



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

RUBIANE FIALHO ALVES

**DILEMAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM TEMPOS DE CRISE CIVILIZATÓRIA:
A ABORDAGEM DO TEMA TRANSGÊNICOS SOB A ÓTICA INTERDISCIPLINAR**

GOIÂNIA - GO
2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Rubiane Fialho Alves

Título do trabalho: **Dilemas da Educação Ambiental em Tempos de Crise Civilizatória: A Abordagem do Tema Transgênicos sob a Ótica Interdisciplinar**

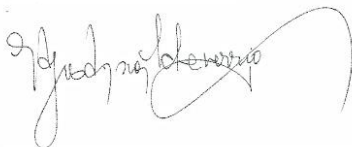
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ **SIM** ☐ **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 11 / 11 / 2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

RUBIANE FIALHO ALVES

DILEMAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM TEMPOS DE CRISE CIVILIZATÓRIA:
A ABORDAGEM DO TEMA TRANSGÊNICOS SOB A ÓTICA INTERDISCIPLINAR

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Dra. Agustina Rosa Echeverría

GOIÂNIA - GO
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Fialho Alves, Rubiane

DILEMAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM TEMPOS DE CRISE
CIVILIZATÓRIA: A ABORDAGEM DO TEMA TRANSGÊNICOS SOB A
ÓTICA INTERDISCIPLINAR [manuscrito] / Rubiane Fialho Alves. -
2019.

CIII, 103 f.

Orientador: Prof. Agustina Rosa Echeverría.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Pró
reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências e Matemática, Goiânia, 2019.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de
figuras, lista de tabelas.

1. Educação Ambiental Crítica. 2. Formação de professores. 3.
Interdisciplinaridade. 4. Transgênicos. I. Rosa Echeverría, Agustina,
orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata de Defesa de Dissertação de Rubiane Fialho Alves, que confere o título de Mestre(a) em Educação em ciências e matemática, na área de concentração em Qualificação de Professores de Ciências e Matemática.

Ao/s 28 de setembro de 2019, a partir da(s) 09:00 horas, no(a) NUPEC - UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "DILEMAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM TEMPOS DE CRISE CIVILIZATÓRIA: A ABORDAGEM DO TEMA TRANSGÊNICO SOB A ÓTICA INTERDISCIPLINAR". Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) Agustina Rosa Echeverría (UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar (UFG), membro titular interno; Professor(a) Doutor(a) Lorena Silva Oliveira Costa (IFG), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido(a) o(a) candidato(a) aprovada pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) Agustina Rosa Echeverría (UFG), Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) 28 dias do mês de Setembro de 2019.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por Agustina Rosa Echeverria, Professor do Magistério Superior, em 30/09/2019, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por LORENNIA SILVA OLIVEIRA COSTA, Usuário Externo, em 01/10/2019, às 11:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar, Professor do Magistério Superior, em 02/10/2019, às 18:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0877016 e o código CRC 92A60CB1.

Referência: Processo nº 23070.031599/2019-13

SEI nº 0877016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha orientadora a professora Agustina que há muitos anos vem me lapidando com muita paciência. Ela que é minha fonte de inspiração e estímulo ao pensamento crítico.

À escola pública pela minha formação básica, a UFG e em especial ao Instituto de Química pela minha graduação e, ao NUPEC, principalmente ao grupo de Educação Ambiental de onde pude abstrair pertinentes contribuições.

Aos professores Sérgio Sibov e Adda Daniela pelas ricas contribuições durante a qualificação, que me abriram um leque de possibilidades.

Aos meus pais Izanir Fialho Alves e Rubens Alves que tem sido meu apoio incondicional desde meu nascimento, sacrificaram-se muito pelos meus estudos, a eles a minha eterna gratidão. A minha irmã Viviana Fialho Alves e sua família por toda dedicação e carinho.

Agradeço especialmente ao meu marido Rebert Castilho Assunção que tem me amparado em todos sentidos na realização dos meus sonhos. Companheiro e amigo ele tem me dedicado profundo carinho e paciência, principalmente nos momentos mais difíceis.

A minha filha Ana Luz Fialho Mortari que aguentou firme a minha falta por diversas vezes para que eu pudesse estudar, minha filha é minha luz, minha professora da vida, pois a cada dia eu aprendo, desaprendo e reaprendo com ela.

Aos meus amigos que a vida me presenteou dando-me a honra de por vezes ajuda-los e ser ajudada, amigos que podem estar perto ou longe em distância, mas sempre em meu coração.

A aqueles que já foram, são e serão meus alunos, pois é especialmente para vocês que eu estudo e levo os ensinamentos, já que “o conhecimento não compartilhado é inútil”.

Agradeço a CAPES por fomentar essa pesquisa.

Por fim, agradeço a todas as mulheres que me antecederam e lutaram pelos nossos direitos e ao Universo por tudo isso ser possível, pois acredito que “Eu sou porque nós somos”.

[...] Procuro despir-me do que aprendi,
Procuro esquecer-me do modo de lembrar que me ensinaram,
E raspar a tinta com que me pintaram os sentidos,
Desencaixotar as minhas emoções verdadeiras,
Desembrulhar-me e ser eu [...]

