para eles, né. Na verdade eles têm que decidir se isso é bom ou não, né. Mas a gente tem que direcionar, né.

PU2-102: Na vida, mesmo. Porque se ele vai no mercado, essa coisa da alimentação do filho dele e dele. Se ele tá comendo todo dia, se ele está participando da vida aqui fora e ele não sabe o que é um alimento transgênico, não sabe discutir.

O professor PU2 traz mais elementos para explicar a necessidade da preparação, pois para ele o professor tem a responsabilidade de formar quimicamente um aluno que seja atento a seu meio, com seus riscos e benefícios. Para tanto, ele próprio professor, precisa se atentar para o contexto em que vive e para buscar motivação e conteúdos para trabalhar em sala; além de ter ousadia para promover as mudanças necessárias, enfim, ter uma preparação adequada.

PU2-126: Eu nunca te falei da responsabilidade do acidente que aconteceu no interior, da amônia que foi liberada, que matou uma pessoa, parece. [...] Eu fiquei pensando, não tinha ninguém que soubesse química ali, pelo menos pra falar... Quando teve o acidente em Goiânia, não tinha ninguém pra dizer "não pega esse sal branco aí, essa substância branca que está brilhando, isso aí pode ser perigoso, está vindo de hospital", né. [...] **Aí eu fico, é uma responsabilidade você ter que falar sobre isso que a TV está falando**. Ele está indo no mercado, ele está comendo e ele tem direito de escolher ou não se ele quer um produto transgênico, ou, se ele quer só produto orgânico.

O professor PU2 pode estar inserido numa visão do risco calcada no paradigma da responsabilidade (BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011), pois considera a segurança uma questão de cuidado pessoal, uma atitude segura do indivíduo no seu modo de agir. A escola teria o papel de fornecer ao estudante os conhecimentos para o reconhecimento dessas situações potencialmente perigosas, de onde derivaria a “responsabilidade” do professor, termo recorrente em sua fala. Em decorrência disso, a “responsabilidade” seria repassada ao aluno, que guiaria sua conduta pelos conhecimentos (atitudinais e comportamentais) apreendidos.

Essa consideração dos riscos e das temáticas sociais parece ser abordada no *modelo de déficit*, que centra a perspectiva da educação para tomada de decisão onde a apropriação de conhecimentos (conceituais, em maioria) científicosseriam o foco, o que condiz com a perspectiva da *Alfabetização Científica Reduzida* (como comentado no Cap. 3). As limitações dessas abordagens jazem em não considerar, em princípio, a discussão axiológica para embasar a decisão, considerando-a como um processo puramente técnico-científico. Também, temas controversos sociocientíficos geralmente não são explicados devidamente pelo conhecimento científico atual e disciplinar, direcionando a decisão para a consideração de outros aspectos, como os valores. Nesse sentido, esses modelos de decisão se aproximam de princípios tecnocráticos, pela confiança nos conhecimentos científicos para embasar a decisão, algo que retomaremos a discutir mais abaixo.

A preparação para a tomada de decisão parece não ser de exclusividade da justificativa do professor urbano. Ela também aparece na compreensão do professor rural, embora o mesmo se foque em outro aspecto, o da preparação para o trabalho.

No contexto agrícola, a justificativa foi fortemente baseada na **Formação Profissional**. A escola oferece o ensino médio integrado aos cursos técnicos de agronomia e pecuária e as biotecnologias são vistas pelo professor entrevistado como um conhecimento que auxilia na atividade profissional futura, contribuindo para a formação de um profissional diferenciado, mais completo, que tenha os conhecimentos específicos de sua área, mas que possa contribuir e atuar em setores abrangentes.

PR1-53-55: Acredito que seria importante, no caso específico da escola agrícola. Ele é um conteúdo que vai agregar à formação deles, agregar conhecimentos. [...] Então num ponto de vista, eles acabam trabalhando em várias áreas e tendo conhecimento específico, aliás, não específico, tendo um conhecimento tão vasto, assim, eles conseguem atuar

nos seus empregos, nas suas áreas de atuação, [...] de uma maneira mais abrangente. [...] Então, hoje ele tem... ele mora bem, ele tem... ele vive muito bem e, o que que aconteceu? Por causa da abrangência de conteúdos que ele teve, ele consegue se destacar entre os demais vendedores de lá. E ele pegou cargo de quê? De chefia. Além de ser responsável técnico pela empresa, ele pegou cargo de chefia, porque o conhecimento que ele tem vai além do que se espera. Então, ele tem toda essa vivência e toda essa bagagem, né?

A justificativa da formação profissional se baseia em uma concepção de ensino, como foi discutida na seção anterior, que tem a ascensão econômica do aluno como objetivo. Assim, a formação profissional está vinculada com a superação da situação de pobreza do morador do campo que frequenta a escola. Sem dúvidas esse é um benefício que a educação deve buscar proporcionar, mas ao mesmo tempo reduzir a isto o ensino, pode ser limitação quando não se questionar as estruturas sociais, calcando-se somente na sua adaptação social.

Interessante notar que na fala do professor o objetivo da educação é oferecer oportunidades profissionais para os alunos, mas não necessariamente na propriedade em que o mesmo reside. Sobral (2013) ressalta que a educação rural esteve voltada à fixação do homem no campo desde o início, diminuindo a migração campo–cidade. Nesse caso, a educação não tem o objetivo principal de fixação, seja pelo fato de os alunos serem filhos de empregados em grandes fazendas e não os donos, seja pelo fato do englobamento da escola pelo contexto urbano. O crescimento da cidade de Campo Grande aproximou geograficamente o contexto urbano do entorno da escola rural EMAEF, sem falar nas tecnologias da comunicação atual que possibilitam a tão famigerada e controversa globalização. Assim, as atividades dessa escola rural se aproximam da educação técnico-profissional realizada nos centros urbanos, cujo objetivo é a qualificação profissional do trabalhador.

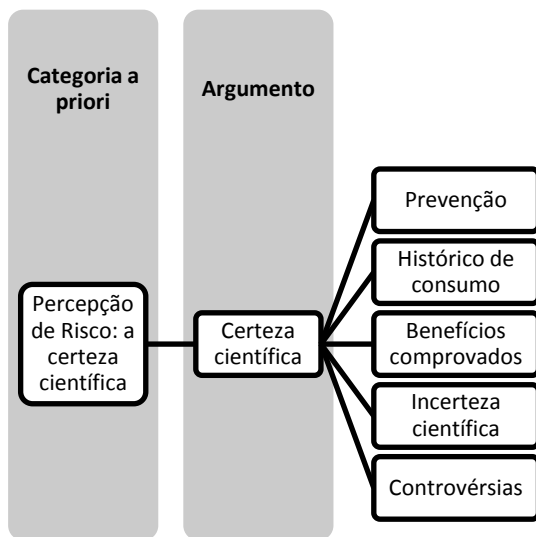
A justificativa da formação profissional ajuda a compreender porque as abordagens atuais das biotecnologias na química se baseiam na exemplificação e no trabalho em disciplinas práticas do curso técnico da escola agrícola. Também, a preparação do aluno para a sociedade é um objetivo que justifica a abordagem atual na escola urbana. Por meio da exemplificação, simulam-se como os conceitos científicos podem ser úteis para se relacionar com o ambiente, seja por uma postura responsável de prevenção aos riscos, seja para tomada de decisão.

4.5 A PERCEPÇÃO DE RISCO: a certeza científica

A categoria Percepção de Risco está intimamente ligada à Tomada de Decisão. No anexo III do Protocolo de Cartagena (BRASIL, 2006), item 2, encontram-se recomendações para avaliação de risco no intuito de embasar a tomada de decisão: “A avaliação de risco é, entre outros, usada pelas autoridades competentes para tomar decisões informadas sobre os organismos vivos modificados.” Entretanto, fez-se a opção por realizar uma análise em separado dessas compreensões (Figura 7) sobre o risco, pois apresentam um conceito fundamental para o entendimento das falas dos professores: a certeza científica. Ressalta-se que, embora outros temas controversos tivessem sido apresentados aos professores no texto-base “Fala de Cientistas sobre Temas Biotecnológicos” (como uso de células tronco, fermentação láctica, etc.), as percepções de risco focalizaram os transgênicos, tanto por direcionamento do “Roteiro de Entrevista” (Apêndice B), por considerar esse tema relevante para o contexto regional, como pelo próprio interesse dos professores.

Uma análise das unidades de sentido para esta categoria revela que o mais acertado seria chamá-la de “percepções da segurança”, pois os professores apoiaram-se largamente nos argumentos “científicos” sobre os benefícios das biotecnologias, refutando aqueles que lhes eram contrários. Os respondentes tiveram problemas em aceitar a controvérsia científica, ignorando-a ou recorrendo a argumentações diversas para atenuá-las. Apenas PU2 se atentou para a controvérsia, mas viu possibilidades na sua superação pela busca de maiores informações ou desenvolvimento de novas pesquisas. Portanto, essa categoria está fortemente relacionada ao mito do salvacionismo e da superioridade científica da tecnologia, e seu argumento principal está fundado na *certeza científica*.

Figura 7: Organização de categorias *a priori*, subcategorias e argumentos construídos a partir das entrevistas com professores sobre suas percepções de risco das biotecnologias.



Fonte: o autor.

A certeza científica quanto à segurança dos alimentos transgênicos está relacionada com a suposta existência de testes científicos que a atestam, pelo histórico de consumo que não levou ao surgimento de problemas ambientais e de saúde e, também, pela comprovação dos benefícios obtidos pelas cultivares (variedade cultivada e definida de uma espécie) biotecnológicas, que também já estariam comprovados.

PR1-37: Bom, a segurança alimentar, isso daí, foi a última coisa a ser pensada, porque primeiro nós consumimos. É o que eu digo: há muito tempo importamos soja do Uruguai e da Argentina. Mas há muito tempo mesmo, bem antes da questão de verificar a proibição no Brasil ou da liberação. Então, primeiro nós consumimos, depois nós fomos pensar na produção. O Brasil só era proibido de produzir. Alimentação já tinha entrado no setor alimentar faz horas. Mas, enfim, eu acredito que eu não tenho muito conhecimento para dizer sobre segurança alimentar. Então testes provavelmente já foram feitos. E até o momento não surgiu nenhuma evidência concreta de que alimentos transgênicos pudessem causar uma ou

outra interferência na saúde... Então, a gente tem que, como se diz, a gente tem que acreditar, tem que ser a favor, por enquanto.

PU1-14: Então, eu... É que pelo que eu sei, até hoje só se sabe dos benefícios, né, dos transgênicos, né, que são resistentes à praga e tal, é... São, é..., mais produtivos e tal, só que **ainda não se sabe ao certo quais são os malefícios**, né. Então é **por isso** que **existe** essa, digamos, **esse preconceito contra os transgênicos**, por que não se sabe ao certo como é que é vai funcionar isso, né (grifo nosso).

A crença na capacidade científica de comprovação, leva à crença na sua capacidade de quantificação e determinação. Nesse sentido, não seria estranho encontrar relação com o paradigma da solidariedade (EWALD, 1997) ou o paradigma do risco (THORNTON, 2000) quando se trata da abordagem dos riscos. O PU1 se refere a uma “precaução” quanto à segurança dos transgênicos: uma vez que os riscos foram apontados, a ciência os investigou e comprovou sua inexistência. Só a partir da comprovação da segurança é que eles foram liberados. Talvez o professor tenha usado o termo precaução quando quis dizer prevenção.

PU1-10: Na verdade, pelo que eu sei, não..., existe toda uma, é..., uma **precaução** quanto a isso, né. Parece que tem toda uma legislação que... Uma legislação, não, existe uma, é..., como que eu posso falar? Existe realmente uma precaução da comunidade científica quanto a isso, porque na verdade não se sabe exatamente quais são os malefícios disso, né... (grifo nosso).

A precaução, como já dito, lida com a incerteza dos malefícios, impedindo a concretização da implantação tecnológica até que exista uma melhor compreensão dos seus desdobramentos sociais e ecológicos e investigação das abordagens alternativas (LACEY, 2002). Já a prevenção está baseada na previsão de um risco certo, agindo-se em consequência para evitá-lo. O professor considera que todos os riscos seriam previstos pela ciência e que ela se encarregaria de investigar a todos, logo, tal raciocínio tem a ver com a **prevenção**. Como discutimos anteriormente, amparados em Peterson (2000) a percepção de risco é uma questão cultural e histórica, o que torna impossível determinar, em um exato momento, todos os riscos de uma atividade. Ainda há tipos de riscos demasiadamente complexos para

serem investigados e quantificados. Não obstante, pesquisas científicas tenderão a investigar riscos que sejam concebíveis dentro de sua visão de mundo e ignorar, ou até mesmo refutar, aqueles que fazem parte de perspectivas contrárias (LACEY, 2006).

Um último ponto em que se baseia a certeza científica é a própria incerteza quanto aos malefícios. Efeitos incertos não exigiriam uma revisão das ações a serem tomadas, pois os supostos malefícios ainda não estariam comprovados cientificamente, o que lhes tiraria a relevância, destitui-lhes-ia de existência. As incertezas não são admitidas por esse modelo, que considera que elas podem ser simplesmente ignoradas, uma vez que não podem ser comprovadas cientificamente.

ENT-21: E por que você compraria?

PU1-22: Por que... Por que **até hoje não existem nada que comprove que eles fazem mal**. Não existe comprovação científica de que... Pelo menos até onde eu sei, não existe comprovação científica do malefício (grifo nosso).

Uma vez que não há espaços para a incerteza, não decorre a controvérsia. Em um ambiente social em que a certeza científica é padrão e a incerteza silenciada ou neligenciada, o dissenso é visto como não científico e inválido, uma não-ciência (LACEY, 2002). Assuntos controversos cientificamente só seriam ainda controversos por falta de pesquisas que comprovassem os argumentos de um dos lados, incorrendo na redução da controvérsia à argumentos técnicos (LEVIDOW, 2001). Uma vez que não há incertezas ou complexidades que não possam ser quantificadas pela ciência (nessa visão de mundo), o alcance de um parecer definitivo e comprobatório é uma mera questão de empenho e tempo. Daí surge na fala do único professor (PR1) que parece ter reconhecido a existência das controvérsias ou clamor por pesquisas científicas que resolvam essa questão.

ENT-15: Pensando agora neles [transgênicos], o que você acha da segurança deles? [...].

PR1-18: O que eu sei. Eu acho que ainda estão desenvolvendo muitos estudos. Ainda não tem 100 % ou próximo de 100% de segurança. Eu acho que ainda muito estudo tem que ser feito, tem que ouvir e pesquisar muita coisa ainda. Eu acho que há necessidade dos centros de pesquisa fazerem este tipo de estudo porque envolve questões bastantes polêmicas. E se tem essa polêmica é porque tem alguma coisa que não está ainda satisfazendo todas as

opiniões dos cientistas. Não está alcançando ainda os objetivos (grifo nosso).

ENT-21: Não? Por que você não tem problema [com o consumo de transgênico]?

PU2-22: Porque eu acho que, apesar de... **Eu acredito que ainda faltam muitos estudos.** Até onde a ciência avançou, eu acho que tem uma certa... Não precisa ter tantas restrições quanto ao uso. Eu usaria tranquilamente. Não tenho esse problema.

Nesse ponto, os professores reduzem a incerteza a uma mera questão técnica ou de protocolo científico, como se a adoção de uma metodologia ou abordagem científica rigorosa pudesse resolver a questão. PU2 atribui a controvérsia a necessidade de mais estudos, mas não deixa de acreditar que os estudos já realizados sejam suficientes para atestar a segurança dos transgênicos. Em paráfrase, ele diz: Faltam estudos para solucionar a controvérsia, mas até agora as pesquisas já atestam a segurança. Parece não lhes ocorrer que a incerteza científica tem fonte social, no embasamento de abordagens científicas em diferentes valores éticos (LEVIDOW, 2001). Eles até concebem a existência de uma controvérsia, mas vislumbram sua resolução com pesquisas desenvolvidas nos moldes das investigações atuais. Nessa linha de pensamento mítica, que crê no poder salvador da CT e na sua decisão superior, a controvérsia é um estágio anterior ao entendimento completo da realidade, que ainda não foi solucionado por se basearem em considerações não condizentes com a realidade ou por estarem relacionadas a interesses escusos, sejam políticos ou econômicos.

PR1-2: Então, o que está acontecendo aí são visões de áreas diferentes. Todas as áreas têm suas competências, mas **eu acredito que estaria por traz disso daí uma questão política, econômica: o capitalismo.** É claro que a área da produção de defensivos vai defender o uso dos defensivos e a biotecnologia veio para desenvolvimento de transgênicos, aliás, o desenvolvimento de transgênicos, quem trabalha a favor dos transgênicos vai defender o seu peixe, como se diz, vai vender o seu peixe. **É claro que é notório essa, na lavoura, essa questão do transgênico** (grifo nosso).

PR1 parece reconhecer a gênese social da controvérsia, mas acredita, ainda assim, que os transgênicos são “a salvação da lavoura”, o melhor produto para a agricultura, justamente pelo seu caráter científico. Assim,

para esses professores a controvérsia científica pode ser resolvida pela crença na objetividade científica, no seu salvacionismo. A controvérsia social, ou seja, a gênese e justificativa para a controvérsia científica, também é diminuída ou obscurecida pela crença na neutralidade científica, que possibilitaria as soluções mais acertadas para os problemas. Nesse espaço de certeza científica, não há chance para qualquer incerteza; o mundo está perfeitamente descrito pela lógica, seja qual for a dimensão (social, ambiental, científica, etc.) em pauta.

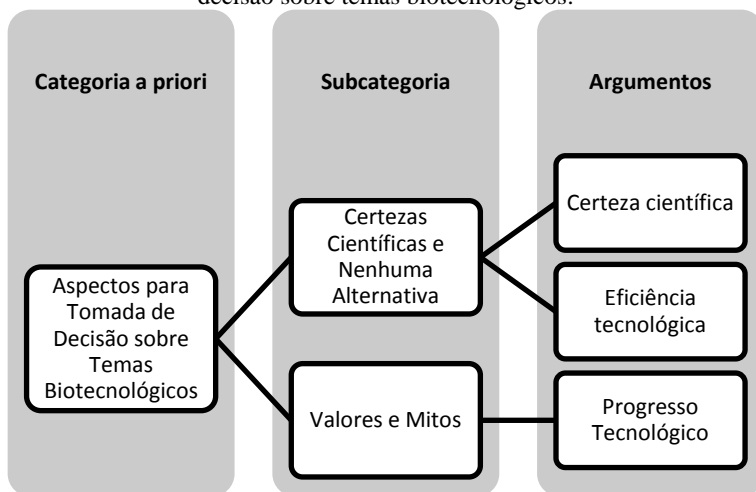
A certeza científica, ideia presente nas falas dos três professores, está baseada em visões deturpadas dos valores da atividade científica, configurando-se como um “mito”. Ela clama por objetividade quando não existem pesquisas que avaliaram as diversas dimensões dos fenômenos. Ela se diz neutra, quando serve aos valores do crescimento econômico. Ela se considera autônoma, mas suas pesquisas são direcionadas para a produção de inovações e para a geração e acumulação de riquezas (LACEY, 2008). O mito da certeza científica é uma combinação do mito da superioridade das decisões tecnocráticas e do mito do salvacionismo (AULER, 2002) em uma atmosfera em que “nenhuma alternativa” é visível – mito do determinismo. Esses três mitos têm origem na crença na neutralidade da ciência e culminam na ideologia tecnocrática da certeza científica – na delegação das decisões sobre o destino humano nas mãos de especialistas que seguem apenas uma abordagem científica, a descontextualizada, ou seja, da entrega do futuro humano à tecnociência.

4.6 ASPECTOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE TEMAS BIOTECNOLÓGICOS

No que diz respeito à constituição da categoria Aspectos para Tomada de Decisão sobre Temas Biotecnológicos, ela se baseou em três fatores, analisados na forma de duas subcategorias: *Certezas Científicas e Nenhuma Alternativa* e os *Valores e Mitos* que os subjazem (Figura 8). Esses aspectos foram considerados pelos professores na aceitação do consumo e produção de alimentos transgênicos e são discutidos a seguir.

A subcategoria *Certezas Científicas e Nenhuma Alternativa* de certa forma é muito semelhante ao discutido na categoria *Percepção de Risco* (apresentada acima), pois os professores centralizam a certeza científica na questão do risco e da segurança. Todavia, esta subcategoria se diferencia da categoria anterior por analisar as consequências da certeza científica na visualização de alternativas.

Figura 8: Organização de categorias *a priori*, subcategorias e argumentos construídos a partir das entrevistas com professores sobre aspectos para tomada de decisão sobre temas biotecnológicos.



Fonte: o autor.

Nesse sentido, os benefícios dos alimentos transgênicos são comprovados pelos professores tanto historicamente pelo seu consumo, como empiricamente, por meio das pesquisas científicas realizadas sobre sua segurança. Os benefícios estão pautados na eficiência e qualidade dos produtos transgênicos, que possuem menor custo de produção e venda, menor impacto ambiental, maior produção e maior qualidade nutricional. Ora ou outra aparece na fala dos professores entrevistados uma finalidade mais “elaborada”, embora ingênua, para os transgênicos, como a resolução do problema da fome. A incerteza dos malefícios é algo que corrobora para a ideia de segurança dos OGM, pois se não há certeza dos impactos é porque eles não representariam ameaça real, na compreensão dos professores analisados.

Por meio da crença na “precaução” científica (que na fala do professor PU1 tem sentido de prevenção), ou seja, no poder de previsão e quantificação dos danos, evitando-se impactos na saúde e no meio ambiente, eles afirmam a suposta segurança dos transgênicos, dado que a sua liberação para consumo e produção só se daria depois de uma atitude **preventiva** da ciência.

Nesse espaço de crença na certeza científica e de rejeição das incertezas não pode haver lugar para as controvérsias. Elas são encaradas como temas que ainda não receberam as pesquisas apropriadas, sendo

necessária a inclusão desses assuntos na agenda de pesquisa. Não são feitas considerações sobre a forma como a ciência deveria abordar esses assuntos na fala dos professores, pois a crença parece ser na existência de apenas um método científico.

Ao considerar a certeza científica como um dos fatores para tomar a decisão, os professores estão relegando aos especialistas o papel de decidir.

Se CT fornecem certezas, nada melhor do que o técnico, o especialista para decidir. Assim, o endosso a esse modelo decisório parece evidenciar indicativos da concepção de neutralidade.

O absoluto, as certezas, constituem-se de compreensões inclinadas para a tecnocracia não para a democracia. Certezas excluem decisões políticas, dificultam a participação democrática (AULER, 2002, p. 163).

Logo, o mito da certeza científica impede a participação social ampla nos processos decisórios, pois o próprio cidadão não só se sente incapacitado de participar, mas como crê que a ciência é melhor decisora.

A certeza científica se traduz numa confiança cega na CT, no seu poder de resolver todos os problemas humanos, na sua capacidade superior de julgar e decidir os dilemas humanos e na inevitabilidade das adoções tecnológicas e de seus impactos. Toda essa atmosfera impossibilita que considerações fora da visão de mundo da ciência sejam levadas em conta no processo de decisão. Daí parece decorrer que os professores ignorem os argumentos contra os transgênicos, pois eles não faziam parte do escopo dos problemas normalmente abordados pela ciência.

Lacey (2008) critica a ciência atual, pois ela considera apenas uma abordagem metodológica, a descontextualizada, portanto reducionista. Essa abordagem tem premissas bem estabelecidas, considerando apenas problemas generalizáveis e analisáveis fora de seu contexto. Ocorre que muitas das considerações dos críticos aos transgênicos não podem ser investigadas por essa abordagem, logo, tais pesquisas são excluídas das decisões e agenda de fomento. Seria necessária uma revisão da metodologia científica para abordar esses problemas, o que afeta diretamente os valores éticos e sociais que as subjazem (LACEY, 2006; 2008).

Portanto, o debate sobre os riscos dos transgênicos não é meramente sobre dados empíricos. Primeiro, porque esses dados são construídos com base em visões de mundo, ou valores éticos e sociais. Segundo, porque esses dados podem nem existir, devido ao direcionamento da agenda científica, que atualmente se dá com base nos interesses do crescimento

econômico e da geração de inovações, pela abordagem descontextualizada da metodologia científica (LACEY, 2008).

Em relação com a certeza científica está a consideração de alternativas para os transgênicos. Um professor considera que tanto variedades não transgênicas (convencionais e orgânicas) como as modificadas apresentam malefícios e benefícios, mas que os transgênicos apresentavam a vantagem de terem mais estudos, mais pesquisas, que embasam a sua produção, e que indicam seus benefícios e segurança. A autoridade científica (ou *certeza científica*) foi usada como característica para diferenciá-lo de outras alternativas.

PU2-29: O que tem a mais... Mais pesquisa, tem bastante pesquisa. **Eu acredito muito nas pesquisas, nos estudos.** E não colocaria, por exemplo, eu acredito que não chegaria ao mercado um produto, um alimento que não passasse por todo um rigor científico. Eu acredito nessa parte, eu gosto dessa parte de novos recursos. Porque ah, nós precisamos, não podemos ficar só presos no tradicional, por exemplo, eu acho que precisa estudar mais, precisa investigar mais, chegar. Acho que está precisando disso (grifo nosso).

PU2-33: [...] Então não dá pra ficar apontando, achando que esse é o problema da questão, tanto o transgênico quanto o não transgênico sempre vai ter algum tipo de problema. Vai ter que achar a solução pra resolver esses problemas. Não adianta querer achar que é culpa dos transgênicos, por exemplo. Por isso que existe e eu acredito que existem muitos centros de pesquisa trabalhando em cima disso, pra solucionar esse tipo de problema. Tanto quanto transgênico ou não transgênico, mas, eu acho que o transgênico, ele vai facilitar, vai ajudar bastante a economia. Isso que eu acredito (grifo nosso).

Um segundo professor enxerga, em aproximação com o primeiro, que os transgênicos possuem mais benefícios que as variedades convencionais. Eles são mais eficientes, em questão de produção, e também menos agressivos ao meio ambiente, pois permitem reduzir a carga de agrotóxicos utilizada.

PR1-25: Então, a questão da biotecnologia você tem duas situações: primeira, aumento da produtividade. [...] Para reduzir o uso de agrotóxicos e não eliminá-lo

totalmente, e sim reduzir. E reduzir, acredito nisso, em função até de algumas, de alguns, autores que dizem que ela não elimina, mas reduz significativamente, e ao passo que aumenta a produtividade, facilitando aí a redução da... vamos dizer assim, aumentando da produtividade. Não vou falar em termos muito complexos não, aumentar a produtividade. [...] PR1-41: Não, **eu acredito que seja uma alternativa positiva**, que seja... Que têm que ser usado, sim. Até por que, nós temos que diminuir o uso de defensivos, que agridem o meio ambiente (grifo nosso).

Outro professor é mais enfático e diz que não há “nenhuma alternativa”. Pelo menos nenhuma alternativa que apresente todos os benefícios dos transgênicos, principalmente em questão de produção e custo.

PU1-24: Ah... Ah... Necessário, não sei se seria... ah, necessário... **Por que não existe outras formas de produzir, né. Isso é evolução, né, da ciência.** Acho que ele é mais eficiente, né (grifo nosso).

ENT-25: Eficientes em que sentido?

PU1-26: É mais produtivo, né. Mais resistente à praga, produz mais e tal, com menor, menor custo... (grifo nosso).

Percebe-se nos excertos acima que os professores não só aceitam os transgênicos, como os defendem, pelo caráter científico que possuem. Lacey (2008) elenca dois aspectos para a legitimação de uma inovação científico-tecnológica: a eficácia, que é capacidade da inovação cumprir os seus objetivos; e a legitimidade em si, que tem a ver com a segurança social, econômica, ambiental e em longo prazo. Nas falas acima, os professores tratam de critérios de eficácia. Eles se apoiam na existência de pesquisas científicas para comprovar os benefícios dos transgênicos. Não se entrará na discussão se essas pesquisas existem ou, ainda, se são unívocas (já se discutiu isso no capítulo 1). A atenção aqui será sobre a falta de alternativas.

A crença na ciência e seu poder preditivo e dominador da natureza é tão grande que ela parece se tornar a única capaz de resolver um problema. Obviamente, aqui se fala da ciência de abordagem descontextualizada, da tecnociência. A crença na certeza científica é o que, a princípio, legitima os transgênicos e, se os legitima, é porque não há alternativa mais certa.

Visto de outra forma, seria: se houvessem alternativas eficazes ao transgênico, a ciência já as haveria descoberto. Desconsidera-se que a tecnociência é direcionada por interesses do crescimento econômico e que, portanto, direcionará as pesquisas para aqueles assuntos que lhe convém. Logo, não há a mesma subvenção para outras linhas de pesquisas, por exemplo, a agroecologia para a produção de alimentos. Ou elas se extinguem ou avançam a passos mínimos, de forma que seus resultados pareçam ineficazes se comparados com linhas promovidas na agenda científica hegemônica.

Na revisão de literatura, no Cap. 3, são encontradas compreensões discentes que se aproximam da visão de certeza científica no processo de decisão. Souza e Farias (2011) encontram falas de alunos que atribuem a existência da controvérsia à falta de pesquisas científicas, sendo que os riscos podem ser determinados e até uma quantia deles é tolerável — um exemplo claro dos princípios do paradigma do risco ou prevenção e da certeza nos poderes preditivos da ciência. Já o trabalho de Takahashi, Martins e Quadros (2008) ressalta que os alunos consideram a falta de consenso científico, a controvérsia, como um dos motivos para se posicionarem contra os transgênicos — aproximando-se de uma abordagem precaucionária. Mas outros alunos dessa pesquisa usaram a falta de “certeza” dos efeitos malignos para se posicionarem a favor dos transgênicos, em consonância com as compreensões dos professores aqui analisados.

Esses dados estão de acordo com a pesquisa de Kolsto (2001), que ressalta a importância da percepção de risco para a tomada de decisão, ressaltando que o risco e a incerteza são considerados de maneiras distintas, o que ele chamou de modelos de decisão: o *modelo de incerteza* enxerga a incerteza com maior dimensão que o risco, o que impossibilita a tomada de decisão até que dados científicos possibilitem o andamento do processo — há a crença no salvacionismo científico; o *modelo do risco mínimo*, que considera os riscos e os impactos muito pequenos, assim os possíveis efeitos podem ser suportados; o *modelo de risco relativo* considera os benefícios mais valiosos que os impactos, que também podem ser suportados — esses dois últimos modelos parecem ser aspectos do paradigma do risco; e o *modelo do princípio da precaução* que apoia uma medida precaucionária, de impedimento do risco, considerando os seus possíveis impactos.

Assim, os professores parecem se enquadrar no modelo de risco *relativo*, pois encontram mais vantagens nos transgênicos ao compará-lo com a agricultura convencional não transgênica (PR1) ou com outras formas de produção (PU2). Essas vantagens se baseiam em argumentos de

eficiência econômica e ambiental, validados pela crença na certeza científica, excluindo as controvérsias com relação a essas vantagens e anulando os possíveis riscos. Discute-se agora que a certeza científica tem origens em juízos de valores associados ao crescimento econômico e ao progresso tecnológico, o que ajuda a compreender o argumento de eficiência e de superioridade das inovações.

Um segundo aspecto levado em conta pelos professores para tomar a decisão e que não aparece facilmente nas suas falas, é constituído pelos valores que guiam as suas decisões. A ênfase argumentativa em *Valores e Mitos* tenta iluminar esses juízos éticos sobre as biotecnologias.

Em um plano geral, os professores apresentam compreensões acerca da natureza da ciência e suas relações tanto com a tecnologia como com a sociedade que distoam do fazer científico, aproximando-se de uma imagem de Ciência-Tecnologia-Sociedade próxima dos *mitos da CT* (AULER, 2002).

Os professores frequentemente recorrem à ciência para buscar ou justificar seus argumentos sobre as biotecnologias. Entretanto, isso não significa que se aprofundem em investigações empíricas, dado que seus argumentos se baseiam na imagem geral da ciência, em sua autoridade. Há uma crença de que a CT são as melhores decisoras. Assim se pronunciam os professores sobre a segurança dos transgênicos, argumentos fundamentais para sua decisão sobre os transgênicos:

ENT-9: Voltando assim mais para o lado dos transgênicos, que seria o foco da minha pesquisa, o que você pensa da segurança deles?

PU1-10: Na verdade, pelo que eu sei, não..., existe toda uma, é..., uma precaução quanto a isso, né. Parece que tem toda uma legislação que... Uma legislação, não, existe uma, é..., como que eu posso falar? **Existe realmente uma precaução da comunidade científica quanto a isso, por que na verdade não se sabe exatamente quais são os malefícios disso, né...** (grifo nosso).

PU2-22: Porque eu acho que, apesar de... Eu acredito que ainda faltam muitos estudos. Até onde a ciência avançou, eu acho que tem uma certa... não precisa ter tantas restrições quanto ao uso. Eu usaria tranquilamente. Não tenho esse problema. [...] PU2-29: O que tem a mais... Mais pesquisa, tem bastante pesquisa. Eu acredito muito nas pesquisas, nos estudos. E não colocaria, por exemplo, eu acredito que não chegaria ao mercado um produto, um alimento que

não passasse por todo um rigor científico (grifo nosso).

PR1-37: Mas, enfim, eu acredito que eu não tenho muito conhecimento para dizer sobre segurança alimentar. Então testes provavelmente já foram feitos. E até o momento não surgiu nenhuma evidência concreta de que alimentos transgênicos pudessem causar uma ou outra interferência na saúde... **Então, a gente tem que, como se diz, a gente tem que acreditar, tem que ser a favor, por enquanto** (grifo nosso).

Para esses professores, a segurança desses alimentos foi comprovada cientificamente, por isso não há por que questioná-la. Ainda que haja alguma dúvida, a Ciência lhes trazem informações diferenciadas para se decidir sobre as dúvidas e tomada de decisão, então é necessário crer na sua capacidade e entregar o destino público nas mãos de especialistas. Como diz PR1 “a gente tem que acreditar” (PR1-37). Fica clara uma posição de entrega da decisão nas mãos dos especialistas e uma crença na superioridade da Ciência para decidir sobre os problemas de interesse público. Esse é o chamado “mito da superioridade” da CT, que considera o cidadão “comum” destituído de conhecimento científico, portanto inadequado para participar da tomada de decisão, pois só acrescentaria incertezas e ambiguidades (AULER e DELIZOICOV, 2001).

Interessante notar a contradição nessa fala, que se apega nas “certezas” da ciência para atestar a segurança, mas também convoca um ato de fé para ignorar os indícios de riscos. Essa é uma argumentação ideológica e não científica, pois a ciência requereria uma investigação sistemática dos riscos potenciais e não os ignoraria pela crença cega naquilo que está “posto” (a segurança dos OGMs).

Essa posição de submissão não seria possível (ou tão efetiva) sem a crença na capacidade científica de melhorar as condições econômicas e sociais da população.

PU2-33: [...] Vai ter que achar a solução pra resolver esses problemas. Não adianta querer achar que é culpa dos transgênicos, por exemplo. Por isso que existe e eu acredito que existem muitos centros de pesquisa trabalhando em cima disso, pra solucionar esse tipo de problema. Tanto quanto transgênico ou não transgênico, mas, **eu acho que o transgênico, ele**

vai facilitar, vai ajudar bastante a economia. Isso que eu acredito. [...] (grifo nosso).

PU2-36: [...] Então você vai ter as opções adequadas. Porque, quanto mais forem desenvolvendo técnicas em relação a isso, **mais opções você vai ter e economicamente eu acredito que vai ser melhor** do que ficar só preso, por exemplo, num ou no outro (grifo nosso).

Como pôde ser notado na percepção de risco dos professores, eles consideram os benefícios atestados cientificamente, enquanto as opiniões contrárias são tidas como pseudocientíficas e não comprovadas. Mesmo com dados de pesquisadores que contestam a alegação dos transgênicos para a solução da fome no mundo, contidos no texto “Falas de Cientistas sobre o tema biotecnologias” (Apêndice B), os professores continuaram a argumentar que a solução de problemas sociais se dá pela via das biotecnologias.

PR1-71: **Benefício seria suprir a necessidade alimentar, não só do Brasil, mas do mundo.** A China em determinada época traz, como eu fiz uma pós-graduação em política estratégica e tudo mais, ela esperava uma produção X do Brasil, porque se não tivesse essa produção, a China correria... entraria em risco alimentar. Em risco de faltar alimento (grifo nosso).

Essa crença na capacidade da CT de propiciar bem-estar social por meio de inovações é o que Auler e Delizoicov (2001) denominam de “mito do salvacionismo”. Completando a tríade, notou-se uma posição de fatalidade na fala dos professores, como se a existência e expansão dos transgênicos fosse inevitável:

PU1-24: Ah... Ah... Necessário, não sei se seria... ah, necessário... **Porque não existe outras formas de produzir, né.** Isso é evolução, né, da ciência. Acho que ele é mais eficiente, né. (grifo nosso).

PR1-37: Então, a gente tem que, como se diz, **a gente tem que acreditar, tem que ser a favor,** por enquanto (grifo nosso).

Esse é o “mito do determinismo científico e tecnológico”, em que a CT determinam a marcha da evolução e do progresso. Questionar a inovação tecnocientífica é ficar estagnado, impedir o progresso. Sob o

determinismo da CT, alternativas que não sejam derivadas da ciência e de inovações tecnológicas são inconcebíveis e, se surgem, são rechaçadas sob a alegação de falta de rigor científico ou validade no geral (vide a desqualificação feita à pesquisa de Séralini (2012) sobre os efeitos carcinogênicos do milho transgênico da Monsanto ® (GARCIA, 2012)).

Essas construções são consideradas mitos, pois estão fora de uma análise crítica e são imagens pouco condizentes da atividade científica, sendo também consideradas antidemocráticas. Eles são pilares da concepção de desenvolvimento linear, em que o avanço científico é visto como promotor de inovações tecnológicas, que possibilitam o crescimento econômico e o conseqüente bem-estar social. Sua gênese, o mito original, está na crença na neutralidade científica: a pretensa inexistência de juízos de valores na concepção de teorias e na distribuição equitativa das aplicações dos conhecimentos (AULER e DELIZOICOV, 2001). Portanto, esses mitos são pilares e alimentadores da tecnocracia, pois, ao possibilitarem a subserviência do cidadão à CT, minam a democracia plena. Já foi relatada a relação entre a tecnocracia, o paradigma do risco e a tecnociência. Essa relação é reforçada pela compreensão dos professores. Eles assumem em suas falas os *valores do progresso tecnológico*.

Em suas explicações sobre o conceito de biotecnologia transparece nitidamente a associação com os meios de produção e a valorização da capacidade das biotecnologias, como artefato científico-tecnológico, para transformar a natureza. Isso era até esperado, visto que as biotecnologias modernas estão fundamentadas na genética, que se guia pela abordagem descontextualizada da metodologia científica, em estreita ligação com os valores do crescimento econômico (LACEY, 2006). Nesse sentido, as falas dos professores parecem indicar o seu alinhamento com a atribuição de alto valor ético para a capacidade humana de controlar os objetos naturais, um dos *valores do progresso tecnológico*.

O individualismo é tido por Lacey (2006) como um dos valores do progresso tecnológico. Trata-se não só da primazia dos valores individuais egoístas, mas da liberdade e responsabilização do indivíduo. Ele se manifesta na compreensão dos professores ao considerar a resolução de problemas sociais como um problema individual, de competência do professor. Ignoram-se as características sistêmicas dos problemas e que a solução exige uma ação conjunta, pautada nos valores da emancipação humana (da libertação dos homens, mais do que da liberdade individual), esse sim, um dos *valores da participação popular*.

O superdimensionamento da ação individual é encontrado por Auler (2002) na compreensão de professores sobre os modelos de decisão sobre assuntos atuais, como os transgênicos, e também por Coelho (2005), o que

mostra que essa possa ser uma tendência. Cabe ressaltar que os valores do progresso tecnológico são a visão predominante no meio científico e, nessa época em que a sociedade se entrelaça cada vez mais com a ciência, também está difundida na sociedade.

Recorrendo a uma imagem de ciência que se aproxima da tecnociência, os professores argumentam sobre a legitimidade dos transgênicos usando construções da abordagem descontextualizada. Surgem falas do tipo “até o momento não surgiu nenhuma evidência concreta de que alimentos transgênicos pudessem causar uma ou outra interferência na saúde... (PR1-37)” e “É que pelo que eu sei, até hoje só se sabe dos benefícios, né, dos transgênicos (PU1-14)”, que remetem às afirmações de “nenhum risco”, tão propagadas pelos proponentes da transgenia. Soma-se a asserção de “nenhuma alternativa”: “Por que não existe outras formas de produzir, né. Isso é evolução, né, da ciência (PU1-24)”. Se os transgênicos não são a solução, ainda surgirá uma opção tecnocientífica que finalizará a discussão: “E se tem essa polêmica é porque tem alguma coisa que não está ainda satisfazendo todas as opiniões dos cientistas. Não está alcançando ainda os objetivos (PR1-18)”.

Na abordagem descontextualizada só um tipo de metodologia é usada: aquela que é capaz de descrever o fenômeno por meio de seus componentes e estruturas, de forma geral e universal, com linguagem lógico-matemática. Decorre que só os problemas que podem ser descontextualizados (abstraídos, generalizados, representados pela matemática) são considerados nessa abordagem tecnocientífica. Daí que decorre que não há evidências de riscos, pois a abordagem descontextualizada não considera todos os riscos possíveis; só investiga aqueles que podem ser concebidos em sua visão de mundo — os descontextualizados e matematizáveis. Há “nenhuma alternativa”, pois ela só considera as opções que se conformam como inovação tecnocientífica, ignora todas as outras que não são geradas e avaliadas pela sua metodologia.

Os professores fundamentam a certeza científica nos benefícios dos transgênicos, algo que é comprovado não só pelas próprias pesquisas, como também pelo histórico de cultivo e plantio. Lacey (2002) também elenca esse como um argumento para um suposto legitimador dos transgênicos. Entretanto, o autor questiona com a voz dos críticos: “Pesquisas adequadas têm sido feitas, ou a falta de evidência é simplesmente um artefato da falha em conduzir pesquisas relevantes?” (LACEY, 2002, p. 501). Aqui retornam o “nenhum risco” e “nenhuma alternativa” e de novo se argumenta que não há pesquisas que sustentem empiricamente, ou objetivamente, essas afirmações.

Ainda, a certeza científica é tão arraigada e profunda que desconsidera, ignora, as incertezas. Para os professores, as alegações contrárias aos transgênicos carecem da certeza científica. Uma vez que se considera a ciência como a instituição que usa a abordagem descontextualizada (tecnociência), realmente essas alegações são pseudocientíficas. Mas a tecnociência peca em falta de objetividade (por não se basear em pesquisas sistemáticas de várias alternativas), falta de neutralidade (por guiar-se somente pelos valores do progresso tecnológico) e falta de autonomia (por direcionar-se pelos interesses econômicos de grandes corporações) (LACEY, 2006).

Essa adoção da abordagem descontextualizada e dos valores do progresso tecnológico que a subjazem tem a ver com os três mitos já descritos, mas também com a *certeza científica*. Essa categoria também apareceu na compreensão dos professores entrevistados por Auler (2002) sobre os modelos de decisões sobre assuntos científico-tecnológicos, dando força para a consolidação de um modelo de decisões tecnocráticas. A certeza científica se apresentou como uma das categorias de maior importância. Ela não só legitima a adoção das culturas transgênicas como conduz ao silenciamento de alternativas e críticas.

Por falar em legitimação, os professores legitimam os transgênicos por critérios de eficácia e pela medição de riscos diretos. A eficácia está relacionada com a justificativa de uma escolha como acertada. Nesse caso, a eficácia é suportada pela certeza científica e a eficiência econômica dos transgênicos: eles produzem mais, com mais qualidade e menor custo. Mais uma vez, ressalta-se que o foco da legitimação pela eficácia é uma característica da tecnociência, que ignora outros critérios para legitimar uma inovação, como os desdobramentos socioeconômicos, os riscos indiretos e em longo prazo, etc., enfim, suprime ou ignora a necessária discussão de valores éticos (LACEY, 2008).

Os valores éticos são articulados por palavras, o que lhes permite servirem de base para juízos acerca do dever ou da legitimidade, servindo de critérios para escolhas de alternativas ou como padrão de referência. Existem discrepâncias entre os valores que as pessoas adotam/consideram como seus e os que praticam, devido aos condicionantes sociais e materiais. Entretanto, sustentar seus valores éticos requer um comprometimento com seus valores, uma intencionalidade na ação e na comunicação, um querer *ser* mais e *fazer* mais. Mesmo que as condições sociais e materiais não estejam disponíveis, pode-se engajar em um movimento que represente seus ideais. Sem a dimensão prática, de ação transformadora, a ética se resume a um discurso vazio, um discurso de recomendação e condenação; serve como “clube moral” para ressaltar os valores próprios e condenar os de

outrem. Quando é reduzida ao que é largamente aceito e já é consenso, a ética se funde com a visão moral hegemônica e imobiliza qualquer ação transformadora (LACEY, 2006).

O fato de os professores apresentarem concordâncias com esses valores nada mais é do que o resultado dos condicionamentos culturais e materiais, não refletidos criticamente. Tais fatos só reforçam a necessidade de discussão axiológica nas escolas, já que os valores éticos podem ser discutidos, interpretados e argumentados (LACEY, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As relações entre a Química e as Biotecnologias são fortes e amplas, como apresentadas e discutidas no Capítulo 1. Entretanto, elas ainda não estão consolidadas ou bem explicitadas no contexto educacional, conforme se procurou destacar nos capítulos 3 e 4. Tanto as produções científicas em periódicos nacionais, como as entrevistas semiestruturadas com os professores, indicaram que as biotecnologias ainda são pouco compreendidas e que as suas relações com o ensino de química — e de ciências no geral — ainda não foram suficientemente exploradas pelos químicos e educadores.

Os professores pautaram a compreensão das biotecnologias como processo produtivo, mas não mencionaram abertamente a contribuição da Química na situação. Apenas um professor ressaltou o “processo químico” na transformação dos materiais pelas biotecnologias. Na inserção das biotecnologias no ensino de química, as falas se pautaram mais nas abordagens metodológicas (multidisciplinaridade, experimentação) do que em relações conceituais. Nesse âmbito foram citadas a fermentação e cinética de reações, soluções, forças; biocombustíveis e físico-química e química orgânica; análise de composição alimentar e toxicologia. Percebeu-se que há pouco conhecimento das biotecnologias, o que dificultou estabelecer relações. Isso só reforça a necessidade de maior discussão da inserção das biotecnologias no ensino de química, com vista a esclarecer o seu entrosamento com as biotecnologias.

Todos reconheceram a importância de se trabalhar com o tema biotecnológico em aulas de química. Os argumentos se pautaram em compreensões ingênuas da formação para a sociedade e para tomada de decisão, reconhecendo a existência de riscos químicos, mas defendendo simplesmente a necessidade de conhecimento sobre eles para a prevenção pessoal. Nesse sentido, o professor PU2 apresentou uma compreensão enquadrada no paradigma de *responsabilidade individual*, atribuindo ao indivíduo a responsabilidade pela ação segura, obtida pela apreensão de conhecimento científico (químicos). Mas também se ressaltou a importância do conhecimento das biotecnologias para a formação profissional em consonância com as exigências mercadológicas atuais: trabalhador com conhecimento generalista e capaz de atuar em diversas atividades. Aqui fica clara a distinção das compreensões em funções dos contextos das escolas e dos objetivos educacionais: a primeira justificativa é da escola urbana, com alunos de contextos diversos e objetivando uma formação geral (que também englobe a profissional, mas que não se restrinja a ela); de outro lado, a justificativa da escola agrícola, que é

marcada pelo contexto da pobreza, é a da formação profissional dos alunos para que eles superem as suas limitações econômicas. Essas justificativas apresentam visões ingênuas sobre o papel da educação para a participação social ampla na tomada de decisões.

No entanto, os professores assumem não abordar as biotecnologias adequadamente, usando-a como exemplificação de conceitos científicos. Eles elencam suas dificuldades em quatro pontos: o contexto da comunidade e da escola; o desânimo do professor e a falta de conhecimento sobre o tema; a configuração do conhecimento biotecnológico; e as estruturas escolares. A essas dificuldades, foram percebidas também possibilidades de superação dentro das falas dos professores, respectivamente: abordagens contextualizadas e freireanas; formação de professores; abordagens multi ou interdisciplinares; e ousadia do professor.

Suas percepções de risco biotecnológico tiveram pouca influência contextual. Ambos assumem a segurança dos alimentos transgênicos com base na *certeza científica*. A diferença está em considerar a eficácia dos transgênicos de formas levemente diferenciadas: professores da escola urbana a enxergam principalmente pela questão alimentar, defendendo os transgênicos pela sua eficiência produtiva e econômica. Já o professor da escola rural baseia seu argumento também da questão alimentar, mas ressalta a eficiência ambiental devido ao menor uso de agrotóxicos.

Um aspecto central na concepção dos professores sobre as biotecnologias é a *certeza científica*, a confiança na capacidade da ciência em prever e controlar riscos, gerando para a população inovações que representam o que há de melhor na solução de um problema. Esse argumento se revelou mais claramente nas falas sobre os riscos dos transgênicos e na tomada de decisão dos professores. Eles se pautavam na *certeza* para justificar a segurança dos OGMs e a sua necessidade, enquanto materialização de trabalho científico.

O mito da *certeza científica* parece perpassar todo o posicionamento pessoal e pedagógico dos professores com relação ao tema. O fato de a biotecnologia estar pouco presente nas aulas de química pode também decorrer da desconsideração, por parte dos professores, dos OGMs como um problema. Uma vez que acreditam na capacidade científica em propor, avaliar e decidir sobre as situações, não veem por que discutir o assunto em seu cotidiano ou mesmo em suas aulas. A *certeza*, nesse caso, junta-se com o contexto local de alta produção agrícola transgênica, de poder dos latifundiários produtores de soja, para produzir condições de silenciamento dos sujeitos, sejam eles alunos ou professores.

Essa *certeza científica* e o silenciamento que ela repercute estruturam um ambiente altamente tecnocrático. Os sujeitos não veem sobre o que

decidir, pois: 1) a decisão parece se pautar num jogo entre malefícios e benefícios dos transgênicos; e 2), para eles não há um problema (malefício), pois a ciência já o teria avaliado em todos os âmbitos e tempos possíveis. Então, se está liberado o plantio e consumo dos transgênicos é por que houve embasamento científico na decisão do governo, “comprovando” a inexistência, ou apenas **não** “comprovando” a existência, de riscos. Assim, o cidadão (aluno ou professor) se exime da responsabilidade de decisão, transferindo-a para a ciência e tecnologia e não decidindo, pois para ele não há mesmo sobre o que decidir.

A ideia de *certeza científica* está imbuída da noção de *nenhuma alternativa*. A crença na ciência torna toda inovação científica a melhor (ou única) opção disponível para solucionar um problema. Nesse sentido, a tomada de decisão se restringiria a escolha entre os malefícios e benefícios das opções científicas já disponíveis. Ou seja, a escola mostraria as opções (científicas já existentes) e suas qualidades e limitações e restaria ao sujeito, individualmente, escolher entre as opções que lhe convém — como a escolha de um alimento no mercado, a ação segura dentro de uma indústria química ou a decisão sobre outras alternativas tecnocientíficas já produzidas. Não se discute sobre alternativas que ainda *podem ser*, que poderiam ser produzidas, mas que são negadas. Assim, nessa visão de ciência certa, a liberdade se torna individualismo, pois junto com a falta de alternativas se cria a ideia de que não há pelo que lutar, que não há opções que podem ser legítimas. Restaria, então, a aceitação e mera escolha entre o que já é posto. Aqui, nota-se como o individualismo é um dos valores do progresso tecnológico, derivado da pressuposição da legitimidade da inovação científico-tecnológica.

Cabe ressaltar, que a tomada de decisão não se restringe à análise de benefícios-malefícios-custo de uma inovação. A inovação só deveria ser legitimada, escolhida, quando pensado sobre a sua real necessidade, quando alternativas fossem levantadas e quando as opções fossem pesquisadas sistematicamente quanto aos seus riscos e eficácia. Decidir dentro de uma perspectiva democrática, portanto, é participar na identificação de um problema e na discussão dos critérios, do campo de alternativas e da reivindicação de pesquisas científicas (em variadas abordagens axiológicas) para as opções disponíveis.

Que não se interprete, todavia, os resultados e interpretações aqui realizados como culpa dos professores, como falta individual deles. A certeza científica e o silenciamento com relação às biotecnologias podem ser notadas, por exemplo, na grande mídia que trata o tema de forma sensacionalista e ufanista, recorrendo à validação “científica”, mas ignorando as repercussões sociais (cf. Capítulo 3). Esses mitos podem

influenciar também na ausência das biotecnologias nos cursos superiores e médios de química, bem como nas exarças pesquisas em ensino de ciência sobre o tema, o que significaria uma formação de professores que não enfatiza a inclusão da discussão das biotecnologias. O próprio livro didático adotado traz as biotecnologias como conhecimentos prontos e consensuais; não abre espaço para o dissenso, contribuído para a ideia de uma ciência baseada na certeza. Assim, pode-se ter ideia de que as compreensões aqui levantadas são elementos que denunciam/repercutem uma atmosfera social e que precisam ser problematizadas. Entretanto, sua superação só se dará de forma coletiva e abrangente, englobando uma mudança conceitual, mas também social.

Mesmo com as dificuldades de extrapolação dos dados em pesquisas qualitativas e nas ciências sociais aplicadas, bem como a limitada amostra dessa pesquisa, entende-se que os problemas aqui discutidos são significativos e pertinentes também a outros contextos, devido à expansão das biotecnologias e os seus valores de dominação e tecnocracia. Alguns desafios correlacionados entre si que surgem e parecem importantes de serem inseridos da formação (inicial ou permanente) de professores, a fim de transformar a escola e a realidade social em geral, são:

- ▲ Visões míticas da CT, manifestada pela:
 - △ Certeza científica;
 - △ Falta de alternativas às inovações científico-tecnológicas.
- ▲ Valores antidemocráticos, com os seguintes pressupostos:
 - △ Individualismo;
 - △ O avanço tecnológico é indispensável ao desenvolvimento;
 - △ Para qualquer problema há uma solução tecnológica;
 - △ A valorização do controle da natureza pelo homem como um valor universal e racional, não havendo alternativas para a dominação do natural;
 - △ Os objetos naturais em si mesmos não possuem valores, mas ganham valoração (*e.g.*, bom e mau) na ação humana.

Assim, esta dissertação aponta para a necessidade de uma educação para a democratização dos processos de tomada de decisão. Defende-se a educação dialógica-problematizadora de Freire como meio de abordar os temas sociais relevantes, geralmente controversos, pelo desvelamento dos problemas sociais e as relações entre parte e todo, local e global, indivíduo e coletivo. Esse referencial foi escolhido por ressaltar na educação o seu viés político e objetivar a autonomia e a transformação social.

Nessa concepção de educação, o diálogo sobre a realidade tem o intuito de se distanciar das situações, para analisá-las criticamente, a fim de transformá-las. Logo, ela pode contribuir para a superação dessas visões

míticas e de valores antidemocráticos, ao possibilitar a visualização das relações entre eles e as estruturas sociais vigentes. Para tanto, não se pode restringir-se ao ensino-aprendizagem de conceitos, mas deve-se abranger para a discussão dos valores da sociedade atual e da atividade científica. Nesta pesquisa, indicou-se a discussão dos paradigmas da gestão do risco como um conteúdo químico que permite a argumentação axiológica sobre os transgênicos, possibilitando um conteúdo para o ensino de química que possa contribuir para a educação para a tomada de decisão, criticando-se as formas tecnocráticas de abordar o risco e promovendo a abordagem que envolve o princípio da precaução como princípio ético da atividade científica e social.

Não se pretende, com este trabalho, apresentar receitas prontas para a inserção das biotecnologias no ensino de química, nem que o tema se restrinja à essa disciplina específica. Tentou-se pensar, no entanto, em elementos que compusessem um conteúdo para a prática interdisciplinar das biotecnologias por meio da discussão axiológica. Entende-se também a limitação da pesquisa enquanto uma situação gnosiológica, ou seja, de diálogo sobre o mundo entre seres, principalmente pela falta de uma investigação temática prévia e pelo contato curto com os professores. Entretanto, a pesquisa traz avanços que contribuem para a discussão e o ensino de controvérsias sociocientíficas no ensino médio e, embora as biotecnologias (ou os transgênicos) não possam ser efetivamente chamados de temas geradores, as discussões aqui realizadas podem servir de temas dobradiças e contribuir para desvelar outras relações em temas como a fome no mundo, o êxodo rural, a reforma agrária, riscos ambientais, entre outros.