Fernando Pessoa

RESUMO

A partir do reconhecimento da grave crise civilizatória na qual estamos inseridos, originária de um sistema acumulador de riquezas causador de grande degradação ambiental e desigualdade social, esta dissertação discute a necessidade de elucidar o tema transgênico sob a ótica interdisciplinar, sendo nosso objeto de discussão a formação de professores críticos. Esta é uma pesquisa teórica de análise documental e bibliográfica, para tanto partimos da fundamentação teórica do materialismo histórico-dialético como método, uma vez que fazemos uma análise crítica e dinâmica, da formação de professores críticos, da interdisciplinaridade e da Educação Ambiental Crítica contemplando o tema transgênicos em diferentes aspectos, social, técnico, político, econômico, ético. O tema foi escolhido por mostrar-se potencialmente polêmico em diversos aspectos, pela riqueza de conteúdos químicos e pela sua natureza interdisciplinar que também é cerne da Educação Ambiental. Assumimos a Educação Ambiental Crítica como aporte formativo para o licenciado, no sentido que esta possui característica transformadora e emancipatória. Desenvolvemos o tema a partir da definição da biotecnologia, a contradição entre o princípio da Precaução *versus* Equivalência Substancial, descrevemos a Regulamentação Internacional dos organismos geneticamente modificados e focamos na legislação brasileira, discutimos a relação do meio ambiente e os transgênicos, como também os fatores sociopolíticos e econômicos. Realizamos um entrelaçamento entre educação ambiental crítica, interdisciplinaridade e formação de professores. Por fim foi feita uma crítica ao ensino superior fragmentado e evidenciamos o imperativo da formação crítica de educadores ambientais de modo que eles consigam trabalhar temas polêmicos e complexos, como os transgênicos, de forma crítica na perspectiva interdisciplinar.

Palavras chave: Educação Ambiental Crítica, Formação de professores, Interdisciplinaridade, Transgênicos.

ABSTRACT

Based on the recognition of the serious crisis of civilization in which we are inserted, with origins in a system that accumulates wealth and causes great environmental degradation and social inequality, this dissertation discusses the need to elucidate the transgenic theme from the interdisciplinary viewpoint, having as the object of the discussion the education of critical teachers. This is a theoretical research of documental and bibliographical analysis, for that reason we start from the theoretical foundation of dialectical historical materialism as a method, since we make a critical and dynamic analysis of the education of critical teachers, the interdisciplinarity and the Critical Environmental Education, contemplating the transgenic theme in different aspects, social, technical, political, economic, ethical, etc. The theme was chosen because it showed itself as potentially controversial in several aspects, due to the richness of chemical contents and its interdisciplinary nature that is also the core of Environmental Education. We assume the Critical Environmental Education as formative contribution to the graduated teachers, in the sense that it has transformative and emancipatory characteristic. We have developed the theme based on the definition of biotechnology and the contradiction between the Precautionary principle versus Substantial equivalence. Moreover, we have described the International Regulation of genetically modified organisms and focused on Brazilian legislation; we have discussed the relationship between the environment and the transgenics, as well as the socio-political and economic factors. We intertwined critical environmental education, interdisciplinarity and the teacher's education. Finally, a critique of the fragmented higher education was made, and we highlighted the imperative of critical education for environmental educators, in a way that they can work on controversial and complex themes, such as the transgenics, critically and in the interdisciplinary approach.

Keywords: Critical Environmental Education, Professor's Formation, Interdisciplinary, Transgenics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A estrutura de um vetor de expressão indicando o local da origem da replicação autônoma do vetor e demais sequências que permitem a expressão de proteínas recombinantes como a sequência promotora, para sinalizar a transcrição do gene além dos sinais de início e término da transcrição do RNA mensageiro (mRNA).....	51
Figura 2 - A construção de uma planta transgênica em laboratório utilizando a técnica de transformação por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> . 1º) Substitui-se parte do plasmídeo Ti pela sequência do gene de interesse que será inserido no genoma da planta. 2º) O plasmídeo modificado é reinserido na bactéria que irá infectar a planta e transferir parte do plasmídeo Ti para o genoma vegetal. 3º) o tecido vegetal transformado é induzido por cultivo <i>in vitro</i> e uso de reguladores de crescimento a regenerar uma planta inteira	51
Figura 3 - Etapas da construção de uma planta transgênica	52
Figura 4 - Construção de um rato transgênico pela inserção de gene exógeno em ovos fertilizados e implantação em fêmeas para o desenvolvimento de embriões transgênicos	53
Figura 5 - Modelo de modificação do genoma pelo sistema CRISPR-Cas9. Infográfico do site de notícias G1.....	54
Figura 6 - Diagrama de tomadas de decisões entre a planta parental e planta geneticamente modificada a fim de estabelecer sua comercialização.....	59
Figura 7 - Símbolo indicativo de produto transgênico.....	65
Figura 8 - Aprovações de OGM no Brasil, infográfico do site da CIB.....	80
Figura 9 - Impactos ambientais decorrendo do uso da tecnologia de resistência a insetos: impactos esperados para os próximo dez anos.....	81
Figura 10 - Agrotóxicos liberados no Brasil entre 01/01/19 e 24/06/19.....	82
Figura 11 – Mapa das relações conceituais que podem ser estabelecidas com os transgênicos.	85
Figura 12 - Relação entre o conteúdo com interdisciplinaridade e a formação.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – normas/leis que regulamentam os transgênicos no Brasil.....	77
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIO – Biotechnology Industry Organization

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

BNCF – Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica

CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica

CESNORS – Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul

CIB – Conselho de Informações sobre Biotecnologia

CQB – Certificado de Qualidade em Biossegurança

CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

CRISPR-Cas9 – Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats

DCNEA – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental

DCNEB – Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DNA – Ácido desoxirribonucleico

EA – Educação Ambiental

EAC – Educação Ambiental Crítica

Enade – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

ES – Equivalência Substancial

IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

MHD – Materialismo Histórico Dialético

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MSF – Medidas Sanitárias e Fitossanitárias

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

OMC – Organização Mundial do Comércio

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OVM – Organismo Vivo Modificado