REFERÊNCIAS

ABRANGE. Informativo de Mercado. **Área Plantada de Soja no Brasil**. Associação Brasileira de Produtos Não Geneticamente Modificados. São Paulo, p. 2. 2011.

ABRATES. Soja Convencional pode se Tornar Nicho de Mercado. **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, 2012. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/portal/edicoes-abrates-em-foco/8-edicao-002/381-soja-convencional-pode-se-tornar-nicho-de-mercado>>. Acesso em: 10 dez 2012.

ABREU, R. G. D.; GOMES, M. M. D.; LOPES, A. C. Contextualização e Tecnologias em Livros Didáticos de Biologia e Química. **Investigações e Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.

AIROLDI, C. Química Inorgânica ou Química da Vida? **Química Nova**, v. 17, n. 2, p. 175-181, 1994.

AKKARI, A. J. Desigualdades educativas no Brasil: este estado, privatização e descentralização. **Educação & Sociedade**, v. 22, n. 74, p. 163-189, abr. 2001.

ALLAIN, J. M.; NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. A Formação de Representações Sociais de Transgênicos: a importância da exposição científica. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 25, n. 4, p. 519-530, out.-dez. 2009.

ALVES, O. L. Contribuição à organização da pesquisa em química e os desafios da interação com outras áreas do conhecimento. [Suplemento]. **Química Nova**, v. 28, p. S44-S47, 2005.

AMORIM, A. C. R. D. Biologia, Tecnologia e Inovação no Currículo do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 61-80, 1998.

ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. Green Chemistry: an overview. In: _____. **Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment**. Washington: ACS, 1996. Cap. 1, p. 1-17.

ANDRADE, J. B. D. *et al.* A Formação do Químico. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 358-362, 2004.

ANDRIANANTOANDRO, E. *et al.* Synthetic biology: new engineering rules for an emerging discipline. **Molecular Systems Biology**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2006.

AQUINO NETO, F. R. Análise de Resíduos e Qualidade de Vida. **Química Nova**, v. 18, n. 6, p. 597-602, 1995.

ARANTES, V.; MILAGRES, A. M. F. Relevância de compostos de baixa massa molar produzidos por fungos e envolvidos na biodegradação de madeira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1586-1595, 2009.

ARAÚJO, M. H. *et al.* O Estímulo ao Empreendedorismo nos Cursos de Química: formando químicos empreendedores. **Química Nova**, v. 28, p. S18-S25, 2005.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2002.

_____. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-20, nov. 2007.

_____. Novos Caminhos para a Educação CTS: ampliando a participação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 4. **Anais eletrônicos...** Curitiba: UTFPR, 2011. Disponível em: <<http://www.esocite.org.br/eventos/tecsoc2011/cd-anais/arquivos/pdfs/artigos/gt003-novoscaminhos.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1-13, jun. 2001.

_____. Ciência-Tecnologia-Sociedade: Relações Estabelecidas por professores de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA-ENPEC, 4. **Ata eletrônica...** Bauru: APRAPEC, 2003. Disponível em:

<<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL051.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Las Revoluciones CTS en la Educación Científica**, p. 1-7, 2006.

AYDOS, M. C. R.; ZUNINO, A. V. Prática de Ensino de Química: uma experiência educacional dialógica. **Química Nova**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 172-174, 1994.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: OEI, 2003.

BBC BRASIL. Conheça 10 transgênicos que já estão na cadeia alimentar. **UOL Notícias: Saúde**, 08 fev. 2013. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/bbc/2013/02/08/conheca-10-transgenicos-que-ja-estao-na-cadeia-alimentar.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

BELÉM, M. A. F. *et al.* Equivalência Substancial da composição de alimentos derivados de plantas geneticamente modificadas (PGM). **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 3, n. 14, p. 140-149, mai.-jun. 2000.

BORÉM, A.; GIÚDICE, M. D. (Eds.). **Biotecnologia e Meio Ambiente**. Viçosa: UFV, 2008.

BRASIL. Casa Civil. Decreto nº. 4680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Diário Oficial da União**, 2003; 25 abr.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006.

_____. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Distribuição do Livro**, 2011. Disponível em:

<http://www.fnde.gov.br/pls/simad_fnde/!simad_fnde.sisadweb_1_pc>. Acesso em: 15 ago. 2012.

BRASIL. Protocolo de cartagena sobre biossegurança da convenção sobre diversidade biológica. **DECRETO Nº 5.705**, de 16 de fevereiro de 2006.

BRAZ FILHO, R. Contribuição da Fitoquímica para o Desenvolvimento de um País Emergente. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 229-239, 2010.

BRUNET, S.; DELVENNE, P.; JORIS, G. O princípio da precaução como uma ferramenta estratégica para redesenhar a (sub)política: compreensão e perspectivas da ciência política de língua Francesa. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, 2011.

BUENO, W. C. As sementes da discórdia. A cobertura dos transgênicos por seis jornais brasileiros. **Portal do Jornalismo Científico**, 2001. Disponível em: <<http://www.jornalismocientifico.com.br/jornalismocientifico/pesquisas/pesquisa1.htm>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

CARVALHO, H. G. Aspectos da História da Química em Pernambuco de 1935 a 1945. **Química Nova**, v. 18, n. 3, p. 309-312, 1995.

CARVALHO, J. C. Q. D.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas Concepções de Alunos do Ensino Médio a Respeito das Proteínas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 4, p. 897-912, 2012.

CASTRO, L. A. B.; PRESCOTT, E. O Impacto do PADCT na Química e Engenharia Química. **Química Nova**, v. 20, n. Especial, p. 15-22, 1997.

CAVANAGH, H.; HOOD, J.; WILKINSON, J. Riverina High School students' views of biotechnology. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaiso, v. 8, n. 2, p. 121-127, ago. 2005.

COELHO, J. C. **A chuva ácida na perspectiva de Tema Social: um estudo com professores de Química em Criciúma (SC)**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) — Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 174 fls., 2005.

COELHO, J. C.; MARQUES, C.A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 09, p. 1-17, 2007

CORREIA, C. R. D.; COSTA, P. R. R.; FERREIRA, V. F. Vinte e Cinco anos de Reações, Estratégias e Metodologias em Química Orgânica. **Química Nova**, v. 25, p. 82-89, 2002.

CRAWLEY, M. J. *et al.* Ecology of transgenic oilseed rape in natural habitats. **Nature**, v. 363, p. 620-623, jun. 1993.

CTNBIO. CTNBio. **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**, 2013. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/2.html>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

DARCIN, E. S.; TÜRKMEN, L. A study of prospective Turkish science teachers' knowledge at the popular biotechnological issues. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, 7, n. 2, dez. 2006. 1-13.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. Dissertação de mestrado - (Instituto de Física e Faculdade de Educação) Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, p. 292. 1982.

_____. **Conhecimento, Tensões e Transições**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 218. 1991.

_____. A Proposta de Interdisciplinaridade e o seu Impacto no Ensino Municipal de 1º Grau. In: PONTUSCHKA, N. N.; (ORG.) **Ousadia no Diálogo**. São Paulo: Edições Loyola, 1993. Cap. 1, p. 9-15.

_____; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 247-273, nov. 2011.

DELIZOICOV, N. C. **O professor de ciencias naturais e o livro didatico**. Dissertação de mestrado - (Programa de Pós-Graduação em Educação) Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, p. 159. 1995.

DING, G. K. C. Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, v. 86, n. 3, p. 451–464, fev. 2008.

DINON, A. Z. *et al.* Monitoring of GMO in Brazilian processed meat and soy-based products from 2007 to 2008, **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 3, p. 226–229, maio 2010.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja. Região Central do Brasil 2004. **A Soja no Brasil**, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/>>. Acesso em: 26 nov 2012.

ENDE, J. V. D. *et al.* Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit. **Technological Forecasting and Social Change**, Nova Iorque, v. 58, p. 5-21, 1998.

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa Qualitativa em Educação**. Porto Alegre: AMGH, 2012.

EVANS, A.; STREZOV, V.; EVANS, T. J. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 5, p. 1082–1088, jun. 2009.

EWALD, F. Lâretour du malingénie. Esquised ‘unephilosophie de la precaution. In: GODARD, O. **Le principe de precaution**, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, 1997, p 99-128.

FALJONI-ALARIO, A. Carta ao Editor - Proposta de Diretrizes Curriculares dos Cursos Superiores de Química das Universidades Públicas Paulistas. **Química Nova**, v. 21, n. 5, p. 674-680, 1998.

FAO/OMS. **Joint FAO/WHO Expert Consultation on Biotechnology and Food Safety**. FAO Food and Nutrition Paper, n. 61. Roma, p. 31. 1996.

FELTRE, R. **Química: Química Orgânica**. 6ª Ed. São Paulo: Moderna, 2004a. 3 v.

_____. **Química: Química Geral**. 6ª Ed. São Paulo: Moderna, 2004b. 1 v.

FELTRE, R. **Química: Físico-química**. 6ª Ed. São Paulo: Moderna, 2004c. 2 v.

FIFE-SHAW, C.; ROWE, G. Public perceptions of everyday food hazards: a psychometric approach. **Risk Anal.**, v. 16, p. 487-500, 1996.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. D. Concepções de Professores de Química sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas Inter-relações: um Estudo Preliminar para o Desenvolvimento de Abordagens CTS em Sala de Aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FLEISCHER, T.; GRUNWALD, A. Making nanotechnology developments sustainable. A role for technology assessment? **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 8-9, p. 889–898, maio-jun. 2008.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FURNIVAL, A. C.; PINHEIRO, S. M. A percepção pública da informação sobre os potenciais riscos dos transgênicos na cadeia alimentar. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos vol.15 no.2 Rio de Janeiro Apr./June 2008**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 227-291, abr.-jun. 2008.

GALVÃO, F. Cidades brasileiras registram alta em índice de desenvolvimento da ONU. **Jornal da Globo**, 29 jul. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2013/07/cidades-brasileiras-registram-alta-em-indice-de-desenvolvimento-da-onu.html>>. Acesso em: 30 jul. 30.

GALVÃO, A. (Ed.). **Relatório de Biotecnologia**. CÉLERES, 6 de agosto de 2012, 7 p.

GARCIA, J. F. *et al.* **Avaliação de Publicação de Trabalho Experimental em Caráter de Urgência**. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Brasília, p. 10. 2012.

GARRIC, A. Monsanto recule sur les OGM en Europe. **Le Monde. Planète**, 18 jul. 2013. Disponível em: <http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/07/18/monsanto-recule-sur-les-ogm-en-europe_3449307_3244.html>. Acesso em: 26 jul. 2013.

GILDING, M.; PICKERING, J. 'May contain traces of biotech': (re)defining the biotechnology field in Australia. In: **The Australian Sociological Association Conference** (TASA 2011), Newcastle, Australia, 29 nov. - 01 dec. 2011. Disponível em: http://researchbank.swinburne.edu.au/vital/access/manager/Repository/swin:25368?expert=tm_creator%3A%22Pickering%2CJanine%22. Acesso em: 28 mar. 2014.

GRILO, M. L. T.; MAGALHÃES, P. J. Glossário de Termos Usados em Biotecnologia. **Química Nova**, v. 17, n. 4, p. 342-353, 1994.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, M. S.; SCHMIDT, W. Agriculture, biodiversity, and appropriate biotechnologies in Brazil. **Ciência e Cultura** (SBPC), v. 50, p. 406-416, 1998.

HAMMERSCHMIDT, D. O risco na sociedade contemporânea e o princípio da precaução no direito ambiental. **Revista Sequência**, n. 45, p. 97-122, dez. de 2002.

HARMS, U. Biotechnology Education in Schools. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaiso, v. 5, n. 3, 2002.

HUDLICKY, T. Environmentally Efficient Management of Aromatic Compounds. In: ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. **Green Chemistry: designing chemistry for the environment**. Washington: ACS, 1996. p. 180-197.

HUNSCHE, S. **Professor "fazedor" de currículos: desafios no estágio curricular supervisionado em física**. Dissertação de mestrado - (Programa de Pós Graduação em Educação) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, p. 96. 2010.

IBGE. Séries Histórica e Estatísticas. População residente. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2011. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=10&op=0&vcodigo=P D335&t=populacao-residente>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

IBGE. Indicadores IBGE. Estatística da Produção Agrícola. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [S.l.], p. 80. 2012.

IBOPE. Pesquisa de Opinião Pública sobre Transgênicos. **Greenpeace**, p. 27, 2001. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/PageFiles/4723/pesquisaIBOPE_agosto2001.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2013.

_____. Pesquisa de Opinião Pública sobre Transgênicos. **Greenpeace**, p. 23, 2003. Disponível em: <http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/pesquisaIBOPE_2003.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2013.

IDEC. **Transgênicos: abra os olhos e feche a boca para os transgênicos.** [S.l.]: Consumers International, 2010.

_____. O que é. **Instituto de Defesa do Consumidor**, 2013. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/o-idec/o-que-e>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

INEP. IDEB - Resultados e Metas. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**, 2009. Disponível em: <<http://sistemasideb.inep.gov.br/resultado/>>. Acesso em: 31 ago. 2013.

_____. Data Escola Brasil. **INEP**, 2012a. Disponível em: <<http://www.dataescolabrasil.inep.gov.br/dataEscolaBrasil/home.seam>>. Acesso em: 31 ago. 2013.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Proficiências Médias por Área do Conhecimento no Enem, por Escola. **ENEM**, 2012b. Disponível em: <<http://sistemasenem2.inep.gov.br/enemMediasEscola/>>. Acesso em: 16 mar. 2013.

ISAAA. ISAAA Brief 44-2012: Executive Summary. **International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications**, 2012. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/default.asp>>. Acesso em: 26 jul. 2013.

IUPAC. Compendium of Chemical Terminology. Biotechnology. **Gold Book**, 1997. Disponível em: <<http://goldbook.iupac.org/B00666.html>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

JORNAL AGORA MS. Produtores de MS cautelosos com nova tecnologia da soja. **Jornal Agora MS**, 2012. Disponível em: <http://www.agorams.com.br/jornal/2012/04/produtores-de-ms-cautelosos-com-nova-tecnologia-da-soja/> Acesso em: 26 nov. 2012.

KENNEDY, P. **Preparando para o Século XXI**. Rio de Janeiro : Campus, 1993.

KLEIN, T. A. D. S. **Perspectiva Semiótica sobre o Uso de Imagens na Aprendizagem Significativa do Conceito de Biotecnologia por Alunos do Ensino Médio**. Tese de Doutorado - (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Universidade Estadual de Londrina. Londrina, p. 201. 2011.

_____; LABURÚ, C. E. Multimodos de Representação e Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 137-152, ago-nov. 2012.

KOLSTO, S. D. Student's argumentation: knowledge, values and decisions. In: ESERA CONFERENCE, 4. **Anais eletrônicos...** Tessalônica: ESERA, 2001. Disponível em: <http://folk.uib.no/pprsk/Dankert/Articles/01Proceedings_ESREA_DMmodels.rtf>. Acesso em: 21 ago. 2013.

LACEY, H. Assessing the value of transgenic crops. **Science and Engineering Ethics**, v. 8, n. 4, p. 497-511, 2002.

_____. **A Controvérsia sobre os Transgênicos**. Aparecida, SP: Idéias & Letras, 2006.

_____. O princípio de precaução e a autonomia da ciência. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 373-92, 2006.

_____. Crescimento econômico, meio-ambiente e sustentabilidade social: a responsabilidade dos cientistas e a questão dos transgênicos. In: Dupas, G. (Org.). **Meio-ambiente e crescimento econômico: tensões estruturais**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. p. 91–130.

LATOUCHE, S. In: NACIMENTO, P. L. E. E. P. D. **Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade.** Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

LEGEY, A. P.; JURBERG, C.; COUTINHO, C. M. L. M. Educação Científica na Mídia Impressa Brasileira: avaliação da divulgação de biologia celular em jornais e revistas selecionados. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 35-52, nov. 2009.

LEVINSON, R. A Theory of Curricular Approaches to the Teaching of Socio-Scientific Issues. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 133-151, mar. 2008.

LEVIDOW, L. Precautionary Uncertainty: Regulating GM Crops in Europe. **Social Studies of Science**, v. 31, n. 6, p. 842-874, dez. 2001.

LEWGOY, F. A voz dos cientistas críticos. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, jul./out. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702000000300019&lang=pt>. Acesso em: 26 jul. 2013.

LINDEMANN, R. H. *et al.* Biocombustíveis e o ensino de Ciências: compreensões de professores que fazem pesquisa na escola. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 342-358, 2009.

LOFSTEDT, R. E. The Precautionary Principle. **Trans IChemE**, V. 81, Part B, p. 36-43, jan. 2003.

LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J. C. **Livros Didáticos: Mais que uma simples escolha, uma decisão que pode orientar os trabalhos em sala de aula.** Área de Educação Química – UFRGS. Porto Alegre, p. 14. 1995.

_____; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, ago. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000400018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 set. 2013.

LOPES, A. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química — I: obstáculos animistas e realistas. **Química Nova**, São Paulo, v.15, n.3, p.254-261, 1992.

LOSEY, J. E.; RAYOR, L. S.; CARTER, M. E. Transgenic pollen harms monarch larvae. **Nature**, v. 399, n. 214, 1999.

LUCHESE, C. U. **Considerações sobre o Princípio da Precaução**. São Paulo: SRS Editora, 2011.

MACHADO, A. A. S. C. Da Gênese do Termo Química Verde às Colorações Discrepantes da Química e da Biotecnologia. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, v. 108, n. 43, 2008. Disponível em: <http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ_108_043_09.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2013.

MAIA, J. D. O. *et al.* O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 115-124, maio 2011.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia: Fundamentos**. Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, v. 1, 2012.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Environmental Sustainability: implications and limitations to Green Chemistry. **Foundations of Chemistry**, p. 1-23, publicado online em 27 abr. 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10698-013-9189-x#>>. Acesso em: 24 jul. 2013.

MATO GROSSO DO SUL. **Referencial Curricular do Ensino Médio**. Campo Grande: SED, 2002.

_____. Secretaria de Estado de Educação. **Matrícula por Etapa e Ano de Ensino**. Rede Estadual, Campo Grande, p. 6, 2011. Disponível em: <<http://www.sed.ms.gov.br/control/ShowFile.php?id=101343>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

MCLUHAN, M. **Os Meios de Comunicação: como extensão do homem (understanding media)**. São Paulo: Cultrix, 1971.

MENASCHE, R. Os grãos da discórdia e o trabalho da mídia. **Opinião Pública**, Campinas, v. 11, n. 1, mar. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-62762005000100007&script=sci_arttext>. Acesso em: 26 jul. 2013.

MENEGATTI, A. L. A. **Custo de Produção para Soja Convencional e Transgênica a Luz das Metodologias Utilizadas pelos Órgãos Públicos no Brasil e nos Estados Unidos**: um estudo para o Mato Grosso do Sul. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros/Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 124. 2006.

MENESTRINA, T. C. Representações Sociais de Professores Engenheiros e as Concepções de Ciência, Tecnologia e Socienda. **Revista Udesc Virtu@I**, v. 1, n. 2, p. 1-11, 2008.

MILLER, H. I. Substantial equivalence: its uses and abuses. **Nature Biotechnology**, v. 17, p. 1042-1043, nov. 1999.

_____; HUTTNER, S. L.; BEACHY, R. Risk Assessment Experiments for "Genetically Modified" Plants. **Bio/Technology**, v. 11, p. 1323-1324, nov. 1993.

MILLSTONE, E.; BRUNNER, E.; MAYER, S. Beyond 'substantial equivalence'. **Nature**, v. 401, p. 525-526, out. 1999.

MIRON, M. V. G.; CAVALCANTI, F. D. C. B.; WONGTSCHOWSKI, P. Inovação Tecnológica e Produção no Setor Químico. [Suplemento]. **Química Nova**, v. 28, p. S86-S90, 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. C. **Análise Textual Discursiva**. 2ª. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

MORIN, E. **Os Setes Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 9ª. ed. Brasília: UNESCO, 2004.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O Texto de Genética no Livro Didático de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 255-278, 2005.

NASCIMENTO, T. G.; REZENDE JUNIOR, M. F. A Produção sobre Divulgação Científica na Área de Educação em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 97-120, 2010.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar. **Revista de Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 105-116, jan.-mar. 2003.

ONU. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, p. 4. 1992.

OECD. **Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology**. Paris. 1993.

PACEY, A. **La Cultura de la Tecnología**. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PAIVA, H. N. Estatística Aplicada à Tomada de Decisão. **Contexto Itaboraí**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 41-48, dez. 2009.

PENDRACINI, V. D. *et al.* Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 1, p. 135-146, 2008.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. Significações e Realidade: Conhecimento. In: PONTUSCHKA, N. N. **Ousadia no Diálogo**. São Paulo: Edições Loyola, 1993. Cap. 4, p. 67-92.

PETERSON, R. K. D. Public Perceptions of Agricultural Biotechnology and Pesticides: Recent understandings and implications for risk communication. **American Entomologist**, v. 46, n. 1, p. 8-16, primavera 2000.

PETERSON, R. K. D.; HIGLEY, L. G. Communicating pesticides risks. **American Entomology**, v. 39, p. 209-211, 1993.

PEREIRA, M. L.; RODRIGUES, M. L. A Identidade do Estado de Mato Grosso do Sul: uma questão polêmica. **Web-Revista DISCURSIVIDADE Estudos Linguísticos**, n. 2, p. 1-20, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.uems.br/na/discursividade/Arquivos/edicao02/pdf/Marly%20L>

ima%20Pereira%20e%20Marlon%20Leal%20Rodrigues.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

PINTO, A. C. *et al.* Recursos humanos para novos cenários. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 567-570, 2009.

_____. Química sem Fronteiras. **Química Nova**, v. 35, n. 10, p. 2092-2097, 2012.

PONTUSCHKA, N. N. (Ed.). **Ousadia no Diálogo**. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

PRADO, A. G. S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, set.-out. 2003.

RAMÓN, D.; DIAMANTE, A.; CALVO, M. D. Food Biotechnology and Education. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v. 11, n. 5, p. 1-5, 2008.

REIS, M. I. P. *et al.* δ -Gliconolactona em Síntese Orgânica. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 4, p. 248-274, out. 2011.

REIS, P. R. **O "Admirável Mundo Novo" em Discussão**. Lisboa: Da escola para a escola, 2003.

_____. Os Temas Controversos na Educação. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 125-140, 2007.

_____; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

RIBEIRO, I. G.; MARIN, V. A. A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, fev. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 jul. 2013.

ROHRACHER, H. Managing the Technological Transition to Sustainable Construction of Buildings: A Socio-Technical Perspective. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 13, n. 1, p. 137-150, 2001.

SADLER, T. D. (Ed.). **Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research**. London: Springer, 2011.

SALA DE TECNOLOGIA JM. Histórico da Escola Joaquim Murtinho. **Escola Estadual Joaquim Murtinho**, 2011. Disponível em: <<http://joaquim-murtinho.blogspot.com.br/2011/02/historico-da-escola-joaquim-murtinho.html>>. Acesso em: 1 set. 2013.

SANTOS, T. C.; MERÇON, F. Análise do Tema Reciclagem em Livros Didáticos de Química. In: ENPEC, 8. **Anais eletrônicos**. Campinas: UNICAMP, v. 8., 2011.

SANTOS, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 3, jun. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000300034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 ago. 2013.

_____; MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-11, 2001.

_____; _____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

_____; _____. Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID214/v14_n2_a2009.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2014.

_____; _____. SCOTT, P. H. 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. 14-27, 2001.

SCHOT, J.; RIP, A. The Past and Future of Constructive Assessment. **Technological Forecasting and Social Change**, Nova Iorque, v. 54, p. 251-268, 1996.

SEHN. **Wingspread Statement on the Precautionary**

Principle. Wingspread Conference Center: Wisconsin, 1998. Disponível em: <<http://www.sehn.org/wing.html>>. Acesso em: 04 out. 2013.

SÉRALINI, G. E. *et al.* Long Term Toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerante genetically modified maize. **Food Chem. Toxicology**, set 2012.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Teses e Dissertações em Ensino de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 275-296, 2010.

SLOVIC, P. Perception of Risk. **Science**, v. 236, p. 280-285, abr. 1987.

SOETE, L. (Constructive) Technology Assessment: an economic perspective. In: RIP, A.; MISA, T. J.; SCHOT, J. **Managing Technology in Society: The Approach os Constructive Technology Assessment**. Londres: Pinter, 1995. p. 37-47.

SORGO, A.; AMBROZIC-DOLINSEK, J. The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organism (GMOs) among Slovenian teachers. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v. 12, n. 3, p. 1-13, out. 2009.

SOUZA, A. F.; FARIAS, G. B. Percepção do Conhecimento dos Alunos do Ensino Médio sobre Transgênicos: Concepções que Influenciam na Tomada de Decisões. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, p. 21-32, 2011.

SPARKS, P.; SHEPHERD, R. Public Perceptions of the potencial hazards asociated with food production and food consumption: an empirical study. **Risk Analysis**, v. 14, p. 799-806, 1994.

STEWART, T. J. A Critical Survey on the Status of Multiple Criteria Decision Making Theory and Practice. **OMEGA - Int. J. of Mgmt. Sci.**, v. 20, n. 5/6, p. 569-586, 1992.

SUL 21. Brasil será o maior produtor de soja do mundo na safra 2012/13. **Sul 21**, 2012. Disponível em: <<http://www.sul21.com.br/jornal/2012/10/brasil-sera-o-maior-produtor-de-soja-do-mundo-na-safra-201213/>>. Acesso em: 29 mar 2013.

TERRAZAN, E. A. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. Textos de Palestras e Sessões Temáticas. In: MARIA JOSÉ P. M. DE ALMEIDA, H. C. D. S. **Textos e palestras e sessões temáticas**: III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino de Ciências. Campinas: Gráfica FE/UNICAMP, 2000.

THE COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES.
Recommendations concerning the scientific aspects of information necessary to support applications for the placing on the market of novel foods and novel food ingredients. **Official Journal of the European Communities**, Bruxelas, 16 set. 1997. L 253/1-36.

THIEMANN, O. H. A Descoberta da Estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. **Química Nova na Escola**, n. 17, maio 2003.

THORNTON, J. Beyond Risk: An Ecological Paradigm to Prevent Global Chemical Pollution. **Risk Assessment and Global Pollution**, v. 6, n. 3, p. 318-330, out.-dez. 2000.

_____. Implementing green chemistry. **Pure and Applied Chemistry**, v. 73, n. 8, p. 1231-1236, 2001.

TIEDJE, J. M. *et al.* The planned introduction of genetically engineered organisms — Ecological considerations and recommendations. **Ecology**, v. 70, n. 2, p. 298-315, 1989.

TOGNOLLI, C. **A Falácia Genética**: a ideologia do DNA na imprensa. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

TORRESI, S. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. O que é Sustentabilidade? [Editorial]. **Química Nova**, v. 33, n. 1, 2010.

VALENCOELA, M. **Escola Municipal Agrícola Governador Arnaldo Estevão de Figueiredo - Campo Grande-MS**. Campo Grande: [s.n.], 2013. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Lv8_gLS6J-E>. Acesso em: 31 ago. 2013.

VICTORINO, V. I. P. A revolução da biotecnologia - questões de sociabilidade. **Tempo Social**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 129-145, novembro 2000.

VIEGAS, A. Em 35 anos, produção de soja cresce quase 10 vezes e rebanho mais que dobra. **Agrodebate**, 2012. Disponível em: <http://www.agrodebate.com.br/_conteudo/2012/10/noticias/4524-em-35-anos-producao-de-soja-cresce-quase-10-vezes-e-rebanho-mais-que-dobra.html>. Acesso em: 25 nov. 2012.

VIEIRA, R. M.; MARTINS, I. P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, v. 6, n. 2, p. 101-121, dez. 2005.

VOHRA, F. C. An Overview of Biotechnology. In: MCINERNEY, J. D. (Ed.). **Teaching Biotechnology in Schools**. Paris, UNESCO, 1990. Cap. 1.

WEBSTER, L. C.; ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. Environmentally Benign Production of Commodity Chemicals Through Biotechnology. In: ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. **Green Chemistry: Designing chemistry for the environment**. Washington: ACS, 1996. p. 198-211.

XAVIER, M. C.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A introdução de conceitos de biologia molecular e biotecnologia no ensino de genética no nível médio. Um espaço para a Nova Biologia. In: NARDI, R.; BORGES, O. **Atas do 5º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**. Bauru: ABRAPEC, 2005. p. 1-12.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZECHENDORF, B. what the public thinks about biotechnology. **Bio/Technology**, v. 12, p. 870-875, set. 1994.