PCN – Parâmetro Curricular Nacional

PCNac – Política Curricular Nacional

PEG – Polietilenoglicol

PIEA – Programa Internacional de Educação Ambiental

PGM – Planta Geneticamente Modificada

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

PNLD – Programa Nacional de Livro Didático

PP – Princípio da Precaução

RNA – Ácido Ribonucleico

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

SBQ – Sociedade Brasileira de Química

TALEN – Transcription Activator-Like Effector Nucleases

Ti – Tumour induced plasmid

UFG – Universidade Federal de Goiás

USP – Universidade de São Paulo

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

VHB – Vírus da Hepatite B

WIPO – World Intellectual Property Organization

ZFN – Zinc Finger Nucleases

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA, INTERDISCIPLINARIDADE E FORMAÇÃO DE PROFESSORES	23
1.1 O contexto da EAC e a perspectiva da emancipação	23
1.2 Interdisciplinaridade e seu construto histórico	28
1.3 Documentos brasileiros norteadores da EA - a interdisciplinaridade em foco	33
1.4. A formação pela pesquisa de professores (educadores ambientais) na abordagem interdisciplinar.....	41
2.BIOTECNOLOGIA E ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM).....	48
2.1 Princípio da Precaução <i>versus</i> Equivalência Substancial	57
2.2 Regulamentação Internacional dos OGM	62
2.3 O meio ambiente e os transgênicos	68
2.4 Fatores sociopolíticos e econômicos. O que está em jogo?	72
2.5 Os transgênicos no Brasil	77
3. ABORDANDO OS TRANSGÊNICOS NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR E CRÍTICA	84
3.1 O que é preciso para ensinar transgênico numa perspectiva interdisciplinar e crítica?	84
3.2 Estamos formando professores para uma prática interdisciplinar?	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERENCIAS	95

INTRODUÇÃO

A humanidade atravessa uma crise civilizatória sem precedentes, criada por ela mesma. Essa crise compreende as relações sociais, econômicas, políticas e ambientais geradas por um modelo de produção que consome mais matéria e energia do que se pode repor. É um modelo que no dizer de Marques (2018, p.16) “fatalmente nos levará a um colapso ambiental”, pois diante do mau uso dos recursos naturais o planeta está no limite de seu esgotamento.

Nesse novo mundo criado por nossa civilização termofóssil, mais precisamente pela voracidade dos mecanismos autorreplicantes de acumulação e concentração de capital, primarão temperaturas sempre mais letais, secas mais prolongadas e incêndios arrasadores dos remanescentes florestais, extinção maciça de espécies de vertebrados e invertebrados, solos menos fecundos, quebras de colheita mais frequentes, insegurança alimentar novamente crescente, poluição generalizada, intoxicação e perturbação hormonal dos organismos, pandemias, ciclones tropicais com maior poder de causar inundações diluvianas e cidades invadidas por mares plastificados, acidificados e desertados de vida (MARQUES, 2018, p.16).

O sistema capitalista prioriza o crescimento econômico, enquanto os resultados mostram que houve um aumento da perda de biodiversidade, degradação da qualidade ambiental (principalmente em grandes cidades e suas zonas periféricas). Os estudos científicos de Gonçalves (2004); Jacobi (2005) e Marques, (2016; 2018) afirmam que os ecossistemas continuam a sentir os impactos gerados pela produção e consumo insustentável de recursos naturais. Mesmo com muitos debates, conferências, simpósios, congressos, etc., o que levou a uma certa crença na quebra da visão positivista do crescimento a qualquer custo, alguns líderes políticos ainda continuam acreditando e levantando a bandeira de que estas ações estão corretas e que só desta forma é possível haver desenvolvimento de um país.

Nesse sentido são amplamente divulgadas críticas ao governo Bolsonaro¹, em razão de suas constantes atitudes e dizeres claramente despreocupados com a questão ambiental, denotando, omissão e descaso, ao passo que se aprofunda a degradação ambiental em favorecimento do lucro de uma minoria. Falas com argumentos inconsistentes, sem referenciais científicas que demonstrem completo despreparo frente aos problemas ambientais.

“Falar que se passa fome no Brasil é uma grande mentira” (FOLHA DE S.PAULO, 2019a). O presidente fez essa declaração em 19 de julho de 2019 em um

¹ Jair Messias Bolsonaro é o atual presidente do Brasil eleito pelo voto direto em 2018.

café com jornalistas estrangeiros, demonstrando desconhecimento da realidade brasileira pois dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2014 apontam a situação de insegurança alimentar severa que atinge 7,2 milhões de pessoas (IBGE, 2014).

“Com toda a devastação que vocês nos acusam de estar fazendo e de ter feito no passado, a Amazônia já teria se extinguido. Inclusive já mandei ver quem está à frente do INPE² para que venha explicar em Brasília esses dados” (FOLHA DE S.PAULO, 2019a). O presidente alegou não acreditar nos dados fornecidos via satélite, pelos quais se constata que houve um aumento de 57% no desmatamento da Amazônia entre os meses de maio e julho de 2019 em relação ao mesmo período do ano anterior. O diretor do INPE foi exonerado.

A atual política do meio ambiente recebe críticas de cientistas, economistas, agrônomos, sociólogos, educadores, etc. Os ex ministros do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Rubens Ricupero, Gustavo Krause, José Carlos Carvalho, Marina Silva, Carlos Minc, Izabella Teixeira, José Sarney Filho e Edson Duarte se reuniram no dia 08 de maio de 2019 e assinaram um comunicado denunciando o desmonte das políticas ambientais e climáticas no governo Bolsonaro (IEA, 2019). Dentre essas ações alvos de crítica se destaca o enfraquecimento do MMA, extinção da secretaria de Mudanças Climáticas e Florestas do MMA, extinção da Subsecretaria Geral do Meio Ambiente, Energia e Ciência e Tecnologia do Ministério das Relações Exteriores, o fim das reservas Legais, a diminuição nas fiscalizações, as nomeações infundadas para cargos que carecem de nível técnico, o desmantelamento da política climática, simplificações para o licenciamento ambiental, maior permissividade de exploração amazônica, etc (FOLHA DE S.PAULO, 2019a).

A questão ambiental, tão importante para a manutenção da vida, é a grande problemática em que se insere este trabalho. Fruto do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, esta dissertação aborda um tema polêmico que transcende os marcos disciplinares, “**os transgênicos**”. Compreendemos que para que esse tema seja tratado de forma a abranger o máximo de suas nuances é necessário trata-lo de forma interdisciplinar o que pressupõe a formação de professores numa perspectiva mais ampla.

² INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Considerando os sistemas educacionais estas discussões localizam-se no que se denomina Educação Ambiental (EA) em intersecção com a interdisciplinaridade na formação de professores. No Brasil a EA para a Educação Básica está inserida em todas as propostas curriculares, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 1997 (BRASIL, 2002a) até as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica de 2013 (BRASIL, 2013) e a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017a).

Da mesma forma a EA é critério de avaliação do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação (BRASIL, 2007a; BRASIL, 2011a; BRASIL, 2017b). Também consta das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Formação de Professores para a Educação Básica (BRASIL, 2015).

Entretanto, apenas reconhecer a gravidade dos problemas ambientais e sinalizar a inserção da EA nos diversos níveis de formação, não tem redundado em processos efetivos de formação de sujeitos capazes de enfrentar de forma crítica e participativa os problemas ambientais. O que se observa é que prevalecem visões ingênuas de EA e atividades pedagógicas que não vão além de “ponha o lixo no lixo” ou “cada um tem que fazer sua parte”.

No que se refere às Licenciaturas, embora a formação em EA faça parte das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Formação de Professores para a Educação Básica (BRASIL, 2015a), pesquisas realizadas com professores dos Institutos de Física, Química, Biologia e Matemática da Universidade Federal de Goiás (UFG) (ROCHA, 2013) mostram que a problemática ambiental pouco ou nada é tratada nos cursos de formação.

Diante da necessidade de voltar os olhos para a recorrente degradação ambiental em todos os níveis de ensino, compreendemos que é necessário pensar a formação de professores de ciências capazes de sair do conservadorismo, de práticas não eficazes, para a criticidade, a reflexão e ações efetivas. Deste modo este trabalho assume a posição da Educação Ambiental Crítica (EAC) na qual espera-se do professor que trabalhe com temas que desenvolvam a compreensão social, econômica, ecológica, ética e política a fim de impulsionar a EA que assume um compromisso com as futuras gerações (LOUREIRO, 2004).

Em educação ambiental, ciência e formação crítica precisam se relacionar de modo a compreendermos sob que condições o saber científico se desenvolveu a favor do que e de quem, nos apropriando da base instrumental e reflexiva necessária para a educação, para alteração objetiva das

condições de vida da população e reversão do processo de degradação e exploração das demais espécies e da natureza como um todo, rompendo com dogmas e obstáculos à liberdade humana (LOUREIRO, 2004, p. 30).

O tema **transgênicos** configura-se como uma particularidade da complexidade aqui apontada entendermos que este precisa ser discutido nos cursos de formação de professores de Ciências/Química assim como no ensino básico. É um tema de discussão recorrente no seio das comunidades de químicos, biólogos, geógrafos, etc. e, ao mesmo tempo, de relação direta com a vida das pessoas. Sendo assim só pode ser abordado de forma interdisciplinar e sistêmica.

Ao relacionarmos EAC, interdisciplinaridade e formação de professores abordamos um conteúdo específico, pois entendemos que os processos de conhecimento só se dão em torno a objetos de conhecimento. Por isso consideramos importante o aprofundamento dos conteúdos em sala de aula.

Defendemos neste trabalho a EA interdisciplinar, até porque a interdisciplinaridade é cerne da EA, são indissociáveis, simbióticas. Ao mesmo tempo temos presente o caráter disciplinar do conhecimento científico.

Ao afirmar que o interdisciplinar é cada vez mais demandado em relação à especialidade não estamos colocando um e outro em escala ou níveis de importância. Apenas estamos reafirmando que, embora o especialista seja necessário, pois é ele que garante a verticalização na pesquisa e na análise de um objeto-problema e é a ele que devem ser creditadas grandes descobertas e conquistas da ciência, ele não teria chegado a tantas descobertas mantendo-se no limite da sua especialidade. Às descobertas chega-se estabelecendo conexões, *links* ou, em outras palavras, apelando para aportes de 'n' ciências ou disciplinas. A metáfora adequada aqui é a da **rede** e não o fio isolado (BIANCHETTI; JANTSCH, 2002, p. 9)

Juntamente à interdisciplinaridade tomamos a formação pela pesquisa como aporte para o futuro professor educador ambiental, o qual precisa desenvolver tanto conhecimentos como habilidades práticas para propor alternativas de trabalho a partir do estudo das realidades em que se insere (GALLIAZZI; MORAES, 2001).

Nisso entende-se também a profissionalização do docente por meio da pesquisa. A construção gradativa da competência profissional será sempre compreendida como um processo permanentemente inacabado. O futuro professor terá consciência de que sua formação nunca estará concluída, mas que precisa efetivar-se pelo permanente questionamento de seus conhecimentos e de sua prática (GALLIAZZI; MORAES, 2002, p. 250).