ZELENY, M. The Decision Process and its Stages. In: ZELENY, M. **Multiple Criteria Decision Making**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1982. Cap. 3, p. 84-95.

ZUCCO, C. Graduação em Química: avaliação, perspectivas e desafios. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 6, nov.-dez. 2007.

_____; PESSINE, F. B. T.; ANDRADE, J. B. D. Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química2. **Química Nova**, v. 22, n. 3, p. 454-461, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A — Artigos Analisados na Revisão de Literatura

ABREU, Rozana Gomes de; GOMES, Maria Margarida; LOPES, Alice Casimiro. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de Biologia e Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.

AMORIM, Antonio Carlos Rodrigues de. Biologia, Tecnologia e Inovação no Currículo do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 1, p. 61-80, 1998. Disponível em:
http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID38/v3_n1_a1998.pdf Acesso em: 27 ago. 2013.

ANDRADE, Jailson B. de et al . A formação do Químico. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 27, n. 2, abr. 2004 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000200033&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

AQUINO NETO, Francisco Radler de. O Quadrante de Ruetsap e a anti-ciência, tecnologia e inovação. **Química Nova**, São Paulo , v. 28, supl. Dec. 2005 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000300034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

ARAÚJO, Maria H. et al . O estímulo ao empreendedorismo nos cursos de química: formando químicos empreendedores. **Química Nova**, São Paulo , v. 28, supl. Dec. 2005 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000700005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

BARBOSA, Leila Cristina Aoyama; PIRES, Dario Xavier. O Uso da Fotografia como Recurso Didático para A Educação Ambiental: Uma Experiência em Busca da Educação Problematicadora. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, p. 69-84, 2011.

CARETTI, Luciana da Silva; ZUIN, Vânia Gomes. Análise das concepções de educação ambiental de livros paradidáticos pertencentes ao acervo do Programa Nacional Biblioteca da Escola 2008. **Pesquisa em Educação Ambiental**, vol. 5, n. 1, p. 141-169, 2010.

CARVALHO, Julio Cesar Queiroz de; COUTO, Sheila Gonçalves do; BOSSOLAN, Nelma Regina Segnini. Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. **Ciência & Educação** (Bauru), Bauru , v. 18, n. 4, 2012 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132012000400010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

CHAMIZO, José Antonio; IZQUIERDO, Mercè. Avaliação das competências de pensamento científico. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 4-8, fev. 2008.

CHAVES, Silvia Nogueira. História da Ciência Através do Cinema: dispositivo pedagógico na formação de professores de ciências. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.2, p.83-93, setembro 2012

CORREIA, Carlos Roque D.; COSTA, Paulo R. R.; FERREIRA, Vitor F.. Vinte e cinco anos de reações, estratégias e metodologias em Química Orgânica. **Química Nova**, São Paulo , v. 25, supl. 1, maio 2002. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

DELIZOICOV, Demétrio; AULER, Décio Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 247-273, nov. 2011.

FALJONI-ALARIO, Adelaide. Carta ao editor. **Química Nova**, São Paulo , v. 21, n. 5, out. 1998 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000500025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salete Linhares. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de química. **Química Nova**, São Paulo , v. 34, n. 2, 2011 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000200033&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

FIORUCCI, Antonio Rogério; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. A importância da vitamina C através dos tempos. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 3-7, maio 2003.

FLORIANI, Dimas. Educação ambiental e epistemologia: conhecimento e prática de fronteira ou uma disciplina a mais? **Pesquisa em Educação Ambiental**, vol. 4, n. 2, p. 191-202, 2009.

GOUVEIA-MATOS, João Augusto de Mello. Pasteur. **Química Nova na Escola**, n. 6, p. 20-22, Nov. 1997.

GUIDO, Lucia de Fátima Estevinho; BRUZZO, Cristina. O desenvolvimento sustentável nas imagens do Repórter Eco: o projeto Barú como modelo. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v.2, n.2, p. 153-172, 2007.

JAFELICCI JUNIOR, Miguel; VARANDA, Laudemir Carlos. O Mundo dos Colóides. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 9-13, maio 1999.

KLEIN, Tânia A. da Silva; LABURÚ, Carlos E. Multimodos de Representação e Teoria da Aprendizagem Significativa: Possíveis Interconexões na Construção do Conceito de Biotecnologia. **ENSAIO Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 137-152, ago.-nov. 2012.

LEGEY, Ana Paula; JURBERG, Cláudia; COUTINHO, Cláudia M. L. M. Educação Científica na Mídia Impressa Brasileira: avaliação da divulgação de biologia celular em jornais e revistas selecionados. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.3, p.35-52, nov. 2009.

LEVINSON, Ralph. A Theory of Curricular Approaches to the Teaching of Socio-Scientific Issues. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 133-151, mar. 2008.

LIMA, Cleiva Aguiar de; COPELLO, Maria Inés. Educação ambiental desde o enfoque ciência/tecnologia/sociedade (CTS) - um possível caminho. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v.2, n.2, p. 173-196, 2007.

LIMA, Kênio E. C. *et al.* Conflito ou Convergência? Percepções de Professores e Licenciandos sobre Ética no Uso de Animais no Ensino de Zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p.353-369, 2008.

LIMA, Renata de; FRACETO, Leonardo Fernandes. Abordagem química na extração de DNA de tomate. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 43-45, maio 2007.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; MARTINS, Isabel. O Texto de Genética no Livro Didático de Ciências: uma Análise Retórica Crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 255-278, 2005.

_____; REZENDE JUNIOR, Mikael Frank. A Produção sobre Divulgação Científica na Área de Educação em Ciências: Referenciais Teóricos e Principais Temáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 97-120, 2010.

OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta. Microrganismos? Sim, na Saúde e na Doença! Diminuindo distâncias entre universidade e escola pública. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 145-158, 2010.

PACHECO, Sabrina Moro Villela; DAMASIO, Felipe. Vanilina: Origem, Propriedades e Produção. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, p. 215-219, Nov. 2010.

PAREDES, GiulianaGionnaOlivi; GUIMARÃES, Orliney Maciel. Compreensões e Significados sobre o PIBID para a Melhoria da Formação de Professores de Biologia, Física e Química. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 266-277, p. 266-277, Nov. 2012.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana *et al.* Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação** (Bauru), Bauru , v. 14, n. 1, 2008 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132008000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

PEREIRA, Carmem Regina da Silva; BASSO, Nara Regina de Souza; BORGES, Regina Maria Rabello. Unidade de Aprendizagem Sobre

Citologia e Nanotecnologia: um Novo Olhar ao Século XXI. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 3, p. 7-17, dez. 2008.

PEREIRA, Fábio Delgado; HONÓRIO, Káthia M.; SANNOMIYA, Miriam. Nanotecnologia. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 73-77, maio 2010.

PINTO, Angelo C. *et al.* Recursos humanos para novos cenários. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

_____. Química sem fronteiras. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 10, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012001000034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

REIS, Pedro. Os temas controversos na educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 125-140, 2007.

_____; GALVÃO, Cecília. Controvérsias Sócio-Científicas e Prática Pedagógica de Jovens Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

ROCHA, Thiago Lopes *et al.* Comparative Analysis of Practical Classes in Cellular Biology for Undergraduate Biological Sciences Students. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 297-309, 2010.

SANTOS, Celênia Pereira; REIS, Iêda Nunes dos; MOREIRA, José Eduardo Borges; BRASILEIRO, Lilian Borges. Papel: como se fabrica? **Química Nova na Escola**, n. 14, p. 3-7, Nov. 2001.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Unidades Temáticas - Produção de Material Didático por Professores em Formação Inicial. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 01-11, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 3, June 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000300034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio .
Concepções sobre a Natureza da Ciência num Curso de Ciências
Biológicas: Imagens que Dificultam a Educação Científica. **Investigações
em Ensino de Ciências**, v.12, n. 2, p.157-181, 2007.

SILVA, Ricardo Oliveira. Cana de Mel, Sabor de Fel — Capitania de
Pernambuco. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2 , p. 90-94, maio 2010.

SLONGO, Iône Inês Pinsson; DELIZOICOV, Demétrio. Teses e
Dissertações em Ensino de Biologia: uma Análise Histórico-
epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 275-
296, 2010.

SOUZA, Aline Furtuozo de; FARIAS, Gilmar Beserra de. Percepção do
Conhecimento dos Alunos do Ensino Médio sobre Transgênicos:
Concepções que Influenciam na Tomada de Decisões. **Experiências em
Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, p. 21-32, 2011.

TAKAHASHI, Jaqueline A.; MARTINS, Polyana F. F.; QUADROS, Ana
L. Questões Tecnológicas permeando o Ensino de Química: o caso dos
transgênicos. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 3-7, ago. 2008.

TANCREDI, DaliaDiez de; CABALLERO, Concesa. Evolución de
significados del concepto de genenestudiantes de educación superior de
lacarrera docente de Biología. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16,
n. 3, p. 443-472, 2011.

THIEMANN, Otavio Henrique. A descoberta da estrutura do DNA.
Química Nova na Escola. n. 17, p. 13-19, maio 2003.

VARGAS, José Israel. Alguns aspectos da política nacional de ciência e
tecnologia. **Química Nova**, São Paulo , v. 20, n. especial, Dec. 1997 .
Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421997000700003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel *et al.* Consensos sobre a natureza da ciência.
Química Nova na Escola, n. 27, p. 34-50, fev. 2008.

VIVIANI, Vadim R.; BECHARA, Etelvino J. H.. Um Prêmio Nobel por uma Proteína Brilhante. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 24-26, Nov. 2008.

ZOMPERO, Andréia de Freitas. Concepções de Alunos do Ensino Fundamental sobre Microorganismos em Aspectos que Envolvem Saúde: Implicações para o Ensino Aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3. p. 31-42, 2009.

ZUCCO, César. Graduação em química: avaliação, perspectivas e desafios. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 6, Dec. 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000600010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

_____; PESSINE, Francisco B. T.; ANDRADE, Jailson B. de. Diretrizes curriculares para os cursos de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 3, jun. 1999 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421999000300027&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2013.

APÊNDICE B — Material para Entrevista

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado professor,

Esta entrevista semiestruturada se refere à pesquisa de mestrado de Leonardo Victor Marcelino, relativa ao tema das biotecnologias no ensino de química. Busca-se com este instrumento levantar informações iniciais sobre o uso de temas biotecnológicos no ensino de química por parte de professores dessa disciplina no ensino médio da cidade de Campo Grande.

Esse trabalho é orientado pelo prof. Dr. Carlos Alberto Marques (<http://lattes.cnpq.br/3495241443602221>), do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Coordenador do Grupo de Investigação no Ensino de Química (GIEQ) (www.qmc.ufsc.br/gieq).

Para tanto, solicitamos sua colaboração respondendo a este instrumento, sendo que lhe garantimos (I) o seu anonimato; (II) a liberdade de deixar a pesquisa a qualquer momento sem constrangimento; (IV) a possibilidade de ter seus dados desconsiderados, se pedido; (V) seu acesso aos resultados da pesquisa; (VI) o uso restrito dos resultados no âmbito da pesquisa para publicações (em periódicos, congressos, livros e dissertação); e (VII) seu acesso aos textos dessas publicações.

Os participantes estão livres de qualquer despesa financeira, remuneração, ou constrangimento ético/moral por sua participação. Informações podem ser obtidas com Leonardo Victor Marcelino, telefone (48) 9992 0851, e-mail leoviktor@hotmail.com; ou prof. Dr. Carlos Alberto Marques, pelo e-mail bebeto@ced.ufsc.br.

Conforme as informações acima, eu, _____, RG n. _____, SSP/_____, considero-me devidamente esclarecido e autorizo a utilização dos dados de respostas em questionários ou entrevistas em que participei, seja em todo ou em parte, editado ou não, para fins científicos e culturais, ciente de que a qualquer momento posso solicitar novas informações ou mudar minha decisão.

Campo Grande, ____ de _____ de 2013.

Entrevistado

Leonardo V. Marcelino
Pesquisador

Carlos Alberto
Marques
Orientador

Formulário de Identificação

Código: _____

Nome: _____ Idade: _____

Formação Acadêmica

Superior Completo ()

Instituição: _____

Curso: _____

Início: _____ Conclusão: _____

Especialização ()

Instituição: _____

Curso: _____

Início: _____ Conclusão: _____

Mestrado ()

Instituição: _____

Curso: _____

Início: _____ Conclusão: _____

Doutorado ()

Instituição: _____

Curso: _____

Início: _____ Conclusão: _____

Participa de formação
continuada? _____

Instituição

proponente: _____

Atividade: _____

Duração: _____

Atuação Profissional

Há quanto tempo leciona química no ensino médio? _____

Qual outra disciplina lecionou? Por quanto tempo? _____

Já atuou no ensino fundamental?

Disciplina: _____ Tempo de atuação: _____

Ensina em mais de uma escola:

Não () Sim, todas públicas () Sim, públicas e particulares ()

Vínculo: Contrato Temporário _____ Concurso _____

Atua em projetos de ensino de ciências (PIBID, Iniciação Científica Júnior, UCA, etc.)?

_____ Duração: _____

Falas de Cientistas sobre o Tema Biotecnologias

SUBTEMA: TRANSGÊNICOS

<p>Michael Hansen, PhD em impactos das biotecnologias na agricultura e cientista sênior da maior organização de consumidores do mundo, a Consumers Union dos Estados Unidos.</p>	<p>Walter Colli, doutor em bioquímica e professor livre-docente pela USP, presidiu a instituição responsável pela liberação ou não de transgênicos no Brasil, a CTNBio, de 2006 a 2009.</p>	<p>Leonardo Melgarejo, engenheiro agrônomo e representante do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).</p>
<p>“Acreditamos que a bactéria usada no algodão Bt [tratadas com um inseticida composto por uma bactéria geneticamente modificada] é a causa de alergias e reações imunológicas adversas.”</p>	<p>“Para cada estudo que aponte um problema desse tipo [casos de alergia em populações], existem centenas que indicam que não existe diferença alguma entre transgênicos e similares não transgênicos.”</p>	
<p>“Não existe nenhuma evidência de que comida geneticamente modificada seja mais barata.”</p>	<p>“Nenhuma outra tecnologia usada na agricultura terá um impacto tão importante na solução desses problemas [faltas de alimentos] como o uso de transgênicos.”</p>	<p>“A produtividade não aumentou em função dos transgênicos, como se prometia.”</p>
	<p>“O que poucas pessoas sabem é que os transgênicos diminuem grandemente o uso de agroquímicos, utilizados extensivamente na produção de alimentos.”</p>	<p>“Dizer que a transgenia reduz ou elimina a necessidade do inseticida também é uma mentira, pois essas transformações transgênicas não matam todas as pragas da lavoura.”</p>

SUBTEMA: BIOCOMBUSTIVEIS

“A tecnologia atual nos oferece combustíveis eficientes por fermentação da biomassa, como o etanol ou o biogás. Existem outras possibilidades, tais como a obtenção de biodiesel por transformação química de óleos vegetais. [...] Por outro lado, o desvio de matérias-primas alimentícias, como o milho ou o óleo de soja, para a produção de biocombustíveis levanta forte controvérsia porque redundando no aumento do preço dos alimentos, penalizando os setores mais pobres da população. Também preocupa a expansão dos cultivos agroindustriais, favorecendo o desmatamento e afetando a biodiversidade.”

*Maria Antonia Malajovich é bióloga e mestra e doutora em Genética pela UFRJ (Brasil).
Integra a direção científica da Associação Nacional de Biossegurança.*

SUBTEMA: CELULAS TRONCO EMBRIONARIAS

“A questão ética e legal central deriva do fato que, para se obter as células-tronco, é necessário destruir o embrião. Há que se considerar em primeiro lugar uma questão filosófica ou religiosa, a definição do momento de origem da vida individual, ou seja, em que momento a massa de células, o embrião ou o feto pode ser visto como um indivíduo, com direitos próprios.”

Marco Zago e Dimas Covas, Professores da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, integrantes do Centro de Terapia Celular da FAPESP.

SUBTEMA: FERMENTACAO

Um problema a considerar é o despejo dos resíduos de uma fermentação, alguns dos quais podem representar um perigo para o meio ambiente como, por exemplo, o vinhoto resultante da produção de etanol ou o soro das indústrias de laticínios. Existem formas de tratamento, como o crescimento de biomassa sobre resíduos industriais, que eliminam o problema e ainda permitem a obtenção de mais um produto.

*Maria Antonia Malajovich é bióloga e mestra e doutora em Genética pela UFRJ (Brasil).
Integra a direção científica da Associação Nacional de Biossegurança.*

REFERÊNCIAS

COLLI, W. Proibição a transgênico tem razão política. **GALILEU** [online]. Entrevista concedida a Maria Lucena. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI138912-17770,00-PROIBICAO+A+TRANSGENICO+TEM+RAZAO+POLITICA.html>. Acesso em: 23 nov. 2013.

HANSEN, M. EUA tentam driblar testes de transgênicos. **GALILEU** [online]. Entrevista concedida a Maria Lucena. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI134015-17770,00-EUA+TENTAM+DRIBLAR+TESTES+DE+TRANSGENICOS.html>. Acesso em: 23 nov. 2013.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia: Fundamentos**. Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, v. 1, 2012.

MELGAREJO, L. Em dez anos, só perdemos com o uso de transgênicos, afirma especialista. **Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra**, 13 ago. 2013. Entrevista concedida a Camilla Hoshino. Disponível em: <http://www.mst.org.br/Em-dez-anos-so-perdemos-com-o-uso-de-transgenicos-afirma-especialista>. Acesso em: 23 nov. 2013.

ZAGO, M. A., COVAS, D. T. Pesquisas com Células-Tronco: Aspectos Científicos, Éticos e Sociais. **Seminário**. Instituto Fernando Henrique Cardoso, São Paulo, 30 de Novembro de 2004. Disponível em <<http://www.ifhc.org.br/wp-content/uploads/apresentacoes/1936.pdf>>. Acesso em 4 dez. 2013.

Roteiro de Entrevista

1. O que seria a biotecnologia?
2. Porque você acredita que as biotecnologias foram desenvolvidas?
3. Acrescentaria outra argumentação em relação aos benefícios ou malefícios das biotecnologias?
4. O que você pensa da segurança dos transgênicos?
5. Sobre o consumo de transgênicos: se tivesse que decidir, qual seria sua decisão e por quê?
6. Sobre a produção de transgênicos: se tivesse que decidir qual seria sua decisão e por quê? Acredita que são realmente necessários? Há alternativas?
7. Pensa ser importante que os alunos aprenderem sobre as biotecnologias? Por que motivo?
8. Você trabalharia com alguns desses **subtemas** (transgenia, biocombustíveis, etc.) nas aulas de química? Qual a razão dessas escolhas (de por que ensinar)?
9. *Caso não ressalte os transgênicos*: Em especial os transgênicos, você trabalharia com eles? Por que razão?
10. No caso da disciplina escolar de Química, que conteúdos da química poderiam ser associados à abordagem dos transgênicos em sala de aula?
11. Como você abordaria o tema das biotecnologias em suas aulas?
12. Que tipo de dificuldades você acredita que os professores (incluindo você) possam ter para abordar esses **subtemas das biotecnologias** em suas aulas?

Gostaria de comentar algo mais com relação às falas ou às questões?
Poderia me enviar o Plano Político Pedagógico da escola?

Resumo

MARCELINO, L. V. **Compreensões de Professores sobre Abordagens da Biotecnologia no Ensino de Química.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014. Em elaboração.

Este trabalho investiga aspectos da inserção das biotecnologias no ensino de química por meio de um Estudo de Caso Comparativo entre duas escolas públicas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS). As biotecnologias são uma área científica e tecnológica em crescimento acelerado, que nas últimas décadas tem impactado a vida da população mundial. Esse impacto é marcado por diversas controvérsias, sejam de natureza social, científica ou tecnológica, relacionando-se, por exemplo, sobre os riscos de consumo dos alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados (OGM). No MS, as biotecnologias se apresentam de diversas formas, sendo a soja transgênica uma das mais importantes. O estado é um dos cinco maiores produtores do Brasil, que é o segundo maior produtor de transgênicos do mundo. Entretanto, as pesquisas ressaltam que não há uma apropriação adequada por parte da população de conteúdos científicos (conhecimentos e filosofias), o que prejudicaria sua tomada de decisão. Mesmo na disciplina de Biologia, em que geralmente é abordada, as biotecnologias no ensino médio não é um tema amplamente debatido. Com base em uma concepção de escola que possibilite a compreensão e transformação do mundo, essa pesquisa objetiva discutir as compreensões sobre biotecnologia de professores de química do ensino médio e as relações que eles estabelecem entre esse tema e o ensino de química. Como base teórica para o estudo, discutiram-se as relações entre Química e biotecnologia, principalmente pela dimensão ambiental e gestão dos riscos biotecnológicos, por meio do conceito de Equivalência Substancial. Analisaram-se as formas de gestão de riscos químico-biotecnológicos em busca de valores e princípios científicos que embasem a ação e da promoção de maior participação social, incentivando-se a forma de gestão que incorpora o princípio da precaução, o “paradigma ecológico”. Defendeu-se, como objetivo educacional para a inserção do tema na educação científica, a democratização das tomadas de decisões relacionadas a temas sociocientíficos e ampla participação social, com base em referenciais do movimento CTS, da educação dialógica-problematizadora

de Paulo Freire e da discussão de temas controversos. Investigaram-se como os temas biotecnológicos estão sendo discutidos na mídia, nos trabalhos publicados em revistas científicas da área de ensino e o livro didático adotado pelas escolas. Por último, foram apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa: a investigação por meio de entrevistas das compreensões de três professores de uma escola urbana e de um professor de uma escola agrícola, ambas de Campo Grande, MS, sobre as biotecnologias (incluindo conceito, percepção de risco e aspectos relacionados à tomada de decisão), que comparados com os Planos Políticos Pedagógicos das instituições educacionais, o contexto da comunidade que as circundam, o histórico dos professores e o livro didático adotado, possibilitam um melhor entendimento dessas compreensões e das relações estabelecidas com o ensino de química, possibilitando a elaboração de estratégias para a formação de professores. Esse procedimento de cruzamento de dados é chamado de triangulação e é adotado pela estratégia desta pesquisa, o Estudo de Casos Comparativos, sendo que se optou pela Análise Textual Discursiva como instrumento de análise das entrevistas.

Palavras-chave: Biotecnologia. Química. Controvérsias Sociocientíficas. Alfabetização Científico-Tecnológica Ampliada. CTS.

APÊNDICE C — Transcrição de Entrevistas

Entrevista para Mestrado com Professor Urbano 1 - PU1

Turnos	Id.	Falas
1	ENT	Gostaria de dizer alguma coisa sobre os textos em geral?
2	PU1	Então, você quer saber sobre a utilização desses textos na prática de ensino?...
3	ENT	Em parte, sim. Mas primeiro, assim, o que você entendeu pelos textos que seria a biotecnologia?
4	PU1	Ahm... Biotecnologia, é a utilização de recursos minerais, animais, com tecnologia, né, para produção de alim... De energia, produção de... Enfim...
5	ENT	Nesse sentido, né, você falou da produção de energia, da utilização desses componentes animais e vegetais... Ah, qual que seria, assim, o porquê dessas biotecnologias serem desenvolvidas, né, da onde que vem a necessidade delas?
6	PU1	Ahm... Acredito que para produzir substâncias, substâncias não, é... É! Substâncias mais eficientes, né, combustíveis mais eficientes e menos poluentes, também né. E também pelo fator econômico, né, que sai mais barato. Mais prático, mais barato.
7	ENT	Nesse caso da relação benefícios e malefícios da biotecnologia, aqui no texto falam-se de alguns, você já ouviu falar ou tem ciência de outros debates sobre isso?
8	PU1	Sim, é... Por exemplo, esse segundo texto aqui ele fala sobre os, é... Sobre os problemas, as questões éticas envolvidas na utilização de célula tronco, né, e tal. Tem a questão ambiental, também, né? A questão, é... questão de produção de alimento, como fala aqui, acho que no terceiro texto, aqui ele fala sobre o desvio da matéria-prima, ao invés de ser utilizada em alimento vai ser utilizada para indústria química e isso encarece o alimento.
9	ENT	Voltando assim mais para o lado dos transgênicos, que seria o foco da minha pesquisa, o que você pensa da segurança deles?
10	PU1	Na verdade, pelo que eu sei, não..., existe toda uma, é..., uma precaução quanto a isso, né. Parece que tem toda uma legislação que... Uma legislação, não, existe uma, é..., como que eu posso falar? Existe realmente uma precaução da comunidade científica quanto a isso, por que na verdade não se sabe exatamente quais são os malefícios disso, né...
11	ENT	Nesse caso aqui, o texto, ele traz a visão de três pessoas...
12	PU1	Três autores.
13	ENT	Três autores. Um, ele é um cientista que representa a Comum.. Consumidores, os outros dois são participantes da CTNBio, que é

Turnos	Id.	Falas
		o órgão que... do governo que realmente controla os transgênicos, né. E eles têm oposições diversas. Aqui dá para perceber. E o que você acha dessas, dessas posições? Por que os três são cientistas, né, de diferentes áreas e suas representações...
14	PU1	Então, eu.. É que pelo que eu sei, até hoje só se sabe dos benefícios, né, dos transgênicos, né, que são resistentes a praga e tal, é... São, é..., mais produtivos e tal, só que ainda não se sabe ao certo quais são os malefícios, né. Então é por isso que existe essa, digamos, esse preconceito contra os transgênicos, por que não se sabe ao certo como é que é vai funcionar isso, né.
15	ENT	Daí nesse ambiente de incertezas, assim, né, de... De que não tem uma certeza, como que você decidiria... Sobre o consumo, por exemplo?
16	PU1	Não sei, tenho que...
17	ENT	Se você chegasse ao mercado e tivesse que decidir entre um transgênico ou não?
18	PU1	Entre um transgênico... É, eu compraria.
19	ENT	Compraria?
20	PU1	Compraria.
21	ENT	E por que você compraria?
22	PU1	Por que... Por que até hoje não existem nada que comprove que eles fazem mal. Não existe comprovação científica de que... Pelo menos até onde eu sei, não existe comprovação científica do malefício.
23	ENT	E sobre a produção dos transgênicos, você acha que eles... Você decidiu... Você acha que eles são realmente necessários de serem produzidos? Ou existem outras alternativas?
24	PU1	Ah... Ah... Necessário, não sei se seria... ah, necessário... [Por que não existe] outras formas de produzir, né. Isso é evolução, né, da ciência. Acho que ele é mais eficiente, né.
25	ENT	Eficiente em que sentido?
26	PU1	É mais produtivo, né. Mais resistente a praga, produz mais e tal, com menor, menor custo...
27	ENT	Daí, nesse sentido, você acha que, pensando em toda essa questão dos transgênicos, também das questões éticas que você mencionou e ambientais, você acha que é importante os alunos aprenderem sobre biotecnologias? E em que isso contribuiria para eles?
28	PU1	Sim, interessante, por que a função do professor é preparar o aluno para a sociedade, né. Interessante colocar esses discursos

Turnos	Id.	Falas
		sobre [...] para eles, né. Na verdade eles têm que decidir se isso é bom ou não, né. Mas a gente tem que direcionar, né.
29	ENT	É... E você trabalharia com algum desses temas, ou já trabalhou com algum desses subtemas, na verdade?
30	PU1	Na verdade, nunca trabalhei. A gente trabalha mais como... Como exemplo, né. Mas não, assim, trabalhar o tema, em si. As vezes a gente vai falar sobre a termoquímica, a gente fala sobre fermentação, produção de álcool, de gasolina e tal. Mas, assim, a gente não, eu particularmente nunca trabalhei, assim, sobre o tema. Trabalha mais como exemplo.
31	ENT	Por que dessa questão do trabalhar mais como exemplo?
32	PU1	É que na verdade a gente tem um currículo, né, uma grade curricular para seguir. E aí muitas vezes não dá para você ficar... Não dá p... Isso daqui não está incluso na grade, né, então não dá. Nosso tempo é curto, a gente tem duas aulas por semana em cada sala, então não dá tempo.
33	ENT	Eh... Pessoalmente, assim, pensando nos transgênicos, você acha que seria importante trabalhar eles nas aulas de química ou você acha que não daria pra...?
34	PU1	É, eu acho que com a grade que a gente tem hoje não dá.
35	ENT	Não, né?
36	PU1	Por que a gente tem uma grade curricular, lá, e tempo é muito curto. Mas, de repente, dá para trabalhar como um tema, como é que fala, como um tema transversal, entendeu? Fazer, montar um projeto junto com a biologia, junto com a física. Mas assim na aula de química, não dá. De repente, dá para montar um projeto a parte.
37	ENT	Interessante isso. Ah... Pensando, assim, tá! Pensando a contribuição da química, né, como que a disciplina de química, ela poderia ajudar os alunos ou poderia ajudar a estudar os transgênicos?
38	PU1	Ahm...
39	ENT	Nesse sentido, né... Mesmo pensando num projeto transversal com várias disciplinas, então qual a contribuição da química em si dentro?
40	PU1	Ah, eu acho que a química poderia ajudar na análise química mesmo das substâncias, sobre quais são as substâncias presentes ali, se faz bem, se faz mal, se é prejudicial ou não.
41	ENT	Hum hum. E que tipo de dificuldades você acha que você teria ou que os demais professores de química teriam para abordar esses subtemas em sala de aula?

Turnos	Id.	Falas
42	PU1	Eu acho que a principal dificuldade é a estrutura da escola, né. O tempo que a gente tem para planejar, para... Para montar um projeto e espaço físico, também. Não tem espaço físico para isso. Enfim, para fazer experimento, para... E também a gente teria que ter tempo para pesquisar também, né, por que eu acredito que eu teria que me inteirar sobre o assunto primeiro para depois eu passar para eles, né. Por que não dá para eles... Ah, faz aí.
43	ENT	Sim, pensando nessa questão, né, das pesquisas, quais são os principais pontos de pesquisa, meios de pesquisa?
44	PU1	Sim, a gente tem que direcionar as pesquisas, né, a gente tem que preparar, tem que ter um preparo, né.
45	ENT	Verdade. Vostaria de comentar algo mais, com relação ao texto, ao projeto?
46	PU1	Hum... É, então, é bem interessante, só que com a estrutura que a gente tem hoje, não dá. Não dá para você... A gente não tem tempo de sentar com o professor de biologia, conversar e trazer e organizar isso, né. Por que a gente dá... A gente tá com... A gente trava... é concursado por vinte horas, né, só que dessas vinte a gente dá dezoito em sala.
47	ENT	Sim.
48	PU1	E dessas daí sobram duas, né, para a gente, duas horas...
49	ENT	Para preparar as dezesseis.
50	PU1	Preparar, para corrigir prova, elaborar prova, para... Entendeu? Não dá, não dá. Com a estrutura que a gente tem, não dá. É inviável.
51	ENT	Parte do que a gente está tentando fazer agora na minha dissertação é justamente buscar isso, quais são os limitantes que o professor vê para essa ação e do como que a gente pode trabalhar com isso, né. Também ver se, pensando depois, principalmente nessa parte que você falou de buscar informações, né. Por que realmente esse é um tema complexo e bem amplo, né, que eu trouxe quatro subtemas, mas tem muito mais. É uma amplitudes do que isso e até para eu, que estou pesquisando, surge sempre coisa nova, né. A gente está sempre se surpreendendo com aquilo. Então, mas no sentido mesmo de buscar, de ver, o que a gente chama de... de aliados. Tentar buscar aliados para que a gente possa discutir possibilidades para trabalhar isso.
52	PU1	Então, se a gente for trabalhar só na parte teórica, é... Até dá no colégio, mas se a gente for fazer alguma coisa prática, aí já não dá. Porque o laboratório lá é bem... A gente até tem um

Turnos	Id.	Falas
		laboratório lá, mas é bem limitado assim... Só tem os equipamentos...
53	ENT	é... É o... Integrado ainda? Eu lembro que quando eu estudei lá tinha um que era de biologia, química e física...
54	PU1	É aquele lá mesmo. Só que...
55	ENT	Que é praticamente biologia...
56	PU1	Só que agora, só que agora eles estão reformando, agora estão construindo. Então, o final... Acho que vão concluir agora em fevereiro. Eles estão fazendo um de matemática, um de biologia, um de física, um de química e um de... De informática. Acho que são cinco, né.
57	ENT	Nossa, vai ficar bom.
58	PU1	Matemática, química, física, biologia e informática. É, são cinco. Além do de artes que já tem.
59	ENT	É, do professor Órion... Mas será que... Não sei agora... Será que vai ter um técnico para cuidar desse laboratório?
60	PU1	Provavelmente vai, provavelmente vai. Não sei como é que vai funcionar direito.
61	ENT	Que geralmente também fica tudo em cima do professor, ele tem que ir lá preparar, depois limpar tudo, organizar aluno...
62	PU1	Provavelmente vai ter um técnico, mas não sei como vai funcionar. Não sei, vai finalizar agora e... Acho que em fevereiro talvez esteja pronto, aí tem que ver qual é que vai ser... Qual serão os equipamentos que vão ter lá. Pelo que eu vi lá, parece que vai ficar bem legal, vai ter uma estrutura bem bacana, com capela, chuveiro de emergência, vidraria, reagente. Parece que vai ter uma estrutura bacana. Não sei, teria que ver quando ficar pronto.
63	ENT	PU1, é isso! Beleza, terminamos.

Entrevista para Mestrado com Professor Urbano 2 – PU2

Turno	ID.	Falas
1	ENT	É. Vamos lá, então. Primeiro você gostaria de fazer algum comentário sobre os textos?
2	PU2	Não.
3	ENT	Alguma coisa que você tenha achado interessante. O que você acha? Beleza, a gente pode deixar pra... Então, com base no entendimento do texto, do que você já conhece, também por outros setores, o que você acha que seria a biotecnologia? O que você conseguiu entender que fosse a biotecnologia no geral?
4	PU2	Não estou conseguindo achar as palavras...
5	ENT	Sem problema.
6	PU2	Essa aqui é melhor pra escrever do que pra... Como é que eu dou aula desse jeito?
7	ENT	É que a aula tem um tempo também de preparação, né.
8	PU2	Não, eu tenho um planejamento, sem planejamento eu me perco um pouquinho. Apesar de improvisar bem, né. Mas, oh. Eu entendo que você usa recursos naturais, ecológicos junto com a tecnologia para poder produzir algo. Como no caso do biocombustível, vai pegar a matéria-prima, passar por todo um processo químico, usando tecnologia para transformar num outro produto que seja útil. Ou até mais útil do que seria só, por exemplo o milho, no caso do biocombustível.
9	ENT	Ótimo. Entrando nesta questão de transformar as matérias. Por que você acredita que essas biotecnologias foram desenvolvidas, então? Por que estas transformações, elas são necessárias?
10	PU2	Questões econômicas. Eu acredito que principalmente questões econômicas. Por causa do... no caso do biocombustível, por exemplo. É... nós sabemos que o petróleo é muito mais caro, muito mais difícil de se obter e há muitas lutas, muitas guerras por causa do petróleo. [Interrupção].
11	ENT	Você viu que no texto, a gente fala um pouco sobre os malefícios e os benefícios da biotecnologia, né. Levantando prós e contras. O Que você acha dessa questão? O que você tira de resultado disso?
12	PU2	Acho que tem que ser mais discutido.
13	ENT	Mais discutido?
14	PU2	Mais lido, mais preparado, mais... Porque eu acho que, na

		<p>verdade tem pouca informação. Os textos, eles trazem... Quem preparou o texto, os textos. Quem preparou os textos, trouxe bem a parte, assim, fechou o assunto, o que cada um quis dizer. Por exemplo, o Walter Coler, aqui. Essa frase que ele disse aqui “pra cada estudo que aponte um problema desse tipo, existem centenas que indicam que não existe diferença alguma entre transgênicos e similares não transgênicos”. Ficou bem focado o que ele quis dizer. Já dá pra entender como se estivesse lendo um resumo de um texto inteiro. Mesmo assim, é, por causa do... Eu acho que, no meu caso, pra mim, falta mais informações, que eu estou meio, meio imatura em relação ao assunto, ainda.</p>
15	ENT	<p>Você apontou até em uma fala, um pouco sobre os transgênicos, né. Pensando agora neles, o que você acha da segurança deles? Pode ser com base no texto ou com base naquilo que você já tenha ouvido falar.</p>
16	PU2	<p>Segurança dos transgênicos?</p>
17	ENT	<p>Isso.</p>
18	PR1	<p>O que eu sei. Eu acho que ainda estão desenvolvendo muitos estudos. Ainda não tem 100 % ou próximo de 100% de segurança. Eu acho que ainda muito estudo tem que ser feito, tem que ouvir e pesquisar muita coisa ainda. Eu acho que há necessidade dos centros de pesquisa fazerem este tipo de estudo porque envolve questões bastantes polêmicas. E se tem essa polêmica é porque tem alguma coisa que não está ainda satisfazendo todas as opiniões dos cientistas. Não está alcançando ainda os objetivos. Antes, né, que alimentação, principalmente nessa parte da alimentação. Eu conheço gente que tem medo de comprar óleo de soja. Porque, parece que eu vi que boa parte vem de soja transgênica. Aí eu comentei isso, uma vez, com uma senhora e ela falou pra mim assim "eu não compro, não uso mais óleo de soja", ela falou que essas coisas transgênicas causam mutações, umas coisas loucas que ela falou. E eu fiquei olhando pra ela e ela era formada em biologia. E eu achei, fiquei assim, eu mesma na hora, eu fiquei pensando, o que ela está querendo dizer com isso? Talvez ela esteja ignorante em relação ao assunto ou ela leu, teve uma informação que fosse contra, né, daí criou essa polêmica nela.</p>
19	ENT	<p>Daí pensando justamente nessa questão do consumo, né. Se você tivesse que decidir entre o consumo desses alimentos transgênicos, o que você decidiria?</p>

20	PU2	Eu não tenho problema, não.
21	ENT	Não? Por que você não tem problema?
22	PU2	Porque eu acho que, apesar de. Eu acredito que ainda faltam muitos estudos até onde a ciência avançou, eu acho que tem uma certa... não precisa ter tantas restrições quanto ao uso. Eu usaria tranquilamente. Não tenho esse problema.
24	ENT	E sobre a produção em si, você acha que eles são realmente necessários de serem produzidos? Ou existem outros tipos de alimento que poderiam suprir as mesmas vantagens que os transgênicos têm?
25	PU2	Eu acho que precisam ser produzidos.
26	ENT	Precisam?
27	PU2	Precisam.
28	ENT	Por quê? Qual seriam as vantagens deles ou o que eles têm a mais que os outros não têm, digamos assim?
29	PU2	O que tem a mais... Mais pesquisa, tem bastante pesquisa. Eu acredito muito nas pesquisas, nos estudo. E não colocaria, por exemplo, eu acredito que não chegaria ao mercado um produto, um alimento que não passasse por todo um rigor científico. Eu acredito nessa parte, eu gosto dessa parte de novos recursos. Porque ah, nós precisamos, não podemos ficar só presos no tradicional, por exemplo, eu acho que precisa estudar mais, precisa investigar mais, chegar. Acho que está precisando disso.
30	ENT	Sim, nesta questão até das pesquisas, não sei se você notou, mas no texto que eu trouxe, né. Discutindo essa questão, são falas que apontam caminhos diferentes, né. Por exemplo, nenhuma.
31	PU2	Aqui, da bactéria!
32	ENT	Isso, "acreditamos que a bactéria usada no algodão Bt, tratado com inseticida composto por bactéria é a causa de alergias e reações imunológicas, enquanto um outro pesquisador fala que pra cada estudo que aponte um problema existem centenas que neguem esse problema", não é? E você vê que são dois cientistas, um é PhD em agricultura, o outro doutor em bioquímica e de instituições que defendem os consumidores e esse outro é que participa da CTNBio, que é o órgão que regula os transgênicos, né. Então, o que você acha dessas posições diversas de pesquisadores?
33	PU2	Essas posições que deixam a gente, né... Que você fica confuso, que você fica pensando assim, é, um falou da bactéria, a causa de alergias, mas o outro... Só que nós temos,

		na agricultura tem diversos tipos de pragas, diversos tipos de problemas que causam também. Então não dá pra ficar apontando, achando que esse é o problema da questão, tanto o transgênico quanto o não transgênico sempre vai ter algum tipo de problema. Vai ter que achar a solução pra resolver esses problemas. Não adianta querer achar que é culpa dos transgênicos, por exemplo. Por isso que existe e eu acredito que existem muitos centros de pesquisa trabalhando em cima disso, pra solucionar esse tipo de problema. Tanto quanto transgênico ou não transgênico, mas, eu acho que o transgênico, ele vai facilitar, vai ajudar bastante a economia. Isso que eu acredito.
34	ENT	Você acredita que, o... Agora saindo um pouco das questões, né, mas até para explorar um pouco o que você está dizendo. Desenvolvendo a economia, quem vai ser beneficiado com isso, ou você acha que todos serão beneficiados da mesma forma?
36	PU2	Impossível. Nunca, nunca vai atingir todo mundo. Não vai, mas pelo menos é uma opção a mais que a pessoa vai ter. Você não tem a lavoura orgânica, por exemplo? A orgânica, você tem os transgênicos, você vai ter aquela cheia de inseticidas, cheia de pesticidas. Então você vai ter as opções adequadas. Porque, quanto mais opções desenvolvendo técnicas em relação a isso, mais opções você vai ter e economicamente eu acredito que vai ser melhor do que ficar só preso, por exemplo, num ou no outro.
37	ENT	Pensando pros alunos, você acha que esse assunto dos transgênicos ou das biotecnologias, pensando nesses vários subtemas, eles são importantes de serem discutidos com os alunos?
38	PU2	São. São importantes.
39	ENT	Por quê?
40	PU2	Mesmo, porque tem muito aluno que... Aqui no estado, é um estado que trabalha bastante com agropecuária e tem que falar mais sobre isso. Eu quase não falo. Eu acho que precisa chegar e fazer tipo um foro de discussão ou alguma coisa parecida e ler mais sobre o assunto, discutir mais os prós e os contras. Acho que está faltando isso.
41	ENT	Interessante essa ideia do fórum de discussão.
42	PU2	É, porque, precisa disso, na minha opinião. Até para os professores também; como que vão chegar e falar e tudo mais, ler mais?

43	ENT	Essa era a nossa dúvida quando a gente começou a pensar na pesquisa, de como pensar isso para o professor também. Por que não é um assunto cotidiano, a gente não está... Isso não é discutido assim, abertamente, né.
44	PU2	Na verdade fica muito preso ao conteúdo em si, e ele pega o conteúdo e dá uma trabalhada no conteúdo de uma forma multidisciplinar, né. Biotecnologia é um tema multidisciplinar, ele não fica só numa área. Acho que é por isso que o professor quase não estuda essa área. Porque é multidisciplinar. E se, por exemplo, no meu caso, se ela fosse extremamente..fosse alguma coisa extremamente focada só pra aquela parte da química, fica muito mais prático pra você estudar e você saber trabalhar mais sobre isso. Agora, se ela é voltada, você sabe que ali vai envolver um monte de outras disciplinas. Acaba...
45	ENT	Inclusive as disciplinas das humanas, aquela questão ética que envolve.
46	PU2	Como que chama isso... Quando você... Fragmentação! Quando você tem uma coisa bem fragmentada, aí você fica com mais dificuldade... você pega só o seu pedacinho e estuda e deixa os outros. Um tema bastante polêmico acaba ficando...
47	ENT	Mas, pensado nesse mesmo trabalho multidisciplinar, a química teria a sua parte deste trabalho. Como você acha que a química poderia ajudar a estudar um desses subtemas, a biotecnologia? Como a química poderia contribuir pra isso? Pensando até mesmo em questão de conteúdos, de assuntos que poderão ser discutidos.
48	PU2	Quais os conteúdos?
49	ENT	É. Pensando mesmo em como abordar esses conteúdos durante as aulas de química, como trazer eles pra aula?
50	PU2	Como trazê-los... Estou pensando. Porque é difícil ligar só pra parte de química, porque você vai acabar voltando, por exemplo, pras questões sociais, as questões econômicas. Aí você vai começar a ler, fazer... Falar de biodiesel, você vai começar a falar de preço de num sei o quê e vai ...quando assustar. Não tem como. Tem como trabalhar os conteúdos de química nele. Trabalhar somente a química orgânica e a físico-química. Ela vai ficar bem focada mesmo ali, bem nítida. Mas não tem como ficar só preso na química, porque ele exige que você tenha outros conhecimentos. Não tem como o professor achar que vai dar aula só de química em cima de

		<p>biotecnologia. Ele vai ter que saber mais coisas. Ele vai ter que estar inteirado, mais inteirado do assunto e não fragmentar o assunto. Não vai conseguir. Não vai conseguir e por isso que não trabalha na sala de aula. Porque o professor quando pega, os nossos professores, vamos dizer assim, quando pegam o assunto biotecnologia pra trabalhar, quer ver só a parte de química ali no meio, presente. Ele não vai conseguir enxergar sozinho, sem estar com todo o contexto envolvido. Eu acho meio difícil trabalhar só a química dentro da biotecnologia.</p>
51	ENT	Você acha possível também, pensando ali no caso do Joaquim Murtinho, mesmo, esse trabalho integrado entre os professores?
52	PU2	Na forma de um projeto?
53	ENT	Sim, poderia ser.
54	PU2	Teria que ter mais preparo, mais , porque chegar na sala simplesmente falando... Tinha que ter mais um preparo, o professor teria que estar mais preparado. Ler mais sobre o assunto. Eu preciso ler mais sobre o assunto, por exemplo, pra poder chegar... e você acha coisas novas e você fica pensando e pensando, e você fica naquele dilema, sim ou não? Eu vou comer um milho transgênico, por quê? Ai você vê e começa a fazer as comparações e você percebe que tem... que falta informação pra você. Você tem que ir atrás. Quanto mais você vai atrás mais você vai precisar.
55	ENT	Pensando agora esta questão do consumo, até, você acha que você já está consumindo alimentos transgênicos?
56	PU2	Eu acho. A soja, por exemplo.
57	ENT	Saberia diferenciar, por exemplo, um produto do mercado que seria ou não?
58	PU2	Não. Não saberia. [Interrupção].
59	ENT	Eu te perguntei isso porque, uma coisa que eu acabei descobrindo durante a pesquisa é que tem um selozinho para denotar alimento transgênico. Quando o alimento...
60	PU2	Eu nunca reparei.
61	ENT	Eu também nunca tinha reparado.
62	PU2	Tem que olhar nos rótulos.
63	ENT	Exatamente, no rótulo.
64	PU2	Eu vi no óleo de soja.
65	ENT	É um triangulozinho com um T dentro.
66	PU2	Olha que legal.

67	ENT	Todo alimento que é feito com algum componente transgênico, que ele seja transgênico em si, ele vem com essa marcazinha. Um triângulo amarelo com um T dentro.
68	PU2	Eu acho que tem muito no mercado.
69	ENT	Sim.
70	PU2	Ainda não parei pra reparar, mas tem.
71	ENT	Uma das coisas que eu achei, que só tem transgênico, que eu nunca achei nada sem transgênico é Pó Royal, por exemplo. Ele vem sempre com amido de milho dentro pra dar mais volume e todo amido de milho que eles usam é transgênico. Então, eu não achei um Pó Royal que não fosse.
72	PU2	Legal e tem mais produtos. Só que daí...
73	ENT	Sim, óleo de soja, por exemplo.
74	PU2	Uma coisa, por exemplo, que eu sempre escutei falar de transgênico. Você pega o milho que... Eu quando era criança, a gente ia muito na chácara da minha vó. Eu lembro, a gente tinha milho, tinha tudo quanto é fruta no quintal. Por exemplo, eu lembro muito do milho. Você pega o milho, não transgênico e ele vai ter um... a semente vai ter toda uma diferença do milho transgênico. Uma vez eu vi uma comparação dessa e ele era mais, era maior, era mais amarelo, tinha menos... Porque o milho fica meio escurinho com o tempo, a espiga, tudo. Então, ele não era assim. Ele tinha uma aparência melhor, durabilidade, tinha todas essas vantagens que passaram, né. Quando começou a sair, a discutir sobre transgênico, eu lembro que teve uma revista até que fez uma comparação com alimento transgênico e não transgênico. A diferença é gritante na lavoura.
75	ENT	Mas, diferença em que? Em propriedades, em aparência?
76	PU2	As propriedades, a aparência, as propriedades. Era um alimento mais rico, nutricionalmente mais rico.
77	ENT	Os transgênicos ou o convencional?
78	PU2	Os transgênicos. Tinham mais resistência, cresciam, se desenvolviam. Mais resistência a tudo, condições climáticas, pragas e tudo mais. Eles eram mais bonitos, também, maiores e tudo mais.
79	ENT	Pensando nesses vários subtemas que eu te trouxe, quais você acha que poderiam ser trabalhados dentro da aula de química? Quais você trabalharia?
80	PU2	Fermentação.
81	ENT	Fermentação. Por que você trabalharia com ele?
82	PU2	Porque, no caso da fermentação seria mais fácil você até fazer

		uma aula prática, demonstrativa ou não. Porque, os outros, pra fazer uma aula prática, você trabalharia o tema, discutiria tudo sobre fermentação. Depois até dava pra fazer uma aulinha prática, demonstrativa ou não, pra fechar o assunto. Dava pra levar para a sala de aula com mais facilidade, em pouco tempo.
83	ENT	Quando eu trabalhei na graduação, eu comecei a trabalhar com biotecnologia por fermentação também, né. Eu trabalhava com a fermentação do pão, daí eu levava e montava a massa de pão com os alunos dentro da sala de aula.
84	PU2	Eu fiz um trabalho, o meu trabalho de... Por isso que eu bati o olho aqui... Meu trabalho de conclusão, a monografia na faculdade foi sobre fermentação. Foi a química do pão.
85	ENT	Ah, sério?
86	PU2	Eu trabalhei, eu bati o olho aqui, eu lembrei na hora desse trabalho.
87	ENT	Você fez graduação aqui também?
88	PU2	Eu fiz, na federal.
89	ENT	Com quem você fez o TCC?
90	PU2	Dario.
91	ENT	Ah. Foi isso. Dario também que me passou a ideia de trabalhar com pão durante a graduação.
92	PU2	Esse trabalho, por exemplo, na época, se eu tivesse trabalhado com os transgênicos, seria talvez um trabalho até melhor. Mas não falava muita coisa sobre isso. Falava pouca coisa.
93	ENT	Não, não mesmo.
94	PU2	Igual você fala hoje, por exemplo.
95	ENT	Eu também comecei pela questão da fermentação, daí uma coisa vai puxando a outra. Daí a Celina falou "tenta pegar pelo lado da Biotecnologia que é mais geral", daí eu fui girando...
96	PU2	A biotecnologia é um assunto, eu vejo como um assunto bastante amplo pra sala de aula. Mas, o professor pra trabalhar com ela, ele não vai poder ficar preso só na disciplina dele. Ele vai ter que ter uma visão um pouco além do conteúdo dele. Se não, ele não consegue. Ele vai voltar, ele vai voltar em equações, é, ele vai ficar preso ali. Na minha opinião, não sei.
97	ENT	Pensando nos transgênicos, por que ensinar eles no ensino médio? Por que trazer esse assunto?
98	PU2	Por causa da ignorância. Por causa da ignorância, mas é verdade. Porque tem um monte de coisas que a pessoa não

estuda, igual você falou agora do T do transgênico. Eu nem sabia disso, fiquei sabendo agora, aprendendo aqui. Fiquei pensando, eu devo ter comido um monte de coisa já que tem esse T. Me informou que tem, que é transgênico que eu estou... Essa pessoa que eu te falei, que falou pra mim que transgênico vai causar mutações nas pessoas a longo prazo, daqui uns anos as pessoas vão começar a ter um monte de problemas genéticos. Ela mesma, por exemplo, que falou, vai ver ela está comendo um monte de transgênico e não está sabendo. Ah! Tem hora que eu fico pensando, seriam alguns acidentes que acontecem... Aqui acontecem.... Aconteceu um acidente no curtume, no interior do Estado, um vazamento de uma substância.

99	ENT	De amônia, não foi?
100	PU2	Da amônia, pois é. Quando você escuta isso acontecer na TV, você se sente... No meu caso, eu me sinto, parece que responsável, sim. Será que os alunos que já passaram por mim, se eles forem trabalhar numa indústria dessa. Eles vão saber? Você entendeu? São coisinhas assim, que você fica pensando, eles tiveram aula de química. Não sei quem falou pra mim, eu estava na sala, alguém virou pra mim e disse assim "será que esses alunos não tiveram aula de química"? Eu pensei, será que alguém que estava naquela fábrica, no curtume, foi meu aluno? Sabe que é um negócio, uma responsabilidade que você tem? Aí você fica preso só no conteúdo e acontece um negócio desse. Sai na imprensa, sai na mídia e você fica pensando meu aluno sabe sobre isso? Meu aluno sabe sobre transgênico? Esse pessoal que se formou agora, a turma que se formou agora, teve até baile de formatura do terceiro ano. O que eles saíram do ensino médio sabendo sobre... entendeu?
101	ENT	Por que seria interessante isso? No caso do....
102	PU2	Na vida, mesmo. Porque se ele vai no mercado, essa coisa da alimentação do filho dele e dele. Se ele tá comendo todo dia, se ele está participando da vida aqui fora e ele não sabe o que é um alimento transgênico, não sabe discutir. Se a própria professora dele já tão pouco está sabendo falar. Entendeu? Já está tão ignorante no assunto, sabe tão pouquinho, sabe assim, o mínimo do mínimo pra falar alguma coisa. E ele, como ele está se saindo? Como ele está se saindo quando ele chega e ouve falar disso, por exemplo? Então, não só na química, mas, em outras áreas. Mas, na química porque eu

		fico achando que ele está saindo e não está sabendo nada. "Eu fui aluno da professora fulana e lá não falou nada". Aí você fica assim, com aquela coisa na cabeça, né? Igual o caso da amônia lá no acidente que teve.
103	ENT	Você falando agora na importância, né. Pensando como você poderia abordar esses assuntos dentro da sala de aula? A fermentação, você falou da experimentação, né.
104	PU2	É. Não. Pra... Iniciar, né? Ele começar a entender. Como eu poderia abordar, eu sozinha?
105	ENT	Sozinha ou você já deu a ideia também do trabalho multidisciplinar, né.
106	PU2	Eu acho que dá pra trabalhar, sim. Não sei por que a gente não trabalha, mas dá pra trabalhar. Tem um monte de coisa que o professor pode fazer e ele não faz. Assim, um monte de coisa que eu posso fazer e eu não faço. Eu sei que...
107	ENT	Por que você não faz?
108	PU2	Acho que é questão de tempo, de sentar e preparar o negócio. Porque, as vezes que eu quis trabalhar um assunto, que eu falei "vou trabalhar", eu fiquei extremamente entusiasmada, mas ao mesmo tempo cansada. Demoraram dias e dias e eu tive que abrir mão de outras coisas. Assim, eu vou trabalhar os transgênicos vamos supor com os alunos do segundo ano. Entendeu? Mas aí, o que eu tenho que preparar para os alunos do terceiro eu deixo de preparar, porque o tempo que eu estou tendo pra preparar para as outras turmas que eu tenho, eu vou ter que me dedicar com aquelas turmas. São oito turmas, vamos supor do segundo ano. Dai você tem que preparar aquilo lá pra passar pra aquelas oito turmas de segundo ano, dentro de um prazo, de um período. Eu acho que esbarra nisso, nesse tempo mesmo. Mas não é impossível, não. Dá pra fazer.
109	ENT	Você acha que seria possível trabalhar o mesmo tema, por exemplo, a biotecnologia em várias séries? Por conta dessa diferença de conteúdo e diferença de trabalho de uma série pra outra?
110	PU2	Eu acho que dá. Dá pra fazer assim, oh. Você falou e eu fiquei pensando. Dá pra você fazer um trabalho com o primeiro ano tentando achar o... Dá pra fazer, começar inicialmente ali no primeiro ano. Só que, quem está no segundo ano não vai participar do que o primeiro ano falou. Aí fica... Só se juntasse tudo e fizesse um trabalho que fosse... ele fosse acompanhando. Igual meu trabalho com as três

		<p>turmas, primeiro, segundo e terceiro ano, as três séries, né. Primeiro, segundo e terceiro ano. Quem foi meu aluno no primeiro ano, por exemplo, você faz um trabalho e você vai pegar aquele mesmo aluno, talvez no segundo ano. Geralmente eu fico com ele, mesmo, me encontra... mas no Joaquim não, que é muito grande o colégio. Mas nas outras escolas, sim, ele consegue acompanhar. Dá pra trabalhar, mas eu não consigo achar como. Não consigo achar um jeito, assim, de fechar. Como fazer isto? Fazer com que as três séries trabalhassem no mesmo..nível. No mesmo nível ou em níveis diferentes. Não sei.</p>
111	ENT	Ah. Talvez pensando o mesmo tema, mas conteúdos ou aspectos diferentes desse tema, né. Pegando a fermentação....
112	PU2	Isto está muito preso no conteúdo que ele está vendo, também, não vai ajudar muita coisa. Se ficar muito preso... Eu tenho que... Isso aqui, porque isso aqui vai falar de... Vamos ver... Concentração de soluções. "Então, isso aqui vai falar de concentração de soluções, tenho que trabalhar esse aqui. Não pode fugir daqui. Vai trabalhar cinética, não pode fugir. Só esse pedacinho aqui da biotecnologia do assunto que eu vou trabalhar", por exemplo. Não dá pra ser assim. Fica muito...
113	ENT	Como você acha que deveria ser, então?
114	PU2	Esquecer o conteúdo ou trabalhar o conteúdo na linguagem que eles estiverem preparados naquele momento. No dia que ele for aprender o conteúdo, mesmo, ele vai... Ele mesmo vai ter suporte pra fazer esse link, mesmo ele estando no primeiro ano. Quando ele chegar no segundo ano, ele vai tentar lembrar, ele vai lembrar alguma coisa, porque marca ele quando você faz trabalhos diferenciados. Marca o aluno. Ah, ele chega e fala "então, eu estudei numa escola com professor fulano falou isso, fez um trabalho". Ele nem lembra o que foi, como fez, se fez um experimento, que reagente que usou. Mas, ele lembra que teve um negócio que mudou a cor, assim ou que fez isso que deu uma explosão. Ele lembra do professor, "falou sobre tal assunto", ele consegue lembrar, na hora, ali. Ele faz o link dele.
115	ENT	Os outros professores que eu entrevistei chegaram a comentar sobre justamente o cumprimento de conteúdos, né. Essa questão do conteúdo é muito forte, né. Como você encara isso?
116	PU2	Como assim conteúdo muito forte? Muito pesado?