A partir do exposto o nosso objetivo foi abordar o tema transgênicos sob a ótica interdisciplinar da EAC vinculado à formação de professores. Esta é uma pesquisa teórica de análise documental e bibliográfica. Para tanto assumimos o Materialismo

Histórico Dialético (MHD) como método, pois este propõe a análise da totalidade do objeto a partir da análise dialética dos seus aspectos históricos, econômicos e políticos (NETTO, 2009). No primeiro capítulo descrevemos o contexto e apontamos as características da EAC que alicerça nosso trabalho, dedicamos atenção à interdisciplinaridade tanto no sentido conceitual quanto à sua descrição nos documentos norteadores da educação brasileira, elucidamos, também, a importância da formação pela pesquisa como conhecimento curricular. No segundo capítulo, focando no conteúdo científico específico, os transgênicos, fazendo uma explanação dos pontos e contrapontos que o cercam. Finalizamos com o entrelaçamento dessa discussão, em que descrevemos o que consideramos necessário para ensinar transgênicos sob a ótica interdisciplinar. Por fim, são feitas as considerações finais.

Abordagem teórica metodológica

O presente trabalho de investigação documental se propõe discutir a importância de se trabalhar temas polêmicos em todo ensino básico e superior, neste caso o tema transgênicos. Argumentaremos a respeito da importância da formação pela pesquisa de educadores ambientais na perspectiva materialista histórica-dialética.

Esta pesquisa é documental, pois se caracteriza pela busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento como os documentos referente às leis e reportagens jornalísticas (OLIVEIRA, 2007). A análise de documentos se dá como método autônomo, o que significa que conta com a informação sobre a realidade em estudo documentada neste tipo de dados (FLICK, 2009). Também se configura como uma pesquisa bibliográfica pois são analisados documentos de domínio público científico tais como livros, periódicos e artigos (OLIVEIRA, 2007).

O MHD é fundamentado numa concepção de realidade e de mundo que envolve uma visão dinâmica, conflitiva e histórica. Uma percepção organizada da realidade que se constrói através da prática cotidiana do pesquisador e das condições concretas de sua existência (TRIVIÑOS, 2015).

O MHD é a base filosófica do marxismo, que busca explicações coerentes, lógicas e racionais para os fenômenos da natureza, da sociedade e do pensamento ao longo da história. Baseia-se numa interpretação dialética do mundo e tem como princípios a matéria, a consciência e a prática social.

Para Marx, o método não é um conjunto de regras formais que se “aplicam” a um objeto que foi recortado para uma investigação determinada nem, menos ainda, um conjunto de regras que o sujeito que pesquisa escolhe, conforme a sua vontade, para “enquadrar” o seu objeto de investigação (NETTO, 2009, p. 25).

O importante para Marx é ser fiel ao objeto: é a estrutura e a dinâmica do objeto que comandam os procedimentos do pesquisador. O método implica uma determinada posição (perspectiva) do sujeito que pesquisa: aquela em que se põe o pesquisador para, na sua relação com o objeto, extrair dele as suas múltiplas determinações (NETTO, 2009).

Frigotto (1997, p. 79) ressalta que, o MHD é “ao mesmo tempo uma postura, um método de investigação e uma práxis, um movimento de superação e de transformação”, afirmando que “romper com o modo de pensar dominante ou com a ideologia dominante é, pois, condição necessária para instaurar-se um método dialético de investigação” (p. 77). O autor ainda nos alerta para a importância de um olhar crítico para as diferentes e conflitantes concepções de realidades direcionadas num contexto mais amplo, e para o caráter histórico do objeto de conhecimento.

Loureiro (2004) afirma que o método dialético marxista é uma forma de pensar e transformar o mundo. E qualifica o conhecimento e uso desse método como algo “indispensável para Educação ambiental e todo debate inserido na complexidade ambiental”, porque “as ideias são construídas na materialidade da vida” e não o contrário.

Ter essa base significa possibilitar o diálogo e a construção de novas sínteses teórico-práticas sem recairmos nos generalismos, simplificações, reducionismos, dualismos, idealismos, despolitizações e consensos vazios de sentido que permeiam o debate ecológico e que inviabilizam a consolidação de proposta concretas de ruptura com a Educação Ambiental pautada na pedagogia tradicional e tecnicista e no pragmatismo ambientalista (LOUREIRO, 2004, p. 98).

O método parte da premissa de que somos natureza com singularidades que nos diferem das demais espécies, sem que isso signifique pensar o humano fora da natureza ou, ao contrário, pensa-lo como um organismo biológico diluído no plano natural (LOUREIRO, 2004).

Ao assumir a perspectiva da EAC necessitamos um método que insere questões de natureza social, histórica, ética e política. Tal posicionamento pressupõe o MHD, que permite a apreensão do movimento da vida, transformando as relações existentes

sem cair em generalizações atemporais e em modelos de mundo que diluem a complexa dialética natura/social (LOUREIRO, 2004).

Nesse sentido ao discutir a formação pela pesquisa no currículo universitário, o MHD, também, é o método nos permite ser fiéis ao objeto nesta proposta investigativa.

Coerentemente com o pensamento complexo e dialético no entendimento da “questão ambiental”, a realidade não é vista como uma externalidade positiva e nem a ciência como a portadora de uma verdade neutra, cuja formulações, hipóteses, argumentos, informações e teorias construídas são isentas de valores. É nefasto para o conhecimento científico, para o “fazer pesquisa” e o agir educativo ignorar a subjetividade, a presença do pesquisador e do professor como sujeito social (LOUREIRO, 2004, p. 109).

O tema transgênicos surgiu em uma aula de Química Ambiental no Instituto de Química – UFG. Em um júri químico³ foram feitos contrapontos a respeito da segurança alimentar, da técnica, da poluição ambiental, de valores éticos, políticos, etc. A busca pelo material de apoio às argumentações, tanto contra quanto a favor, foram difíceis, uma vez que quase não há material tratado, ou seja, quase toda busca do conteúdo foi em documentos como, Leis, normas e decretos, em sites variados, vídeos, estatísticas, etc. gerando interpretações variadas. Dificuldade maior foi encontrar referências do tema voltado para área da educação de forma a fazer um comparativo do material analisado para o júri químico com o que já se tem referenciado. Vale destacar que a área de ensino de Química do Instituto de Química da UFG, desde 2004, tem a proposta de formação de seus licenciados por meio da pesquisa (SOARES *et al.*, 2012).

Partindo da perspectiva interdisciplinar compreendemos que o tema transgênicos pode ser objeto de estudo de muitos campos de conhecimentos, entre eles o da química.

O conhecimento químico como um todo envolve conceitos que podem ser ressignificados na aprendizagem dos fenômenos do ambiente biofísicoquímico desde o estudo da constituição da matéria, incluindo todas as espécies vivas e não vivas, até suas transformações, posto que trata de uma Ciência da natureza e, como tal, tenta compreendê-la por meio de construções empírico-teóricas do campo científico.

[...] A demanda pela inserção de temas ambientais no ensino de Química é um reflexo da desvinculação dos diferentes aspectos legitimamente vinculados no construto da Química enquanto Ciência histórica e socialmente

³ O júri químico é uma atividade lúdica que foi desenvolvida em sala de aula. A sala foi dividida em dois grupos, um para defender o uso dos transgênicos e outro para ser contra. Em um outro dia de aula previamente marcado, a partir de pesquisas em diferentes meios de comunicação, a turma, orientada pela professora (juíza) exibiu seus argumentos e contra-argumentos. Para melhor compreensão do funcionamento de um júri químico ver: OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: Uma Atividade Lúdica para Discutir Conceitos Químicos. **Revista Química Nova na Escola**, N° 21, maio 2005.

construída. Assim, tão importante quanto buscar a (re)inserção de temas ambientais no ensino de Química torna-se essencialmente necessário compreender que relações sociais e ambientais, ou para melhor nos expressar, socioambientais, são partes integrantes da produção científica, e portanto, deveriam ser do conhecimento escolar (CASSIANO; ECHEVERRÍA, 2014, p. 53)

A EA pode ser uma ferramenta importante para promover o diálogo crítico, reflexivo e emancipatório para que a população se torne preparada para avaliar suas reais necessidades de consumo. Nesse sentido abordamos no próximo capítulo a tríade necessária (interdisciplinaridade, Educação ambiental e formação pela pesquisa) para que o professor possa trabalhar o conteúdo de forma abarcar o máximo de suas nuances.

1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA, INTERDISCIPLINARIDADE E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

1.1 O contexto da EAC e a perspectiva da emancipação

Entendemos o meio ambiente como o conjunto de interrelações das dinâmicas naturais e sociais. É a interrelação dos seres humanos entre si e destes com a natureza não-humana num contexto espacial, histórico, cultural, político e econômico. Este é moldado por processos naturais, históricos, tecnológicos e políticos (REIGOTA, 2009). De tal modo, a problemática ambiental é melhor denominada problemática socioambiental, pois configura múltiplas dimensões (geográficas, históricas, sociais, ecológicas, econômicas, tecnológicas, políticas, culturais, éticas, etc.)

Defende-se, neste trabalho, que a EA só pode ser uma educação política (LOUREIRO, 2004, REIGOTA, 2009, GUIMARÃES, 2011), na qual requer considerar prioritariamente a análise das relações políticas, econômicas, sociais e culturais entre a humanidade e a natureza e as relações entre os seres humanos, visando a superação dos mecanismos de controle e de dominação que impedem a participação livre, consciente e democrática (REIGOTA, 2009).

Vivemos um momento histórico caracterizado pelo quase unânime reconhecimento da grave crise ambiental que nos afeta.

Em novembro de 2015, mais 25 espécies animais e vegetais foram declaradas “criticamente ameaçadas, possivelmente extintas” pela nova Lista Vermelha da União para a Conservação da Natureza (UICN).

Também o desmatamento se acelerou em 2015 nas florestas tropicais e boreais. O desmatamento e os incêndios das florestas na Indonésia, na Austrália, na Nova Zelândia, no Brasil e no oeste dos EUA confirmaram nesse último ano sua curva ascendente. Entre agosto de 2014 e julho de 2015, a Amazônia perdeu mais 5.831 Km² de floresta por corte raso, um aumento de 16% em relação ao período anterior.

[...] No que se refere ao aquecimento global, 2015 marcou o momento em que as temperaturas médias superficiais do planeta ultrapassaram 1°C em relação à média dos anos 1850 – 1900. No hemisfério norte, esse aumento já foi de 2°C à média desse período e de 3°C em alguns pontos do Ártico, em relação ao mesmo período. O ano de 2015 foi o ano mais quente dos registros históricos.

Mesmo que houvesse reduções imediatas e dramáticas das emissões de gases de efeito estufa, a temperatura média global continuaria provavelmente quebrando recordes nos próximos anos porque o efeito máximo de aquecimento desses gases ocorre cerca de um decênio após sua emissão.

[...] Estamos batendo recordes também de retração das geleiras de altitudes, de degradação dos solos, de escassez dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), de acidificação, eutrofização e poluição por plásticos dos oceanos, de elevação do nível do mar, de sobrepesca e de branqueamento de corais.