117	ENT	A questão do cumprir o conteúdo, de ter que dar todo aquele conteúdo destinado àquela série.
118	PU2	Tem que cumprir o conteúdo e às vezes, você fica com número de aulas muito pouco, né. E você não consegue, você tem pouco tempo pra cumprir todo aquele assunto e você não consegue achar um espaço ali pra encaixar uma... Como que chama, quando você ...foge. Foge não, você traz um tema pra colocar, não é um conteúdo extra... extracurricular. Não é esse nome. Não estou conseguindo lembrar, mas você trabalha ali, por exemplo, cinética. Trabalhando cinética, equação, não sei o quê, cálculo envolvendo cinética, fatores que influenciam na velocidade e tal. Você não consegue colocar ali dentro o assunto, porque você está naquele tempo curto com aquele conteúdo restrito. E daí o bimestre está acabando e você precisa encerrar aquele assunto e você não consegue, quando você assusta. Não é?
119	ENT	Isso.
120	PU2	É isso que eles falaram, também?
121	ENT	Isso.
122	PU2	Isso também é outro problema.
123	ENT	Você tem esse problema do cumprir o conteúdo? Pra pensar e trabalhar a biotecnologia, como você concilia essas duas coisas, entre cumprir o conteúdo e trabalhar com a biotecnologia?
124	PU2	Esse que é o problema. Porque são duas aulas por semana e as escolas inventam um monte de projetinhos inúteis que roubam o tempo. Projetinho. Colocam um monte de cartolina e fica todo mundo horas olhando aquelas cartolinas lá e não aprende nada, na minha opinião. Aí você perde lá a semana inteira, porque a professora fulana tem um projeto com os alunos e quer a sua aula. Por que vai levar os alunos pra quadra, pra pintar não sei o quê, pra fazer não sei o quê e você não consegue fazer o trabalho. Acontece muito isso nas escolas. Aí você fica desesperado, porque chegou em dezembro e você quer dar radioatividade e não consegue dar radioatividade, se tem duas aulas pra dar radioatividade. Eu dei radioatividade em duas aulas. Em uma aula eu expliquei o que é a radioatividade muito rápido, em cinquenta minutos e na outra aula passei um filme. Um filme, um documentário que falasse sobre alguns acidentes nucleares, coisa assim. Só pra eles não saírem do ensino médio sem nunca ter ouvido falar de radioatividade, que eu acho que é um assunto

		extremamente importante. Mas aí eu queria falar que há radioatividade em alimentos, radiação em alimentos, conservação de alimentos à radiação, por exemplo. Dava pra colocar um monte de assuntos, dá até pra puxar esse assunto [biotecnologia] dentro da radioatividade. E aí?
125	ENT	Eu estou lembrando agora, que você também comentou da questão de ficar tão preso ao conteúdo, se era realmente necessário, né. A ideia, do que te obriga ou que te faz seguir tanto essa questão do conteúdo é realmente uma....
126	PU2	O tempo. Responsabilidade, também. Porque, eu acredito.... Eu nunca te falei da responsabilidade do acidente que aconteceu no interior, da amônia que foi liberada, que matou uma pessoa parece. Eu sei que esparramou a cidade, a região assim, o bairro próximo. Todo mundo com alergia, passando mal, sendo levados para o hospital. Aquela coisa toda. Eu fiquei pensando, não tinha ninguém que soubesse química ali, pelo menos pra falar.... Quando teve o acidente em Goiânia, não tinha ninguém pra dizer "não pega esse sal branco aí, essa substância branca que está brilhando, isso aí pode ser perigoso, está vindo de hospital", né. Abriram lá, pegaram e saíram distribuindo, por exemplo, o acidente nuclear de Goiânia. Aí eu fico, é uma responsabilidade você ter que falar sobre isso que a TV está falando. Ele está indo no mercado, ele está comendo e ele tem direito de escolher ou não se ele quer um produto transgênico, ou, se ele quer só produto orgânico. Feira orgânica tem toda quarta-feira ali na praça do rádio. O pessoal vai lá comprar produto orgânico. Já viu a feira de orgânicos? Eu conheço gente que vai lá comprar e não compra nenhuma verdura, nada do mercado, porque fala que do mercado está contaminado. A uva branquinha, eu estava comendo uva e.... Estava comendo a uva branquinha, cheia de agrotóxico. Está comendo aí e falando que está gostoso. Mas eu falo e está mesmo. Eu falo e a uva todo mundo sabe que é extremamente sensível e precisa desse agrotóxico. Eu também estou comendo. Eu não como uva todo dia, não estou me fartando de agrotóxico aqui, é de vez em quando. De vez em quando a gente faz isso. Ainda falei rindo, brincando com ela. Aí peguei e falei assim, né, e daí? A pessoa tem que ter informação, ela tem que escolher se ela quer comer a uva assim ou não. Ela tem direito, é a responsabilidade.
127	ENT	Mas você acha que esse seguir o rol de conteúdos como a

		escola tem feito. Ela dá conta de abordar isso?
128	PU2	Não. Se ela fosse seguir, não dá. Porque o tempo é mínimo. O professor tem que ser ousado, ele tem que desviar um pouco e fazer outra coisa, se não... E ele tem que desviar, porque se ele for seguir só o conteúdo e fazer outras coisas, ou ele vai seguir o conteúdo ou ele não vai. Aí ele vai ter que ter ousadia e ousadia é uma coisa que vem de cada um. Só que você consegue locais naquelas habilidade e competências do aluno. Tem as habilidades e competências do professor, também. Ele também tem que desenvolver as habilidades e competências dele pra ele poder desenvolver no aluno. As habilidades e competências que ele tem que desenvolver estão no conteúdo e a Secretaria de Educação quer, a escola impõe que você tem que seguir. Faz parte da habilidade e da competência dele, mas ele também tem que ter habilidade e competência pra desviar esse conteúdo, também. Saber fazer isso. Isso aí vai aprender... nesses cursos de capacitação que tem por aí ele não aprende isso. Ninguém... Acham que ele é obrigado a fazer isso, mas não colocam pra ele uma forma dele fazer.
129	ENT	De como trabalhar essa questão de seguir o conteúdo e abordar esses outros temas.
130	PU2	É, e se e ele não tem ousadia, ele vai sentar ali e vai só seguir o conteúdo. E não vai conseguir, mesmo seguindo só o conteúdo, ele não vai conseguir. Porque vai chegar o final do ano e ele não vai conseguir dar o conteúdo do quarto bimestre. Eletroquímica e radioatividade.
131	ENT	Eu não estudei eletroquímica no ensino médio.
132	PU2	No ensino médio? Eu... Pilhas, eu não aprendi pilhas no ensino médio. Oxidante, redutor, aquelas coisas e radioatividade menos ainda. Não aprendi e eu acredito que na faculdade também, os professores seguem o conteúdo e não tem tempo pra isso. Por que na faculdade eu não vi radioatividade. Sozinha...
133	ENT	Eu também não. Eu vi muito pouco de decaimento radioativo em inorgânica.
134	PU2	Alfa, beta, gama, foi uma coisa muito básica, muito rápida, mas não foi..... Tempo pra meia vida eu vi muito rápido também. Mas, voltando o conteúdo lá, eu acho que tem que ter ousadia, o professor. Se ele não tiver ousadia, ele não vai, porque a escola exige. A escola exige o planejamento. Que você faça e você no planejamento, ele fala... ascoordenadoras

		dizem "você pode pôr...você, professora, você não vai fazer nenhum experimento?", num sei o que,não vai fazer. Elas falam, você vê que elas falam, mas não dão espaço pra você fazer.
135	ENT	[barulho] ...nenhuma das coordenadoras é da área de química, não é?
136	PU2	Nenhuma.
137	ENT	Como fica esse diálogo entre uma outra área sobre a....
138	PU2	Nunca trabalhei em uma escola que tivesse uma coordenadora da área de química. Geralmente são pedagogas. E, as pedagogas, elas... Elas vivem no mundo fora da educação. Elas vivem num mundo que tem linhas, letras, textos. Elas vivem no mundo dentro, ali. E a pedagoga, ela vive num mundo fora, ela vive num mundo da educação... mais da educação infantil do que no mundo do ensino médio, por exemplo. Acreditam que fazer o experimento,o professor que faz experimento é o melhor professor do mundo. Elas acreditam, mas elas não veem, por exemplo, depende da porcaria daquele experimento. Entendeu? Elas tem uma visão totalmente diferente do que é estar ali dando a aula de química. E elas acham que você tem que colocar no seu planejamento aulas diversificadas, elas usam essa palavra. Aulas diversificadas. Entendeu? Mas, de que maneira? Se nem a escola dá espaço pra você fazer. Por isso que é só ao professor que cabe, ele ser ousado.
139	ENT	Nessa questão, o Joaquim vai ter um laboratório, né, de química?
140	PU2	É. A outra escola está pronta. Eu trabalho em outra escola que o mesmo laboratório do governo federal, né, está pronto. Só que aí eu precisei fazer uma aula prática. Lá tem as oficinas de química e eu estava com as oficinas até o meio do ano. Tinha as oficinas de química e as minhas oficinas eram aulas práticas, mais práticas do que teóricas. E eu queria usar um..não tinha uma sala pra usar. Eu estava fazendo oficina na quadra da escola e é ruim. Tem que carregar o material até lá, voltar. Eu peguei e perguntei se poderia usar. Não pode. Só quando o governo autoriza, quando ele for lá e simbolizar que pode usar, por exemplo.
141	ENT	Tem que fazer a abertura da sala, a inauguração da sala.
142	PU2	Tem, não pode usar. É proibido entrar, por exemplo. E essa do Joaquim, eu espero que esteja pronta, mas não vai resolver esse problema. Esse problema aqui é bastante

teórico e ele tem que ter slide, tem que ter filme sobre isso, tem que ter reportagens sobre o assunto, debate entre estas pessoas aqui. Mostrar isso aqui para o aluno. Tem gente com nível bem elevado de estudo que está trabalhando em cima disso. Pra levar pra sala de aula, pra fazer com que ...o seu curso, você que está trabalhando em cima disso pra fazer com que isso chegue na escola de uma forma que não fique só no conteúdo do professor. E o professor vai ter que parar também de pensar que... igual no meu caso, que não tem tempo pra fazer isso. Vai ter que ser ousado. Está pedindo isso, está pedindo socorro, a química está pedindo socorro. E se não socorrer vai ficar a vida inteira vendo só as equações. Eu não sou contra o conteúdo. Acho que tem que ter, tem que ter o conteúdo. Tem professor que acha que tem que ter só conversinha, né?

143 **ENT** O que a gente quer propor nessa dissertação é justamente isso, esse diálogo entre o estudar a biotecnologia como um tema real e necessário. Mas também, esse diálogo com os conteúdos que tem que ser estudados, né. Ou seja, como os conteúdos que a gente já estuda podem ajudar a compreender a biotecnologia?

144 **PU2** O meu sonho de consumo seria ser uma professora que fizesse as duas coisas. O ano todo é uma vez no máximo que eu consigo fazer alguma coisa diferente assim. Pegar um tema, levar pra sala de aula, trabalhar aquele tema e discutir. Entendeu? E fazer mais ou menos uma vez é muito raro conseguir fazer alguma coisa. Mas, eu acho que precisa e precisa de mais da conta. Porque não tem jeito, você fica na ignorância. O que adianta eles saberem só as equações e ficar ali de boca aberta? Igual o pessoal que morreu lá, que foi..morreu não, que passou lá pelo gás.

145 **ENT** No Paraná, ou foi no norte de Santa Catarina que teve aquele acidente também numa fábrica de fertilizantes, que também queimou amônia e liberou um monte de gás hidrogênio, fumaça, chegou quase em São Paulo, né.

146 **PU2** Você fica se escondendo de vergonha. Eu devia ter falado... Será que meus aluno sabem? Aí você leva o vídeo pra sala, uma reportagem. Aí quando sai uma coisa desse tipo, por exemplo, eu dou um jeito de achar aquela reportagem, a que foi melhor feita, né. Porque tem muita reportagem porcaria, levar e falar pra eles "oh vocês viram o que aconteceu? Aconteceu isso e isso" e colocar ali. Esqueci o nome da

		substância que foi liberada, mas eu levei a reportagem e coloquei, entendeu? E dá pra você fazer isso. Isso não vai tomar o ano inteiro, dá para o professor fazer. Mas é que falta ousadia no professor. Ele tem que ser ousado, tem que começar a acreditar que química não é só o conteúdo. Tem que desviar disso.
147	ENT	Por que o professor não é ousado?
148	PU2	Eu vou falar de mim, depois eu vou falar dos outros também. Tem professor que joga a culpa, "eu não sou valorizado, eu ganho pouco, a minha sala é muito cheia", essas coisas. Eu trabalho com salas que tem lá no Joaquim, que tem até pouco. Tenho sala que tem quarenta e dois, quarenta e três alunos. É difícil você fazer com que eles prestem atenção, que eles olhem, prestem, fiquem atentos e tudo mais. Mas, não é impossível. O professor não é ousado porque ele esbarra em um monte de pretexto. Quando eu quero, eu faço. Eu sei que eu faço. Quando eu quero eu vou lá e faço o negócio e faço bem feito. Quando eu estou esbarrando, começo a inventar mil desculpas. "É que a sala é muito cheia, a sala é barulhenta, porque eu estou com pouco tempo, porque as provas estão vindo aí, porque não sei o que". E começa a esbarrar num monte de desculpinhas. Porque quando o professor quer, ele fala "eu quero", ele vai lá e faz um negócio bem feito. E falta isso, mesmo. Ele é ousado porque ele fica esbarrando, ele fica desanimado, ele fica com... por causa dos problemas ali, todo dia na rotina diária. A rotina dói menos do que você sair daquela rotina. Então, às vezes é mais fácil você não ousar ficar naquela rotina, "ah, deixa por isso mesmo. Ah, vai assim mesmo, estou ganhando meu salário, estou vindo aqui. Pra que eu vou criar moda? Pra que eu vou inventar coisa pra minha cabeça? Está tudo tranquilo."
149	ENT	Você acha que não tem uma certa pressão que puxa essa pessoa que está querendo ser ousada de volta pra trás?
150	PU2	Tem. Tem. Tem, mesmo Só que depende muito do ambiente, né? Você trabalha numa escola onde você está indo lá, você está cansado, está desanimado. A escola também não faz nada pra ajudar, aí você "quer saber? Larga mão. Vou continuar a dar minhas aulinhas aí meia boca e está bom." Junta tudo, tudo. Professor desanima muito fácil. Eu acho que desanima muito fácil, eu fico desanimada. Eu começo o ano desanimada, eu só vou ficar animada mesmo acho que no segundo bimestre. Começa a ficar mais entusiasmado um

pouquinho. Porque quando eu entro na sala de aula, tem dia, eu olho assim. Eu vou ensinar isso? Esse negócio chato. Eu tinha raiva de dar aula de equilíbrio químico, por exemplo. Aí quando você ia ensinar esse negócio, nem eu gosto, como é que eles vão gostar, eu ficava pensando, né. Mas, por exemplo, o Sebastião gosta de dar aula de eletroquímica. Ele adora eletroquímica, ele é fissurado. Eu gosto de dar aula de radioatividade, adoro. E cinética. Quer ver, eu entro sorrindo pra dar aula de cinética. A parte que eu mais gosto de dar aula é de físico-química. Eu adoro dar aula de físico-química. Físico-química pega todos os assuntos, tudo que é assunto. Mas, aí às vezes eu fico... Ah, vou lá, esse guris não querem nada com nada. Eu vou lá, dou aula, faço uma fórmula, uns cálculos e pronto. Marco pra prova, dou a note. Porque eu vou inventar? Eles não querem nada com nada. Está errado.

151 **ENT** Agora pra fechar a sua pergunta. Que tipo de dificuldades, ou seja, quais as dificuldades, a gente já falou bastante mais livres, que os professores tem pra trabalhar diretamente com a biotecnologia?

152 **PU2** Falta de conhecimento. A pessoa, quando ela sabe o assunto, ela vai lá e faz. Eu estou falando por mim.

153 **ENT** Eu também me considero assim.

154 **PU2** Quando você está seguro, você sabe aquele assunto, você estudou, você leu. Oh, não tem timidez, não tem desânimo, você se torna ousado, porque você sabe falar daquele assunto. Seguro. E você chega, você põe lá quarenta e poucos alunos olhando pra você, prestando atenção no que você está falando. Mas pra isso você tem que saber. Agora você sabe, ele estudou meia-boca, vai lá, quer falar lá na frente um negócio. A gurizada fica olhando pra você, logo eles começam com o celular ou então olha do lado, ou então fica olhando pra cima. Tudo, menos prestar atenção. Sempre tem um ou outro que fica, né. Tem aluno que parece que é fã da gente. Você está dando aula, o negócio está chato, nem você está gostando do que você está explicando e o aluno está lá te olhando entusiasmado.

155 **ENT** Tem um que se anima sempre, né.

156 **PU2** Animado, ali. Dá até... Você olha pra carinha dele, ele está ali te olhando assim, não se coçou um... Se o aluno se coçar também nessas horas, é a divindade na frente dele. Agora outros, não. Estão lá, coçando a cabeça, conversando, no celular, de fone no ouvido. Aí você fica aquela guerra, "tira o

		fone, tira o celular". Mas é dificuldade.
157	ENT	Já cheguei apegar aluno que toda aula eu tinha que pedir umas duas ou três vezes pra ele tirar o fone. E não adiante explicar que é lei, que você não quer que fique na sua aula.
158	PU2	Peguei raiva. Eu tinha mania de usar, nem estou usando mais. Eu peguei raiva, eu não posso, eu peguei um negócio com fone de ouvido, assim. Eu falei que é, eu estou assim, eu vejo uma pessoa com fone no ouvido eu entro em pânico, zoada assim. Qual era a pergunta? Não terminou, é só isso?
159	ENT	Era só mesmo a questão da dificuldade, você falou do conhecimento sobre o tema, a ousadia também entraria, né.
160	PU2	Ah, o conhecimento. O professor é outra coisa. Lembrei. Ele só vai ser ousado se ele estudar, se ele tiver conhecimento. Se ele não tiver conhecimento, ele não educa. Pode vir força externa, escola chata, coordenadora chata, aluno chato, tudo. Mas se ele não tiver conhecimento, porque a pessoa quando sabe, o professor em si, a pessoa que se formou, que é professor, ele quer passar, ele quer falar, ele quer ensinar. Ele quer passar aquilo, ele quer mostrar que ele sabe, ele se entusiasma quando ele sabe mesmo, porque faz parte do ... Eu acredito, da personalidade do professor. Ele é assim, diferente das outras profissões, ele não quer deixar o outro na ignorância.
161	ENT	Mas como o professor poderia também procurar conhecer mais, da onde que viria esse conhecimento? Viria da graduação, de um curso de formação ou ele mesmo teria que procurar essas questões?
162	PU2	Se ele não for atrás... Na graduação não vem, vem o que a graduação pode fornecer para a pessoa. Ela não forma totalmente a pessoa. Pensa, se ele, o professor tem interesse, ele vai atrás. Ele vai planejar as aulas dele, ele vai pensar alguma coisa que ele poderia usar. Ele vai querer investigar, ler um pouquinho mais, imaginar como ele vai dar aquela aula. Ele por si só vai fazer, dentro dele é assim, a personalidade dele é essa. Se é um professor que está desanimado, a escola não ajuda, aí ele vai precisar de força externa. Aí que vai precisar de quem chegue na escola e dá aquele entusiasmo aquele... Que traga o... Aí que entra o curso, né, de capacitação que vai fazer ele se animar, fazer ele ter o... uma luz, "ah não, eu vou fazer, é mesmo, eu poderia fazer isso". Mas daí ele vai precisar assistir e a maioria precisa assistir, por que está num desânimo. A escola desanima à

		vezes, não é? Você precisa de alguém que dá aquele choquinho.
163	ENT	Pra renovar o ânimo.
164	PU2	Renovar as energias.
165	ENT	Isso. Você falou de vários temas, que você gosta de trabalhar bastante com radiação, a gente está trabalhando com o tema da biotecnologia. Como o professor escolhe que temas trabalhar na escola? De onde que ele tira, como ele seleciona isso?
166	PU2	Como que eu escolho?
167	ENT	Isso.
168	PU2	Como assim? Eu pego o conteúdo, estou fazendo o planejamento aí de repente dá uma ideia. Falo "devia fazer tal coisa". É isso?
169	ENT	É, mais ou menos isso, de como você escolhe o tema pra trabalhar em sala de aula. Você tem a lista de conteúdos, né. A lista de conteúdos, você disse assim que às vezes, eram só a equação pela equação. Como então selecionar um tema pra envolver aquilo? Não sei se você me entendeu.
170	PU2	Deixa eu lembrar de uma coisa.... Eu devia ter trazido. Deixa eu ver se eu me lembro. Como trabalhar um tema, você pega, por exemplo, vamos supor o negócio do pão lá. Foi a cinética, aí você está lá montando a aulinha, o movimento cinético... Fatores, gráficos. Vou apresentar inicialmente esse tipo de problema, esse aqui pra introduzir o assunto. Vou aumentar gradativamente a dificuldade, você fica pensando "mas se e se eu passar um filme?", por exemplo, assim?
171	ENT	Minha ideia é um pouquinho antes, como você chegou na ideia do pão? Porque você escolheu trabalhar com aquele tema, na cinética?
172	PU2	Porque na época eu tinha uma panificadora. Pra você ver, eu estava envolvida com o pão. Eu tinha uma panificadora e eu estava envolvida com toda a fabricação, todo o processo de fabricação do pão. E eu ajudava a produzir o pão antes de contratar o padeiro. Eu estava envolvida com todos os processos. Desde a hora colocar a massa ali na masseira, a água, colocar todo o material, a química que eles chamam de química, o moderador, pra poder....O retardador também, acelerar o... diminuir a ação do fermento, por exemplo, pra não crescer o pão demasiadamente. Depois colocar esse pão no forno, preparar a lenha, a temperatura do forno, ficar moendo o pão francês, por exemplo. Mas, acompanhar

aquele pão, porque aquele pão saiu com a casquinha dura, porque ele saiu com a casca acinzentada. Porque ele rachou demais, entendeu? Por que tem que cortar ele, fazer aquele risquinho nele pra ele sair e ficar... Se não fizer, como é que vai sair essa casca? Por que ele saiu com a casca... por dentro ele está macio, mas está com a casca extremamente dura. Até quem gosta da casquinha não consegue comer, porque é muito dura, coisas desse tipo. E daí eu comecei a pensar, porque que o pão ficava desse jeito usando a parte da química, a explicação. Daí eu peguei o manual que tinha, que foi de uma empresa do um curso que eu fiz, de manipulação de alimentos, na época. Como eu estava na padaria, trabalhava lá e a padaria era minha também, eu tive que trabalhar com a manipulação e lá eles... Uma empresa de fermento passou um manualzinho. Lá tinha assim, falando sobre o pão, as coisinhas sobre o pão, numa linguagem bem de padeiro, mesmo. Eu peguei aquela linguagem e comecei a traduzir pra química, o que tinha a ver com a linguagem mais técnica. Daí que eu fiz o projeto e até hoje, de vez em quando eu trabalho com os alunos sobre o pão, na sala de aula. Quando eu entro no assunto da cinética eu vou direto no pão. Porque ele vai trabalhar essa parte e o pão no caso, ele vai envolver um monte....vai envolver a parte de cinética inteira praticamente, toda. A parte de soluções, ele vai envolver. A temperatura já fala, a parte mecânica também, vai envolver alguma coisa mecânica ali. Porque tem que amassar o pão, porque tem que sovar o pão, porque ele vai passar pelo cilindro e tudo mais. Toda aquela parte e aí eu comecei a trabalhar com... por causa disso. Aí responde a pergunta, por quê? Conhecimento. Porque o professor, se o professor fica só preso no conteúdo ali e não começa a observar o que está perto dele, ele não consegue trabalhar, levar esse assunto pra dentro da sala de aula. Ele não ia conseguir trabalhar, por exemplo, em biotecnologia. O professor não vai conseguir trabalhar biotecnologia se ele não começa a prestar atenção em coisas simples, como a alimentação dele dentro de casa. Nesse T, por exemplo, só de prestar atenção nesse T aqui já vai, já vai deixar ele se questionando como ele poderia trabalhar. Porque tem que estar dentro do cotidiano dele, também, pra ele poder fazer o aluno enxergar isso.

		capacidade de olhar os temas que estão ao seu redor.
174	PU2	É, porque, se ele não fizer isso, ele não vai conseguir. Tem um professor de matemática chamado Levi, aqui na escola, no Joaquim. O Levi, ele dá aula, é ele é professor de matemática... Porque a matemática, acho que é a única que não pode sair dando aula de outras matérias por aí, né. Eu já dei aula de matemática, professora de química. Já dei aula de física, não gostei. Odeio, fui péssima professora de física. Péssima, péssima, eu não sei muita coisa de física. E eu não sei como dei aula, eu decorava o negócio e dava aula com o livro, eu acho, falando por aluno. Aí você faz as... Fui uma péssima professora de física, eu nunca mais vou dar aula de física na vida. Mas o Levi, ele lê muito, ele lê livros assim, totalmente distantes, mas ele consegue trazer o que lê pra dentro da matemática. Eu acho interessante aquilo que ele faz, eu gosto. Você teve aula com o Levi?
175	ENT	Não, não tive.
176	PU2	Nossa, o Levi é legal. Ele estava lendo, sabe aquele livro "Código da Vinci", aqueles livros assim, livros grandes, tem todo um... Ali tem uma história que fala de muita coisa, né. Ele lê esses livros e ele consegue conversar com você sobre todas as áreas, por exemplo. Você vê como que muda a percepção do professor, de mundo. Agora o professor fica só no conteúdo, prepara o planejamento dele em cima do conteúdo. Igual a nós fazemos de uma forma geral, ou em cima de aula prática do experimento em si. Vai lá mistura tal com tal, acabou. Ele prepara só aquilo ali e ele fica assim, fechado. Ele não consegue observar. Eu só consegui trabalhar com o pão por que eu parei e comecei a observar as coisas que estavam acontecendo. E se você não fizer isso, você não vai conseguir. Aí vale mais que ousadia, até. Aí vai entrar o... ele começar a ter essa visão de mundo. No curso de capacitação, alguns cursos, tem uns que são umas porcarias, ele consegue ter essa... um pouquinho dessa visão. Se o curso for bom, ele consegue ver coisas além do conteúdo. Se o curso for bom. Agora, se o curso não é bom, ele vai continuar no conteúdo. Ele vai voltar pra casa, vai falar "ah não quero ver isso não". Igual eu já fiz em muitos cursos que eu já fui. Ignorei totalmente. Porque, chegou lá e não tinha entusiasmo. Não tinha aquela coisa que ficava fazendo você parar, pra você ler um pouco, tentar descobrir coisas novas. E aí surge um tema. Teve um acidente nuclear do Japão.

177	ENT	Fukushima.
178	PU2	De Fukushima. Eu esqueci como que lia, quando eu escrevi o nome. Eu estava falando, mas eu falei "vou trazer o vídeo pra vocês". A menina falou "eu posso procurar o vídeo professora?" Eu falei "pode", "como que escreve?" [a menina perguntou] Eu falei assim, "ah, não sei, eu vou ver com o professor de geografia". O professor não estava na escola no dia aí falei "ah, dane-se". Aí eu falei pra ela "não sei como escreve, não sei, me dá seu telefone, eu vejo pra você". Eu fui descobrir como era, por exemplo. Está vendo, porque saiu a reportagem. Agora, o professor nem olhou, nem assistiu no jornal, não está nem sabendo o que está acontecendo. Sabe mais ou menos, ele não está entusiasmado, ele não quer nada com nada. Ele vai chegar lá, nem vai falar de radioatividade, não vai falar de nada e nem vai falar do acidente, por exemplo. Todo mundo ficou falando do acidente. Ele nem mencionou, nem de longe assim o que aconteceu, né. E eu estava atarefada com um monte de coisa pra fazer. Era dia de prova, era semana assim, tinha muita coisa pra corrigir sem tempo nenhum. Eu cheguei na sala tinha acesso à internet na escola. Não aqui no Joaquim, na época, aqui no Joaquim essa internet deles dá tristeza. Eu liguei o computador e coloquei uma reportagem no data-show. Mostrei pra eles. Precizou da aula? Nem precisou. Eles assistiram tudo quietinho prestando atenção. Eles entenderam o que estava acontecendo. Algumas coisas eu falei e tal.
179	ENT	Então, eu terminei tudo aqui, já até fui além. Você gostaria de fazer mais algum comentário sobre o texto, sobre a pesquisa ou alguma coisa que você tenha achado interessante, importante de ser ressaltado?
180	PU2	Você falou que vai trazer, talvez, um.... Quando você for para o doutorado, um curso, né.
181	ENT	Sim, isso. A ideia é o que eu estou fazendo agora é vendo, assim, mais ou menos, o que o professor espera disso, né. Como ele vê a sensação da.... Até se ele quer mesmo trabalhar com isso, se ele não quer, se ele acha importante ou não. E buscar também maneiras de se abordar isso, né. Pensar um pouco como eu posso trazer isso pra sala de aula. Daí quem sabe no doutorado pensar em um curso de formação, não sei. Mas a ideia é de no doutorado tentar trazer o tema mesmo para a sala de aula, fazer uma atividade...

182	PU2	Você está trabalhando com o que agora? Formação de professores ou com ensino? Além de pesquisa...
183	ENT	A ideia acho que está mais pra formação de professores. A gente está indo mais, está voltando mesmo, pelo que eu estou percebendo pra formação de professores.
184	PU2	Se a ideia for a formação de professores, então está bem no caminho, mesmo. O que você pode tirar, do que você perguntou pra mim? Você perguntou sobre o que falta, as dificuldades, né. Aí eu disse que muitas vezes, os professores dizem que são... que não fazem as coisas porque não se sentem entusiasmados. Seja por fatores externos ou internos. Mas eu acredito que na maioria das vezes é por causa de um motivo, que é mais do que a falta de ousadia, que é a falta de conhecimento. Isso bate com a formação de professores. A falta de conhecimento, a falta de visão global das coisas, de olhar o que está do lado. Porque essas coisas simples dá pra levar pra sala de aula, sem requerer muito tempo.
185	ENT	Até a questão que você falou da ousadia, né? De superar, digamos ou de ir além da questão do conteúdo, também enxergo como dentro da formação de professores, né? De mudar a questão da visão igual você falou, né? Da visão do professor, de como ele olha o entorno é uma questão também de discutir como ele encara.
186	PU2	Lembra a questão do pão.
187	ENT	Exato.
188	PU2	Porque eu não estava envolvida só com a sala de aula. Eu não estava observando só a sala de aula ou só o conteúdo de cinética, as equações, montando a lista de exercícios. A famosa lista de exercícios, pra depois montar a prova. Eu estava observando um pouco além. Ele precisa observar além.
189	ENT	A ideia que a gente tem de formação de professores não é uma formação de professores que trabalhe só com conteúdo, com conhecimento específico. Tipo, as fórmulas, o conteúdo da ciência.
190	PU2	Do Enem?
191	ENT	Exato.
192	PU2	O Enem mudou de novo, né?
193	ENT	Mas que vê também que é uma questão de mudar a visão, de mudar filosofias, né. Porque a ciência, ela tem uma filosofia dela. A comunidade em geral tem um outro pensamento. Então, a ideia é de diálogos também de pensamentos, de como esses seres enxergam o mundo, de formas diferentes

		<p>dessa. O que eu acho que entra bem a questão que você falou da visão, né? Da visão que o professor tem do seu entorno.</p>
194	PU2	<p>Eu vi uma professora que tinha viajado e fotografou a Mata Atlântica... Várias assim.... Uma estrada, tirou foto assim de umas árvores, de uns... Ela estava na região ali da Mata Atlântica. Ela levou esses filmes - professora de geografia - para os alunos, por exemplo. E ela pediu para que eles fotografassem o que eles vissem assim, aqui, que lembrasse, por exemplo, a região, o cerrado. E ela começou a fazer algumas comparações. Uma coisa assim, às vezes tão... É falta de visão de mundo, mesmo, coisas muito simples. E, às vezes, é mais simples você trabalhar com coisas mais simples, mais produtivas, trabalhar com coisas mais simples, falei errado. Mais produtivas, eu falar mais simples trabalhar com coisas produtivas. Mais simples trabalhar... Mais produtivo trabalhar com coisas simples do que, por exemplo, né? Como trabalhar.... Chegar na sala de aula e trabalhar... Fazer o professor se entusiasmar pra trabalhar com um tema tão amplo e multidisciplinar, que vai exigir dele bastante. Não muito conhecimento de um doutor, por exemplo. Mas o conhecimento suficiente pra passar pra um adolescente. Uma pessoa de quinze, dezesseis anos. Que essa pessoa possa entender numa linguagem boa pra ela. E o professor possa saber como passar tudo isso. De que maneira? Entusiasmá-lo pra ele chegar na sala de aula e trabalhar com o assunto.</p>
195	narração	Corte na transcrição - assuntos particulares
196	ENT	Foram todas, a gente falou mais até.
197	PU2	Ah, é?
198	ENT	Fomos além.
199	PU2	<p>Como deixar o professor... como, de uma forma geral, todos, até eu também, incluindo eu...? o professor não está estimulado a trabalhar com... a trabalhar somente com o conteúdo e às vezes nem com o conteúdo ele está estimulado a trabalhar... Tem professor, por exemplo, que dá aula de química orgânica e ele chega no quarto bimestre, ele ainda... Igual eu entrei numa escola, não vou dizer qual escola é, não vou dizer o nome do professor, não preciso dizer nada disso. Mas eu entrei na escola pra dar aula no quarto bimestre. Estava toda a vida atrás de uma escola pra dar aula e não achava nenhuma. Achei, no quarto bimestre, ah! Final do terceiro bimestre, quer dizer. Aí quando eu cheguei lá pra trabalhar, o professor ainda estava em hidrocarbonetos. Não</p>

		tinha dado funções oxigenadas, nem hidrogenadas, isomeria. No quarto bimestre você começa a trabalhar com as reações orgânicas e ele estava em hidrocarbonetos. Os alunos mal sabiam, por exemplo. E aí, os alunos falaram que ele vivia faltando, vivia desanimado, não sei o que. O que fazer?
200	ENT	É que é difícil, também. São diversos fatores que desanimam o professor. Não é só uma coisa, não dá pra dizer que é só o aluno, que é só a direção.
201	PU2	Não é.
202	ENT	É uma série de fatores. Então o ideal era que mudasse tudo.
203	PU2	Não tem como mudar tudo.
204	ENT	Como não dá pra mudar tudo, tenta-se mudar algumas coisinhas. Uma coisa que você falou, por exemplo, é do conhecimento, né, de outros temas.
205	PU2	Mudar os perfis dos cursos de capacitação. Eu acho que o curso de capacitação tem público. Tem público. Tem que ter alguma coisa ali que mude o perfil do curso.
206	ENT	Uma das coisas que a gente fala é que o curso de formação que é...Por exemplo, uma vez, sejam dez horas só pra você discutir algo pontual, por exemplo, ... Defender a biotecnologia, daí o professor vai lá com o coordenador do curso, né, dá o curso dele e depois te abandona lá na sala de aula. É complicado, também, né? Porque, ali em dez horas você começa a discutir, a aprender sobre o tema e depois ser abandonado. [Interrupção] Uma das coisas que a gente fala é da formação permanente, né? Não no sentido de estar em curso sempre, mas no sentido de você estar sempre pensando na sua prática, aquilo que você está fazendo. Estar sempre tentando aprender sobre as suas aulas, né? Igual você mesma falou, né, de estar sempre assim olhando "será que eu estou dando uma aula boa? Será que eu estou formando direito?" E ter um acompanhamento pra isso, de ter alguém pra discutir sobre a sua aula.
207	PU2	Visão crítica sobre você mesmo. Qualquer profissional tem que ter isso.
208	ENT	E de ter alguém pra conversar com você sobre a sua aula, o que você poderia melhorar e tudo mais. Neste sentido até as formações que sejam específicas, por exemplo, na química, mas também momentos de interação com outros professores. Pra discutir o que pode ser feito junto, né? Os projetos integrados, assim.
209	PU2	Esqueci o nome do curso da especialização.

210	ENT	Se não souber o nome, mais ou menos a área que se localiza. Nossa, ficamos uma hora e meia.
------------	------------	--

Entrevista para Mestrado com Professor Rural 1 - PR1

Turno	ID.	Falas
	Narração	O professor comenta sobre os textos significativos à medida que os lê.
1	PR1	Aqui fala sobre, ah, o biocombustível, é... Fala sobre a questão dos transgênicos. Aí, células-tronco embrionárias. Esses temas todos, estão todos ligados...?
2	ENT	Todos são temas da biotecnologia, né.
3	PR1	Certo. Certo, aí entra a questão ética dentro das células-tronco. {Subtema} Experimentação. Aqui, interessante, eu notei que na fermentação, a introdução das usinas no Pantanal é uma promessa política que, graças a Deus, não ocorreu, né.
4	ENT	A ideia era que ocorresse, né. Acho que estavam planejadas mais de nove usinas no estado. Acho que não deslanchou, só, né.
5	PR1	Existia, um, que eu fiquei sabendo pelo conhecimento que eu tenho no meio político aqui, foi feito um pacto. Você me dá isso, que... eu te dou isso, que eu quero tal coisa. Então, do ponto de vista, não foi cumprida a promessa da outra parte, do governador. Ele não conseguiu cumprir, por questões ambientais. Mas ele vai voltar, ele está voltando aí na política, esse governador [Zeca do PT?]. Então... Então aqui ele... Comparação?
6	ENT	(explicação sobre o estudo de caso comparativo - diferencial da escola urbana e rural)
7	PR1	Você vai sentir... Vai sentir uma diferença muito grande mesmo. Porque a gente tem diferenças... Como eu sou professor da escola particular e da escola pública, então você consegue trabalhar conceitos da escola particular na escola pública, mas você não consegue trabalhar os conceitos da pública na particular. É basicamente, assim, impossível, levar essas duas, esses dois, vamos dizer assim, é impossível fazer essa interligação. Por quê? Na escola pública, eles estão morando... eles estão vivendo dentro de uma fazenda. Então, ali eles estão em contato. Eu falo, lá, fermentação: todo mundo está vendo a fermentação acontecer ali, em campo, né, a céu aberto. Quando eu falo, por exemplo, fermentação na escola particular, eles vão se lembrar do quê? Eu tenho que usar coisas que eles vêm em casa. E quando muito, nem

Turno	ID.	Falas
		vêm. Se falar: alguém aqui já viu alguém fazer pão? Eles vão falar "Não, só vejo ele pronto na padaria."
8	ENT	Eu... Meu projeto de graduação era justamente sobre fermentação do pão, né. Eu iniciei com a Celina e ela... E a ideia era trabalhar um pouco de cinética de reações dentro de processos de fermentação. Eu lembro que eu trabalhei com algumas turmas de ensino médio, então, geralmente era complicado, eles não tinham muita noção do como se fazia.
9	PR1	Exatamente, ali o pessoal paga, na rede particular, o pessoal paga para tudo. Na rede pública, o pessoal, eles fazem tudo.
10	ENT	Então... Não... Mas... Essa escola que eu estou propondo é o Joaquim Murinho, que é a escola estadual.
11	PR1	Sim, que não é muito diferente da escola particular, porque ele só não é particular, porque é do governo, mas senão... O contexto ali, muitos alunos são alunos...
12	ENT	Que moram ali no centro...
13	PR1	Que moram ali no centro, nos condomínios, ali, né. Que têm um poder aquisitivo maior.
14	ENT	E eu já trabalhei com turma do Eja e foi bem diferente trabalhar com a fermentação, né.
15	PR1	Também.
16	ENT	O povo trabalha fazendo pão mesmo. Tem essa ligação maior.
17	PR1	Tem toda essa ligação e o pessoal ali, eles trabalham realmente, né. Um povo que já tem mais de dezoito anos. [Tempo de leitura do resumo do projeto] Pegou a linha freireana também.
18	ENT	Sim. Que é bem forte lá no programa... O Demétrio, o Angotti...

Turno	ID.	Falas
19	PR1	<p>Sim, o meu projeto [de mestrado] foi baseado todo na inserção da metodologia freireana. Que lá a gente tem essa coisa, talvez seja até interessante, porque lá na escola agrícola, o aluno chega ali de duas formas: ou porque ele é morador da região, filho de produtores rurais; ou porque ele é funcionário de fazenda, então ele acaba morando na fazenda. Eles vêm sem casa, eles vêm sem trabalho. Então vão ser inseridos no meio rural dessa maneira. E com isso o índice de pobreza desse pessoal é grande. E na fazenda eles têm tudo. E como moram na região rural, eles têm que estudar numa escola rural, mais próxima. Tem uns lá que viajam três horas para chegar até a escola, muitos deles. Três-quatro horas para chegar até a escola e três-quatro para voltar. Então, o estudo é integral... Vai até às quatro e meia. Então, para você ter uma noção. E o que acontece: o aluno chega filho de ajudante de fazenda na escola, então na escola ele começa a ter a interação com toda a ciência, parte dos professores de química, física, biologia, matemática... Então ele já vai pegando o gosto pela coisa. Ele chega ali sem norte nenhum. Então, no primeiro ano ele começa a, primeiro ano, não, na realidade no fundamental, ele começa a verificar como que funciona. Mas é no primeiro ano do ensino médio que ele começa a se direcionar, a falar "ah, eu gosto de trabalhar com a bovino, então eu acho que vou trabalhar na área ou de zootecnia ou na área de veterinária ou... né?" Então, o cara olha... "ah, eu estou trabalhando com... Gostei de trabalhar com a horta", então o cara vai para a área de agronomia. Então, na química você começa a trabalhar todos os conceitos, ali, de produtos químicos, fertilizantes, o que significa cada um deles, porque na biologia também trabalha, na produção animal também trabalha... a parte de... quais são os macro elementos, macro nutrientes, micronutrientes. Lá na química, faço questão de enfatizar isso daí, principalmente quando estou trabalhando o estudo lá da tabela periódica, das substâncias químicas, das funções inorgânicas. Então ali é onde eu bombardeio: então lá na {prod. de conhecimento}, o que que é ácido clorídrico, que é isso, aquilo, tem o conhecimento básico. Mas na hora que chega na função sal, eles veem todos os macro nutrientes, todos os micronutrientes. Ali eles já sabem me informar qual é a aplicação de cada um deles: para que que eu estou</p>

Turno	ID.	Falas
		<p>usando potássio na planta, para que que eu estou usando nitrogênio, para que que eu estou usando fósforo. Aí tem na função óxido que a gente acaba fechando. Em reações, eles vão ver o que acontece, quais são as reações que acontecem na, aproximadamente, as reações que acontecem nesse contexto - eu faço um contexto, assim, mais global, que vem desde chuva ácida até a aplicação de calcário no solo. Então você tem todo fechamento. É um projeto, assim, bonito. Tanto é que nós conseguimos com essa metodologia obter pelo quinto ano consecutivo o segundo lugar do ENEM das escolas públicas. Nós consideramos o primeiro, né, por quê? Quem é o primeiro?</p>
20	ENT	É uma escola particular, né?

Turno	ID.	Falas
21	PR1	É uma escola militar, colégio militar, que está inserida tanto como pública, que eu não acredito, tanto como particular. Você pega o ranking das escolas do ENEM, é tanto pública quanto particular. Está nos dois. É a única escola que compete com os dois, particular e pública. Então nós temos cinco anos como segundo lugar das escolas públicas de Mato Grosso do Sul. E... Só que tem um detalhe, né: a Militar está sempre no primeiro. Então está na hora de enxergar isso daí e retirar ela da pública, porque ela não é uma escola pública, tem mensalidade. E... Nós conseguimos muitos benefícios da Secretaria da Educação em função desse resultado, inclusive. Mas... Vamos lá! O que você?...
22	ENT	Para entender essa questão que você estava falando do trabalho que você faz com a questão dos fertilizantes, dos agrotóxicos, né.
23	PR1	Sim
24	ENT	Dessa abordagem química desses temas e da importância deles. Daí pensando na importância deles, assim, o que você acredita que seja a importância das biotecnologias, né, o porquê que elas foram desenvolvidas?
25	PR1	Então, a questão da biotecnologia você tem duas situações: primeira, aumento da produtividade. Em função de décadas e mais décadas de uso com agrotóxicos, com material agressivo ao meio ambiente, o que aconteceu?,foi desenvolvendo aí inúmeras, uma série de resistência a muitas pragas. Muitas pragas se tornaram resistentes. Sempre que estar mudando o material e esse material, esses defensivos têm que estar constantemente mudando suas fórmulas, mudando a sua potencialidade de atuação e isso agredindo cada vez mais ao meio ambiente. Então eu acredito que a biotecnologia, ela veio para quê? Para reduzir o uso de agrotóxicos e não eliminá-lo totalmente, e sim reduzir. E reduzir, acredito nisso, em função até de algumas, de alguns, autores que dizem que ela não elimina, mas reduz significativamente, e ao passo que aumenta a produtividade, facilitando aí a redução da... vamos dizer assim, aumentando da produtividade. Não vou falar em termos muito complexos não, aumentar a produtividade.
26	ENT	É, eu não sei se você... [interrupção] Chegou a notar, mais eu trouxe aqui algumas falas sobre os transgênicos, né?
27	PR1	Sim.

Turno	ID.	Falas
28	ENT	Três visões aqui. Um é o Michael Hansen, que ele é, defens... Representante da OMC e outro é Walter Colli e o Leonardo Melgarejo que são representantes da CTNBio e eles apresentam perspectivas bem opostas, digamos.
29	PR1	Sim.
30	ENT	Daí, dentro da própria CTNBio que é o órgão que regulamenta a questão dos transgênicos, né, tem um deles que diz que a produtividade não aumenta em função dos transgênicos e outro, que é o Walter Colli, ele vai dizer que nenhuma outra tecnologia usada na agricultura terá impacto tão importante na solução do problema da fome, né, a questão da produção de alimentos. E como que você vê essa questão da controvérsia, né, dessas opiniões opostas.
31	PR1	Então, o que está acontecendo aí são visões de áreas diferentes. Todas as áreas têm suas competências, mas eu acredito que estaria por traz disso daí uma questão política, econômica: o capitalismo. É claro que a área da produção de defensivos vai defender o uso dos defensivos e a biotecnologia veio para desenvolvimento de transgênicos, aliás, o desenvolvimento de transgênicos, quem trabalha a favor dos transgênicos vai defender o seu peixe, como se diz, vai vender o seu peixe. É claro que é notório essa, na lavoura, essa questão do transgênico. O pessoal diz que não tem transgênico, não tem transgênico, mas... A Argentina já trabalha com transgênicos faz horas e a produção dela é fantástica. Não sei se é por causa de fatores de altitude e tudo mais, mas acho que isso já foi resolvido. Se eles estão usando transgênicos com melhores resultados, então existe um fator favorável em cima disso.
32	ENT	E o Brasil, agora, acho desde 2010 já está em segundo lugar no ranking dos países mais produtores de alimentos transgênicos.
33	PR1	Sim...
34	ENT	Só perde para os EUA, que têm uma produção absurda, mas o Brasil está ali...
35	PR1	E nós, antes de produzirmos transgênicos, nós já consumíamos transgênicos, deliberadamente. E até o momento nada ficou provado da questão, da questão, da saúde, da questão alimentar.
36	ENT	Então, pensando nessa questão da falta de provas, o que

Turno	ID.	Falas
		você pensa da segurança deles?
37	PR1	Bom, a segurança alimentar, isso daí, foi a última coisa a ser pensada, porque primeiro nós consumimos. É o que eu digo: há muito tempo importamos soja do Uruguai e da Argentina. Mas há muito tempo mesmo, bem antes da questão de verificar a proibição no Brasil ou da liberação. Então primeiro nós consumimos, depois nós fomos pensar na produção. O Brasil só era proibido de produzir. Alimentação já tinha entrado no setor alimentar faz horas. Mas, enfim, eu acredito que eu não tenho muito conhecimento para dizer sobre segurança alimentar. Então testes provavelmente já foram feitos. E até o momento não surgiu nenhuma evidência concreta de que alimentos transgênicos pudessem causar uma ou outra interferência na saúde... Então, a gente tem que, como se diz, a gente tem que acreditar, tem que ser a favor, por enquanto.
38	ENT	Então, se você tivesse que decidir sobre o consumo deles, o que que você decidiria?
39	PR1	Eu decidiria que sim.
40	ENT	Que sim... E sobre a produção deles, você acha que eles são realmente necessário. Você acha que existem outras alternativas que tenham as mesmas vantagens dos transgênicos.

Turno	ID.	Falas
41	PR1	<p>Não, eu acredito que seja uma alternativa positiva, que seja... Que têm que ser usado, sim. Até por que, nós temos que diminuir o uso de defensivos, que agridem o meio ambiente. Agora, é necessário fazer um estudo a longo prazo, se uso dos transgênicos, eles vão causar alguma influência no meio ambiente, além da influência, do impacto ambiental da exploração não sustentável, por exemplo, a troca da área natural pela área da produção natural... da produção vegetal. Por exemplo, você fazer um... desmatar uma grande área, né, ambiental, natural, mata virgem, por exemplo, ou uma mata que seria de área de reserva, para substituí-la por uma produção de soja ou de transgênicos. Então que é o caso, o grande medo da, o grande medo da região amazônica de levar estradas, levar a... vamos dizer assim, é... o escoamento da produção pela região Norte, é que junto com o escoamento da produção Norte, abra caminhos também para a exploração da floresta amazônica. Por que isso é inevitável, onde tem estrada, a estrada vem abrindo junto com o caminho da... como é que eu vou explicar, utilizar um termo aqui?... Junto com o caminho do progresso, venha também o caminho da exploração. Porque lá o grande problema seria que a região Norte é rica em petróleo e gás natural, só que ninguém deu a cara à tapa ainda para autorizar a exploração. Nenhum engenheiro ambiental, nenhum técnico ambiental vai colocar o nome dele lá, para que seja conhecido como o cara que autorizou o fim da floresta amazônica. Porque só precisa de alguém para assinar aquela exploração, porque para chegar até o ponto de exploração eu tenho que construir estradas. Se eu construir estradas, eu estou abrindo caminho para que junto venham os traficantes, para que venham os exploradores. Aí então, tem toda essa parte. Por exemplo, o Pará, ele tem sido bastante desmatado, muita região lá, para exploração de madeira, e a troca da madeira, no lugar da madeira, possivelmente, depois vem a produção de que? De soja e grãos... transgênicos. Então, essa introdução de uma nova espécie ou de uma espécie que não é da localidade pode gerar uma série de questões negativas sobre o meio ambiente.</p>
42	ENT	<p>Mesmo pensando nessas séries de questões negativas que você citou, né, do... A questão do meio ambiente, principalmente. Você acha que ainda assim os transgênicos</p>

Turno	ID.	Falas
		são uma alternativa viável?
43	PR1	Ainda assim! Onde por exemplo foi plantado soja não transgênica, pode ser substituído. Agora digo, por exemplo, sou contra abrir novas áreas para introdução de transgênicos. No caso da região do Pará, Mato Grosso, norte do Mato Grosso, também. Apesar de que lá a lavoura é muito maior do que a região mais aqui pro sul.
44	ENT	Sim.
45	PR1	Então, ali a agricultura extensiva é bem... Cada vez mais em primeiro plano. Você viaja 100 km, 150 km, só tem lavoura de soja. Você não vê uma mata nativa.
46	ENT	Vocês chegaram a... Chegam a discutir, trabalhar, a questão dos transgênicos na escola?
47	PR1	Em determinados momentos, sim. Especificamente nós vamos, a gente acaba falando um pouco na química ambiental, acaba entrando em poluição, acaba entrando em exploração, acaba entrando também um pouco em transgênico. Onde, especificamente, é voltado a área de biologia.
48	ENT	Hummm
49	PR1	Porque a área de biol... é uma parte da biologia. Quando entra na questão de genética, o professor aborda isso aí. Então a gente acaba trabalhando em conjunto. Há casos da gente sair a campo, né... É... Ir na reserva, nós temos uma reserva na escola, a gente vai passeia pela reserva e vai falando das espécies, do que uma espécie tem a ver com a outra, a relação ecológica, relação biológica e ecológica entre todas as espécies... é... de fungos, de líquens, de vegetais... Um vegetal produz o que o outro precisa. Então um produz a sombra, outro produz nutrientes. Então, o que acontece? A gente acaba introduzindo isso tanto em química quanto em biologia, mas ela é mais amplamente aplicada em biologia, essa parte da discussão dos transgênicos.
50	ENT	Você acha que poderia ser mais trabalhada a questão dos transgênicos ou outros subtemas da biotecnologia nas, dentro da disciplina de química.