[...] Em 2015, batemos, enfim, os recordes de desigualdade social, a causa primeira de todas as crises socioambientais, com a maior taxa de apropriação da riqueza global pelos ricos e ultrarricos, chamados *Ultra high-net-worth individuals* (UHNWI). Em 2010, os 388 indivíduos mais ricos do mundo detinham uma riqueza equivalente à metade da humanidade. Em 2014, eles eram 85 e são em 2015, somente 62 indivíduos. Durante o mesmo período, a metade de baixo da humanidade perdeu mais de um trilhão de dólares, uma queda de 38%, segundo a Oxfam. O 1% mais rico possui agora mais que os demais 99% (MARQUES, 2016, p. 13 - 17).

O conceito de desenvolvimento sustentável data de mais de 30 anos, desde 1987 no relatório Brundtland, denominado “Nosso Futuro Comum”, que deu notoriedade ao conceito, o qual descreve o princípio de que o crescimento econômico deve visar à melhoria da qualidade de vida e não pode comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais que lhe dão base (NOSSO FUTURO COMUM, 1988). A partir daí o conceito permeou vários debates e conferências, inclusive no site da Organização das Nações Unidas (ONU) há uma aba dedicada a todos os programas e ações que se enquadram no desenvolvimento sustentável, inclusive estabelece 17 objetivos de desenvolvimento sustentável até 2030 (ONU, 2019).

Outros autores contestam a ideia de “desenvolvimento sustentável”, argumentando que dentro da lógica capitalista o desenvolvimento não pode ser sustentável, gerando uma crise civilizatória (LOUREIRO, 2012). Afirmar que vivemos uma crise civilizatória significa compreender que o contexto de grande degradação ambiental no qual estamos inseridos na sociedade atual é causado pela lógica das relações econômico-sociais. Esta crise origina-se de um desenvolvimento não sustentável.

É uma crise do modelo das relações sociais estabelecidas. É uma crise que coloca em xeque as relações materiais e energéticas que estabelecemos com a natureza, que coloca em questão a viabilidade de uma existência alienada, destrutiva e acumuladora de riquezas. E isso já tinha sido anunciado no contexto europeu de crise do estado de bem-estar social e das lutas sociais da segunda metade do século XX. Afirmava-se, então, que:

[...] só se pode produzir e oferecer certas mercadorias consideradas essenciais para o conforto moderno a partir da reprodução de relações sócias desiguais. Só se pode considerar como legítimos certos estilos de vida quando se ignora a indigência de milhões. [...] só é possível sustentar certo padrão de vida para alguns em detrimento do péssimo padrão de vida para outros e com base no uso abusivo da natureza [...]. Em resumo, a constatação era a de que no marco da sociedade capitalista urbano-industrial, a sustentabilidade da riqueza traz o seu reverso: a sustentabilidade da pobreza (LOUREIRO, 2012, p. 19 - 20).

A crise ambiental é uma crise civilizatória, sendo a primeira, parte da segunda. Ao compará-las sustentamos que a crise ambiental situa-se no campo dos problemas ambientais em que nas relações capitalistas de produção sempre se empregarão os recursos naturais em favor do lucro, enquanto a crise civilizatória vai além dos problemas ambientais, sendo muito mais abrangente e relacionando-se ao nosso modo de vida voltado ao consumo e à manutenção da estrutura produtiva, sendo necessárias, para sua solução, mudanças na concepção de mundo antropocêntrica que carregamos (CRUZ, 2018).

São inúmeras as situações flagrantes da crise ambiental: o grande desperdício de água potável ocasionado por uma minoria enquanto outros não têm o necessário para a sobrevivência, a desigualdade social que faz que apenas os Estados Unidos sejam responsáveis por praticamente 25% da degradação ambiental, desigualdade econômica na qual o somatório financeiro das três pessoas mais ricas do mundo corresponde ao PIB dos 48 países mais pobres (LOUREIRO, 2004). Aquecimento global, elevados índices de dióxido de carbono na atmosfera e cinco mil e quinhentas crianças morrendo diariamente em decorrências de doenças de veiculação hídrica, atmosférica ou de fome, são alguns exemplos da gravidade da crise civilizatória e ambiental que estamos inseridos (MARQUES, 2018).

O cenário vivido demonstra que não podemos ser ingênuos e acreditar no avanço tecnológico, na “boa-fé” e na cooperação como opções únicas (LOUREIRO, 2004), pois há mais de 25 anos que vem se difundindo a EA no Brasil. No entanto, a degradação do meio ambiente no Brasil e no mundo só aumenta, o que leva a refletir sobre os reais alcances dessa educação. O problema está na educação básica? O educador não se empenha o suficiente? A sociedade não está sensibilizada? Nesse sentido Guimarães enfatiza:

Não podemos deixar de lembrar que os indivíduos, em geral, entre eles os educadores, seres sociais que somos experienciamos em nosso cotidiano a dinâmica informada pelos paradigmas da sociedade moderna que tende a se auto perpetuar e que, seguindo essa tendência, é reprodutora de uma realidade estabelecida por uma racionalidade hegemônica (GUIMARÃES, 2011, p. 23).

É a essa dinâmica que ele define como armadilha paradigmática⁴. Segundo Morin (1997) paradigmas são “estruturas de pensamento que de modo inconsciente

⁴ Guimarães (2011) ao se referir a armadilha paradigmática descreve que o educador por estar atrelado a uma visão (paradigmática) fragmentária, simplista e reduzida da realidade, manifesta

comandam nosso discurso”. Guimarães destaca o meio educacional como transformador dessa realidade em crise:

A partir da argumentação de que a atual crise ambiental é consequência da crise do modelo de sociedade moderna e de seus paradigmas, associada ao reconhecimento que temos hoje da sociedade sobre a gravidade dos problemas ambientais, podemos projetar que há um anseio social por transformações da realidade socioambiental. Talvez ainda seja uma afirmativa forte para a sociedade em geral, mas no meio educacional já me parece que esse cenário começa a despontar – anseio por mudanças nessa realidade em crise. Indicativo disso seria a difusão da educação ambiental, por exemplo, na educação formal. (GUIMARÃES, 2011, p. 22)

No senso comum é recorrente acreditar que não há diferenças na EA, como se todos os estudiosos ambientais tivessem os mesmos princípios e ideologias e almejassem os mesmos objetivos. No entanto, há diversas formas de se compreender a EA partindo da premissa crítica (LOUREIRO, 2004; LAYRARGUES, 2011), naturalista, conservacionista/recursista, resolutiva, sistêmica, científica, humanista e moral/ética (SAUVÉ, 1997). Essas correntes não são, necessariamente, excludentes, já que algumas compartilham características comuns.