Turno	ID.	Falas
51	PR1	<p>Pode, pode ser trabalhado sim. Tanto é que ele entraria como se fossem os antigos temas transversais, que eram, foram colocados na década de... De 90, 90 no currículo. Que todas as disciplinas trabalhariam com temas transversais. Isso é interessante, porque não precisa ser o conteúdo especificamente química: eu estou em tabela periódica, eu posso abrir precedentes ali para trabalhar, por exemplo, fertilização de solo, por exemplo, parte de defensivos agrícolas, a parte de biotecnologia.</p>
52	ENT	<p>E... Qual... Você acha que esses conteúdos seriam importantes para os alunos e... por que seriam ou não seriam?</p>
53	PR1	<p>Acredito que seria importante, no caso específico da escola agrícola, ele é um conteúdo que vai agregar à formação deles, agregar conhecimentos. Porque os alunos saem de lá, como eu disse para vocês, ali nós trabalhamos a pedagogia libertadora freireana. Então o aluno sai dali técnico agrícola, técnico agropecuário, né. então, o que aconteceu? Ele entrou lá sem casa, sem perspectiva de vida, e ele está saindo como quê? Orientado como um técnico. Só que muitos não saem como um técnico, muitos saem dali com aprovação em vestibular ou para agronomia ou para medicina veterinária ou para biologia ou para química ambiental; nós temos lá um grande número de alunos na química ambiental... engenharia ambiental na universidade federal. Então ele sai dali com a perspectiva de vida completamente diferente da que entraram. Eles entraram, digamos assim, entre aspas, nível econômico baixíssimo e saíram de lá com, como solteiro individual, saíram de lá com salário entre 3,5 a 5,5. Que é um salário, por exemplo, que deu uma reviravolta na vida desse pessoal completamente, assim de 180 graus. Eles saem de lá com perspectiva de comprar seu primeiro carro zero quilômetro, motos e tudo mais. Então, a perspectiva... [Interrupção].</p>
54	ENT	<p>Fica à vontade...</p>

Turno	ID.	Falas
55	PR1	<p>Então num ponto de vista, eles acabam trabalhando em várias áreas e tendo conhecimento específico, aliás, não específico, tendo um conhecimento tão vasto, assim, eles conseguem atuar nos seus empregos, nas suas áreas de atuação, eles conseguem atuar nas suas áreas específicas de uma maneira mais abrangente. Então, por exemplo, um técnico agrícola que vá trabalhar como vendedor de defensivos, nós temos um aluno lá, que saiu de lá, o que não teve perspectiva nenhuma foi vender, foi ser representante de uma grande empresa de defensivos agrícolas. O que não teve perspectiva nenhuma; não foi fazer vestibular, não foi fazer nada. Então, o salário dele é um salário bom, pra quem tem aí a idade que ele tem, para quem saiu da família que ele saiu, certo? Então, hoje ele tem... ele mora bem, ele tem... ele vive muito bem e, o que que aconteceu? Por causa da abrangência de conteúdos que ele teve, ele consegue se destacar entre os demais vendedores de lá. E ele pegou cargo de quê? De chefia. Além de ser responsável técnico pela empresa, ele pegou cargo de chefia, porque o conhecimento que ele tem vai além do que se espera. Então, ele tem toda essa vivência e toda essa bagagem, né?</p>
56	ENT	<p>Agora estou pensando na questão, esses jovens formados lá, eles... A maioria sai ou... A ideia que eu estava pensando era no impacto dessa formação para a área entorno, mas eu também não sei a área em torno como que eles são.... Fazendas deles mesmo ou eles são empregados, lá, a maioria...</p>

Turno	ID.	Falas
57	PR1	<p>O percentual de proprietários, percentual ali é de 10 a 15 por cento de proprietários de fazenda. Nós temos o caso de proprietários de fazenda, realmente grande área, tem fazenda no Pantanal, tem fazenda no Anhanduí, que é próxima ali de Campo Grande. Mas o grande número é de funcionários de fazenda, filhos de funcionários de fazenda. Mas nós tivemos casos ali de meninos ali que eram filhos de capatazes, que foram lá fazendo ensino médio e no segundo ano ele despertou, até o primeiro ano ele era apagado, ele não existia para a escola, mais ou menos assim. No segundo ano ele despertou e foi selecionado num programa da universidade federal para estudo na área de veterinária e, como geralmente tem um pessoal faz-tudo na escola, e tudo o cara conhece: um pouquinho de eletricidade, conhece um pouquinho disso, daquilo, é uma pessoa curiosa. Ele tem o chamado, ele é o chamado, como se diz assim, ele tem iniciativa para tudo. Mesmo que ele não dê jeito depois, ele tem iniciativa de fazer, de resolver. Esse pessoal é muito bem visto por todas as áreas, então a universidade federal gosta de gente assim, até por falar assim "esse cara aqui precisa ser polido. Vamos dar um polimento nele". Dito e feito. Então o cara foi lá, a universidade chamou, ele falou "olha professor, estou gostando. Acho que vou mexer com veterinária". Beleza. Conseguiu até uma bolsa de emprego lá na universidade na época. Depois, com isso, ele acabou fazendo veterinária. Ele não foi fazer veterinária na UFMS, mas foi fazer numa particular; continua com projeto com professores da UFMS. E o pessoal fica chamando. Então, ele recebeu muitas propostas de emprego boa, mas apenas para atuar como técnico. Ele falou "não, eu só como técnico estou recebendo essa proposta, imagina se eu terminar minha faculdade". O filho do nosso diretor, lá, ele foi aluno nosso o tempo todo. Até a nona série, a oitava no caso ainda existia, ele estudou na escola agrícola, depois ele foi para a particular, pela não existência do ensino médio na escola agrícola. Ele foi meu aluno também. Foi de lá que nós fomos convidados para dar aula nessa escola. Foi a partir do filho do diretor. O filho do diretor disse "olha, convida o professor tal, tal, tal para escola agrícola, porque eles ajudaram a contribuir na minha formação". E eles foi um dos que passou em veterinária na federal, quando tinha o vestibular tradicional.</p>

Turno	ID.	Falas
-------	-----	-------

Ele está fazendo doutorado em veterinária agora.

58	ENT	Nossa, que bom.
59	PR1	<p>Para você ver: de aluno da escola agrícola; ele tinha uma visão, chegou no ensino médio, e a gente orientando, bombardeando; o que você quer? Agronomia, não sei o quê, não sei o quê... Falei, vamos verificar o que você gosta. Na biologia no segundo ano, ele começou a se destacar muito em química e biologia e física. Aí, ele começou a gostar dessa parte de animal... Ele falou "professor, eu gostaria de fazer veterinária. será que tem condições". Eu falei, acho que tem. Acho que... Você gosta? Falou "gosto". Então vai se destacar melhor em veterinária do que agronomia. Mas pensa bem, tem um caminho. Foi lá e passou em veterinária. Hoje, ele está fazendo doutorado na área de veterinária na universidade federal.</p>

Turno	ID.	Falas
60	ENT	Eu vi que a escola também abre vaga para alunos que não são da área rural, as vagas remanescente, digamos assim.
61	PR1	<p>Isso acontecia. Acontecia. Porque a procura da área rural era muito pequena em relação à procura externa. O aluno passava um dia inteiro. Era avaliado em todos os setores, para ver se ele tinha aptidão para o campo. Então o aluno que tinha aptidão recebia uma média no fim do dia. Então ele era solicitado a vir para a escola, ele recebia a vaga. Mas o aluno só ficava, o aluno de fora da zona rural, ele só era matriculado mediante a aprovação de ambos os setores. Ficava o dia inteiro na escola. Uma seleção bem rigorosa. Então, o que aconteceu? A partir de dois anos atrás, três anos, a secretária de educação baixou uma norma que só poderiam ser matriculados filhos ou moradores da zona rural. Até porque algumas escolas rurais muito pequenas foram fechadas para transferi-los para essa escola, para dar... para atender a área rural. Só que isso começou a trazer alguns problemas. A área rural é cheia de alunos filhos de funcionários de fazenda. E essa profissões são muito, assim... Esse pessoal são muito, assim... não tem paradeiro. Uma hora eles estão numa fazenda em Campo Grande, ele de repente ele é transferido para uma fazenda lá no Pantanal. Então, o que vai acontecer? Ele simplesmente chega e para e o filho sai da escola no meio do caminho. Então, esse fluxo de saída-entrada-saída é muito grande quando se trata de alunos moradores da escola rural. De repente você tem uma sala de 30 alunos, quando no final do ano você tem uma sala lá de 15, em função dessa migração, dessa migração constante de filhos de funcionários da área rural. Nós somos obrigados a atendê-los, por lei. E isso gera, o quê? Gera uma falta no final, um desequilíbrio muito grande no número de turma. Por exemplo, em função dessa migração, nós tínhamos uma turma de 20 que fechou com 12, agora, esse ano, o segundo ano. Nós estamos com o terceiro ano com 12 alunos, esses 12 são todos de área rural. São proprietários. Moram numa região. E o restante? O restante eram alunos do campo, especificamente. Eram filhos de funcionário do campo. Ou foram mandados embora ou foram migrados para outra propriedade e isso fez com que sua saída da escola fosse automática, fosse, assim, necessária. Outro caso, também, o grande número de desistência, em função de.. Como são</p>

Turno	ID.	Falas
		pessoas de baixo nível de...

62	ENT	Renda.
63	PR1	De renda. De tudo que você possa imaginar. As meninas são incentivadas a casar, a ter filhos. Então pessoas com muita baixa renda, né, baixa renda, eles vão lá, a menina acaba se relacionando lá com pessoas da fazenda, com peões, acabam casando e acabam engravidando. então a gente tem por ano, assim, uma grande, também, problema com as licenças maternidades ou com as saídas em função de maternidade. Eles desistem, simplesmente, o pessoal do campo. E com o pessoal da cidade, isso já é mais raro de acontecer, isso é mais difícil. Então a secretária está pensando numa nova situação, de rever essa não aceitação de alunos de fora. Tanto é que nós dependemos de transporte escolar para isso acontecer, né. Então, o transporte escolar, ele onera a prefeitura. Então eles vão cortando de onde eles imaginam que tenha de ser cortado. Então, para eles, eles não cortam

Turno	ID.	Falas
		de cima, cortam de baixo. Ao invés de eu cortar um assessor, eu corto um ônibus escolar. Então isso tem acontecido muito. Portanto, esse enxugamento no orçamento público também tem sido feito. Logo, não vai mais ser ofertado dois ônibus, só um, então se vira com o que tem.
64	ENT	Mas sobre essa questão da evasão agora, que você falou, como que fica o cumprimento do conteúdo, do currículo, né, dessa lista de conteúdo? Porque é algo que eu sinto, que eu estou encontrando quando converso com os professores. Eles falam da dificuldade de cumprir essa lista de conteúdo que já é estabelecida. Então como que se dá dentro da escola agrícola?
65	PR1	Então, lá, a gente não tem uma questão, assim, de problema de cumprimento de conteúdo. Ali o que a gente inicia, que a gente se propõe a trabalhar dentro de um período letivo, a gente trabalha tranquilamente esse conteúdo, com começo, meio e fim. Então, nós trabalhamos. Agora, para o aluno que entra novo, que sai, a gente adequa esse aluno que entra, adequa ao sistema, como que funciona. Porque se você adequar o sistema ao aluno, você está prejudicando a maioria. Por exemplo, o aluno que vem de uma escola técnica lá do outro lado do país, a grande é a mesma? A grande é a mesma. Então a gente vai se adequar dentro do currículo da escola agrícola. Da nossa escola. A gente leva esse aluno a acompanhar esse conteúdo. Tem a situação dos reforços, acompanhamento. No que tem a possibilidade de ser resolvido com reforço e acompanhamento paralelo a gente resolve.
66	ENT	E como que é definido esse conteúdo? Você segue o referencial curricular de MS ou tem uma legislação própria para a escola?

Turno	ID.	Falas
67	PR1	<p>Nós temos lá o seguinte... Eu vou falar do que eu tenho conhecimento, a parte de química, né. Nós pegamos assim, a escola tem um objetivo maior, formação de aluno, tal, tal, tal, para o curso técnico, como ensino médio integrado, como objetivo de que o aluno possa ingressar na faculdade. Com esse objetivo de entrar na faculdade, ele já nos mostra um norte. Já nos norteia para algum lugar, algum currículo. Então nós construímos esse currículo em função dos parâmetros curriculares nacionais, em função do que é cobrado no ENEM, está de acordo, né. E também, nós colocamos em função de algumas universidades federais, que o intuito dos alunos, além do ENEM entrar em universidades particulares, entrar em universidades federais. Aquelas que não utilizam o ENEM como critério de seleção, nós também atendemos a esse currículo. Então é feito uma análise de conteúdos curricular em cima de universidades federais com vestibular tradicional, no caso a UFGD, que é muito procurada pelos nossos alunos; no caso das universidades Católica e Anhanguera, o ENEM, especificamente, também, porque o ENEM é o carro chefe. O que nós fazemos? Pegamos também o currículo de outras escolas técnicas do estado. Uma que nos apoia bastante... tem uma integração muito grande é a Fundação Bradesco. Só que a Fundação Bradesco tem um currículo bem diferente. Lá, eles trabalham a filosofia construtivista ao pé da letra, como deve ser trabalhado. Ao passo que muitas escolas em Campo Grande querem um método construtivistas, mas não sabem, não trabalham isso. Modificam esse construtivismo. Então é um construtivismo meio que tradicional... meio que uma mistura. Lá na Fundação Bradesco o método é construtivista, tanto é que eles tiverem problema para passar em vestibulares e passar também no ENEM. E eles vieram buscar ajuda onde? Na escola agrícola, porque nossa escola estava com o índice muito elevado de aprovação no ENEM e de notas. Então, se falou "o que essa escola tem de diferente das outras, que está com o nível no Enem lá em cima?" Então eles foram analisar, verificar as disciplinas específicas: química, física, biologia e matemática. Quem são os professores? Ah, então vamos procurar professores na cidade que atendam essa dificuldade. Não que eles não tenham professores lá, tem. Mas como é que a gente trabalha para conseguir esses</p>

Turno	ID.	Falas
		<p>resultados. Nós fomos solicitados lá três vezes por ano para fazer em auditório, dar a aula, como que é uma aula de química, como que é uma aula... Então nós fizemos várias vezes durante três anos, até a Fundação Bradesco descobrir o caminho que nós estávamos seguindo. Depois que isso aconteceu eles continuaram tendo resultados muito bons, começaram a subir no ranking das escolas... das fundações nacionais, né, fundações Bradesco em todo o Brasil. Então, o que aconteceu? Eles puderam... nós tivemos um intercâmbio de informações. E esse intercâmbio permitiu levarmos tecnologias para eles, educacionais, e eles também nos também transmitiram algumas tecnologias. Então a área de pesquisas deles, por exemplo, na área de química é fantástica. O tipo de pesquisa que eles desenvolvem, como desenvolvem. No caso, o biodiesel a partir do óleo de aves, que eles têm um abatedouro. Então, eles fizeram uma pesquisa... Um aluno fez... publicou isso daí, ele certificou... fizeram experimentos com trator, nas máquinas de biodiesel. Então teve uma planta que eles descobriram lá que tinha capacidade de decantação semelhante ao sulfato de alumínio. Então, ele produzia... Então, uma série de plantas do cerrado com propriedades. Então tem a parte de pesquisa, tem a parte de produção animal deles é bem diferente da nossa. A gente conseguiu fazer um intercâmbio com essas escolas. Então do ponto de vista, fechando, curricular, nós tivemos que estudar toda a proposta pedagógica de outras escolas para construir a nossa.</p>
68	ENT	<p>Você tem acesso à proposta pedagógica da escola, para poder me passar, para eu estudar também?</p>

Turno	ID.	Falas
69	PR1	Nós temos acesso. Só que tem que pegar na escola. Eu tenho que chegar... Se eu não estou enganado, nos último 7 anos, oito anos, sofreu três alterações, até chegarmos na configuração atual. Acredito que a proposta pedagógica ela tem que estar sempre sendo alterada, adequada à situação da escola. Então é possível, sim, é possível até porque a gente utiliza bastante isso para estar trabalhando com...
70	ENT	É bom para conhecer melhor a escola. Fechando aqui agora, saí um monte das perguntas aqui, mas foi bom para conhecer o que você está falando. Você acrescentaria mais alguma argumentação aos malefícios, benefícios da biotecnologia, da tecnologia no todo, assim?
71	PR1	Malefício seria introdução em áreas em que antes não havia, seria a expansão. Benefício seria suprir a necessidade alimentar, não só do Brasil, mas do mundo. A China em determinada época traz, como eu fiz uma pós-graduação em política estratégica e tudo mais, ela esperava uma produção X do Brasil, porque se não tivesse essa produção, a China correria... entraria em risco alimentar. Em risco de faltar alimento. Um exemplo. Tem os benefícios, aumentar a produtividade, para suprir a necessidade de alimento. A outra é a questão da expansão desenfreada, sem se preocupar com sustentabilidade. Então é isso aí.
72	ENT	E a questão da agroecologia? Resolveria? Você chegou a abordar isso?...
73	PR1	A agroecologia, no caso da relação da, vamos dizer assim, da sustentabilidade, da invasão de área, da expansão de área...
74	ENT	Tem a ver também com menor uso de agrotóxico...
75	PR1	Também nós entramos, tanto é que a gente tem disciplinas lá que trabalham a substituição de agrotóxicos por material natural, produtos naturais. Produtos confeccionados, caseiros, confeccionados para produzir repulsão de pragas. Seriam as caldas, calda bordalesa, as águas temperadas com produtos desenvolv... a gente vai desenvolvendo alguns produtos para... antifungos. O cultivo de material de produto repelente, o que é o caso dos cravos, os cravos espantam insetos voadores; alguns são repelentes de lesmas, outros que são de pernilongos, de alguns outros. Então isso é produzido também em conjunto na horta orgânica. São materiais que são, vamos dizer assim, são repelentes de

Turno	ID.	Falas
		pragas.
76	ENT	Pensando ali, né, na questão dos subtemas da biotecnologia, que você até perguntou se todos eram, o que você percebeu que é a biotecnologia, ou que você já tem de informação sobre isso?
	PR1	O que que é a biotecnologia... A palavra biotecnologia é muito ampla né, então ela fala, a biotecnologia fala, deixa ver, trabalhando com produção vegetal, a tecnologia dos transgênicos, de material modificado, se eu posso... Material... Clonagem de materiais... a própria clonagem. A biotecnologia entra, por exemplo, na produção de mudas de bananas. Onde nós produzíamos, na década de 70, como uma muda geraria uma fruta, um vegetal... uma única muda geraria um único vegetal. Hoje uma única muda pode gerar mais de 2 000 vegetais, pelo processo laboratorial desenvolvido de embriões, como se fossem clones daquele mesmo embrião. De uma única muda de planta, única espécie de vegetal, mudas de bananas, por exemplo, ela poderia produzir mais de 2000 mudas de um mesmo embrião, de um mesmo broto. Então, isso aí, para mim também é biotecnologia, não sei se eu estou fora. Isso é informação que eu obtive lendo, estudando. Um dia passou na Embrapa no Globo Rural e eu fui pesquisar um pouco mais sobre isso. Então verifiquei... tinha essa produção... que mais? A biotecnologia utiliza-se também na redução de agrotóxicos, de defensivos, posso utilizar na questão de aumentar a produtividade e defensivo também, tanto faz. Biotecnologia é tudo que você pode trabalhar de maneira a melhorar a produtividade. Então seria mais ou menos isso daí.
	ENT	Agora para fechar, que tipo de dificuldades você acredita que os professores, pensando no caso da escola agrícola, mas se você consegue pensar na escola urbana, quais dificuldades que esses professores teriam para abordar os temas da

Turno	ID.	Falas
		biotecnologia em sala de aula, principalmente no ensino de química?
79	PR1	Na escola agrícola eu tenho total liberdade curricular. De, inclusive, como eu sou professor das três séries, de, inclusive, de ampliar um pouquinho mais o conhecimento num determinado bimestre sobre determinado assunto, empurrando esse conteúdo para a série posterior. Eu tenho essa liberdade de trabalho e eu não preciso corre, eu preciso trabalhar isso, porque o nosso aluno tem que sair de lá formado. Então eu tenho certo tempo. Sabendo que eu não dei esse conteúdo, então eu vou lá até o final do ano trabalhar isso da melhor maneira possível e eu posso jogar o que faltou para o ano seguinte, principalmente se ele não for pré-requisito. Tanto que é que já chegou o caso de eu entrar na serie seguinte trabalhando paralelamente o assunto da série anterior. Inclusive num ponto que eu poderia dar suporte de uma frente de química para a outra. Eu sou o único professor, mas eu tenho essa liberdade de trabalhar paralelamente os assuntos. E um assunto puxando o outro. Fazer essa conexão dos dois assuntos, trabalhar paralelo, ou simplesmente trabalhar na sequência. Se ele for pré-requisito, trabalho primeiro ele para depois trabalhar...
80	ENT	O que seria essa questão do pré-requisito?

Turno	ID.	Falas
81	PR1	<p>Do pré-requisito seria, por exemplo: eu estou ensinando... Eu não teria como ensinar ligações químicas sem ter ensinado tabela periódica. Supondo não ter trabalhado tabela periódica, não posso passar para ligações químicas. Ao passo que eu posso explicar teoria ácido-base, simultaneamente ao ensino de ligações químicas. Eu posso chegar e falar "não dei ligações químicas, eu estudei tabela periódica". Eu vou introduzindo o conceito ácido-base de Arrhenius. Então estou trabalhando ácido e base, como é que eu vou trabalhar ácido e base, explicar o íon H⁺ e o íon... e os ânions, cátions e ânions, se eu não expliquei ligações químicas? Daí eu posso explicar o cátion e ânion, trabalhando paralelamente a ligação iônica, depois a ligação covalente. Então eu posso fazer essa conexão. Então eu posso dar esse tempo. Então esse seria o trabalho paralelo. E o consecutivo, que seria o pré-requisito, não tem como trabalhar ligações nem teorias ácido-base, se eu não conhecer tabela periódica, as propriedades da tabela periódica, os elementos, como funcionam as famílias. Então seria essa conexão. Então, isso eu já fiz. Nós já trabalhamos juntos, funcionou muito bem. Outro caso que dá para trabalhar paralelamente, que não tem nada a ver diretamente, seria trabalhar termoquímica e radioatividade. Então, por exemplo, eu não preciso estudar termoquímica primeiro para depois dar radioatividade. A radioatividade tem um parte que relaciona com termoquímica, produção de calor, mas eu não tenho especificamente, eu não uso termoquímica, reações, lei de Hess, por exemplo, dentro da radioatividade. Eu posso explicar radioatividade paralelamente a termoquímica ou eu posso escolher uma primeira ou outra. Então eu não tenho, não sou obrigado a ter sequência lógica. Eu não tenho sequência lógica nessa hora de radioatividade e termoquímica. Eu posso termoquímica de um lado e radioatividade do outro, depois lá na frente elas se encontram na produção de energia, geração de calor e transformação de energia. Tanto é que eu posso trabalhar isso daí em paralelo com a física... transformação de energia.</p>
82	ENT	Isso seria uma vantagem da escola agrícola, né?

Turno	ID.	Falas
83	PR1	Exatamente, inclusive eu posso interdisciplinarizar isso daí: química, física, a matemática. Porque em física, em produção de energia, vou trabalhar lá o potencial hidráulico lá, jusante, como é que fala? Potencial! Conversão de energia. Então tem um potencial hidráulico de uma miniestação, então como que funciona? Funciona assim, funciona assado. Então, tem toda a matemática, tem toda a barreira, ela não pode ser um paredão ou simplesmente ela tem que ser um material que tenha uma resistência, em função de... aí trabalha densidade do líquido, densidade... trabalha pressão. Pressão dos fluidos, tudo mais. Então, muito interessante. Você tem toda uma interdisciplinaridade, você consegue conectar tudo. Então você vê que não é "eu sou químico, eu sou matemático, eu sou físico, eu sou biólogo". Nós somos um conjunto.
84	ENT	Nessa questão de busca de informação, também. Como é um tema amplo, é muita coisa para pesquisar...
85	PR1	Muita coisa, inclusive nós temos uma facilidade, porque lá nós temos a internet, internet livre em todo o período... Em todo... A internet não é só para escola, a internet é para a zona rural. [Breve interrupção] Então, tudo que consegue alcançar... O perímetro da antena, eles conseguem captar e utilizar.
86	ENT	Seria parte do projeto UCA?

Turno	ID.	Falas
87	PR1	Do Projeto UCA, que nós temos que o aluno pode levar o computador para casa; alguns podem outros não podem. Então o que acontece? É muito importante para essas pesquisas. E os alunos, a gente ensina o aluno a pesquisar, porque essa história de internet hoje, ficou muito fácil você fazer trabalho copiando e colando. então, o que acontece, os alunos lá não só copiam e colam. Eles selecionam, produzem o conhecimento, a partir disso daí. Então, eu falo para eles que eles estão produzindo conhecimento, eles não estão copiando, só lendo. Então por que eu falo isso que eles produzem conhecimento? Foi colocado lá na produção vegetal, um problema assim: a horta deveria suprir as necessidades da cozinha, do refeitório. Não estava suprindo. Não estava suprindo por quê, se tinha área de sobre, funcionário de sobra, aluno de sobra, para cuidar? Como que seria? Eles fazendo, fizeram, buscaram quantos pezinhos de... quantas mudas por metros quadrado devia ser feito, qual o tamanho do canteiro, de quanto em quanto tempo teria que fazer o plantio, para poder ir para o canteiro, para fazer uma média para que nunca faltasse, por exemplo, verdura no almoço. E eles chegaram à conclusão que a escola, a horta, mesmo sendo, pequena estava subaproveitada. Eles achavam que a horta era muito pequena, e não era. Era grande o suficiente e ainda sobra. Então ela, simplesmente, estava sendo subaproveitada. Então os profissionais que lá estão não estavam utilizando metodologias científicas na produção. Então, os alunos descobriram isso. E eles chegaram e apresentaram a proposta. Chegaram a reunir todos os profissionais e falaram “bom, aqui está faltando é vontade, não está faltando área nem pessoal”. As muda nós temos, nós temos tudo que é necessário. Então é isso.
88	ENT	E deu certo, o projeto?
89	PR1	Deu certo o projeto. Agora se ele vai prosseguir é questão de vontade, de vontade.
90	ENT	Isso que você falou agora a pouco, lembra um pouco da WebQuest; eu não sei se você chegou a trabalhar isso, realmente?

Turno	ID.	Falas
91	PR1	<p>WebQuest... No nosso curso de formação teve, mas o nome... Então, o que acontece, toda essa informação nós trabalhamos em função disso daí, de internet e tudo mais. Em fontes, é... lagro, a gente consegue ter uma integração legal com a lagro, Embrapa. Nosso maior parceiro é a Embrapa. A Embrapa é fantástica, tanto é que nós temos um curso de sequência: o aluno que não fez nada, não fez Enem, não fez vestibular, não fez nada, ele vai para a lagro... Para lagro, não. Perdão. Para Embrapa dar sequência a uma especialização em agropecuária. A nossa coordenadora, por ter um grande e vasto conhecimento, ela foi convidada a ser diretora desse centro de formação lá. Então os nosso alunos que aqui não fizeram nada, como vestibular, como faculdade, eles foram para a área técnica fazer especialização. Então a gente consegue muita informação que a gente precisa, como mudas, técnicas, tecnologias; o que a gente precisa eles têm nos auxiliado muito. Então, é uma coisa assim... Nós recebemos anualmente americanos, japoneses, franceses, para conhecer as tecnologias da escola agrícola. Para conhecer como que é feito aqui. Isso é chamado de intercâmbio, mas até agora a gente não teve nada deles, eles só vêm aqui visitar.</p>
92	ENT	<p>Vocês não tiveram a oportunidade de ir para lá?</p>
93	PR1	<p>Não, porque aí entra aquela questão, o governo americano, o governo francês e o japonês, eles incentivam a educação, eles custeiam todo o processo. Para você conseguir uma coisa aqui na rede pública, quem vai é quem nunca esteve numa escola, na sala de aula, quem dirá numa escola agrícola. O secretário do secretário da educação foi lá não sei onde ver uma tecnologia. Aí ele joga isso goela abaixo, aí ele nem sabe que que é isso e para que isso serve e diz "oh, isso tem que funcionar assim". E a gente tem que dançar. A gente falou "Mas na escola agrícola a gente não funciona assim. Vai cair a produtividade e vai cair o nível dos alunos", então eles deixam a gente quieto, porque a gente tem uma carta na manga, que é a qualidade de ensino.</p>
94	ENT	<p>E a questão da iniciação científica júnior, eu acho, que é para o ensino médio? Vocês chegaram tentar, até para ir para fora?</p>
95	PR1	<p>Essa questão é muito restrita, até por causa da... Por</p>

Turno	ID.	Falas
		exemplo...
96	ENT	Vocês precisariam de alguém da universidade...
97	PR1	De alguém da universidade... A gente tem pouco sobre isso. Então o pessoal da universidade, é mais fácil eles irem lá e catar o aluno e ir para iniciação científica, como já aconteceu. Então, nós fazermos isso dentro da escola agrícola é um sonho meu. Em contato com o mestrado da universidade ou doutorado de uma coisa, fazer com que a gente consiga produzir dentro da escola. Porque eu vejo o seguinte, o professor é aquele que chega, entra na escola e o processo, o sistema, deixa ele estagnado. A partir dali, você quer saber quando uma pessoa deixar de produzir? É quando ela começa a ensinar. Ela só produz massa. Então, por exemplo, pesquisa ele não pesquisa mais, ele não estuda mais. Então ele tem que estar em contato o tempo todo com a universidade, com mestrado, com doutorado, com alguma coisa. Por quê? Porque ou ele ensina, que é um processo desgastante, um processo muito intensivo, muita atividade em cima disso. Então a gente sente essa falta de pesquisa. E o cara fala assim "para ti fechar a boca, te dou duas horinhas de planejamento e está bom". Com duas horas, como se uma pesquisa fosse realizada em duas horas. Nem mesmo um planejamento é realizado nesse tempo, quem dirá uma pesquisa.
98	ENT	Você chegou a ter conhecimento da, como é o nome, é a universidade que realiza... OFICITEC? Que geralmente são realizados [interrupção e fim da entrevista - 58:45]