De todas as perspectivas nosso trabalho assume a EA crítica, uma vez que ela se conjuga a partir de uma matriz que compreende a educação como elemento de transformação social inspirada no diálogo, no exercício da cidadania, fortalecimento dos sujeitos, na criação de espaços coletivos de estabelecimento das regras de convívio social na superação das formas de dominação capitalista, na compreensão do mundo em sua complexidade e da vida em sua totalidade (LOUREIRO, 2004).

Já as outras concepções não caracterizam esse estudo, pois, em geral, elas descaracterizam ou secundarizam a dimensão histórica, tendem a ter uma compreensão de que toda civilização é naturalmente superada após chegar ao seu ápice, numa crença evolucionista pouco defensável (LOUREIRO, 2004). Há uma crença cega na ciência, como detentora da razão, em que independente do desastre ambiental a ciência dará conta de resolver. São concepções que tendem a culpar o indivíduo e harmonizam o peso dos deveres num “cada um deve fazer a sua parte”. Mas as partes são diferentes. O agronegócio, por exemplo, gasta em torno de 70% da água própria para consumo, enquanto a população gasta em torno de 11%, mas as campanhas do uso consciente da água são voltadas para a população que menos

(inconscientemente) uma compreensão limitada da problemática ambiental que se expressa por uma incapacidade discursiva que informa uma prática pedagógica fragilizada de educação ambiental.

consome, sem considerar essa discrepância do consumo. Essas outras concepções tendem a minimizar os conflitos entre grupos e classes sociais em nome de uma cooperação e de um amor abstrato que pode, hipoteticamente, nos levar à harmonia com a natureza.

Em termos de Educação Ambiental, focalizam a “ecologização” da pedagogia, priorizando as relações ecossistêmicas a partir de conceitos estruturantes da ecologia, num enfoque biologizante que dilui o entendimento do modo como as sociedades se definem, o indivíduo e a cultura a definem e são definidos por esta, e a capacidade de atuarmos coletivamente [...] Tendem a despolitizar a educação e a esvaziar-la como prática social. Associam ideologicamente a natureza à harmonia e dão destaque ao entendimento das relações ecológicas que são baseadas na cooperação, minimizando as que são baseadas na competição, quando ambas são indispensáveis para se entender o equilíbrio dinâmico que define a vida [...] Não apresentam necessariamente como pressuposto pedagógico a construção participativa dos temas geradores e do processo pedagógico e o conhecimento coletivo e problematizador da realidade em que os grupos sociais se inserem (LOUREIRO, 2004, p. 166).

A EAC é aquela que possui um conteúdo emancipatório, em que a dialética⁵ entre forma e conteúdo se realiza de tal maneira que as alterações das atividades humanas; vinculadas ao fazer educativo, impliquem mudanças individuais e coletivas, locais e globais, estruturais e conjunturais, econômicas e culturais (LOUREIRO, 2004). Diante da gama de contextos e saberes que a EA abarca ela só pode ser uma educação interdisciplinar, desta forma a EAC que defendemos está em simbiose com a interdisciplinaridade.

Afirmamos que a função de uma educação ambiental crítica e interdisciplinar é estar à altura dos desafios da sociedade capitalista, justamente, delineando uma teoria que sirva de enfrentamento das atuais condições sociais, culturais e políticas, cuja tarefa é mais complexa do que o paradigma ambiental tradicional promete explicar, por vezes complexo apenas no entendimento da dinâmica natural, desconsiderando a dinâmica social-natural (COSTA; LOUREIRO, 2015, p. 705).

Nessa perspectiva Guimarães (2011) propõe alguns eixos para formação de educadores ambientais críticos, no qual evidenciamos a necessidade de exercitar o esforço de ruptura com a armadilha pragmática; fomentar a percepção de que o processo educativo se faz aderindo ao movimento da realidade social, para, por meio do movimento, transformar a realidade; potencializar a percepção de que o processo educativo não se restringe ao aprendizado individualizado dos conteúdos escolares para a mudança comportamental do indivíduo, mas na relação do um com o outro, do

⁵ Expressão do movimento e da contradição do mundo, dos homens e suas relações (TRIVIÑOS, 2015)

um com o mundo; sensibilizar o educador ambiental para uma permanente autoformação eclética, permitindo-lhe transitar das ciências naturais às ciências humanas e sociais, da filosofia à religião, da arte ao saber popular, para que possa atuar como um interlocutor na articulação dos diferentes saberes.

Nesse marco civilizatório, dizer que “cada um tem que fazer sua parte” é no mínimo ingênuo. “Naturalizar” o discurso de que a humanidade degrada, significa contribuir para uma leitura superficial da crise sem buscar as causas de fundo. E não há soluções para a crise ambiental que satisfaçam a todos os interesses por igual. O problema da fome no mundo não é um problema técnico, já que nunca a capacidade de produzir alimentos foi tão grande, mas um problema do modo de produção e distribuição da riqueza.

Poderíamos continuar nesta linha de argumentação, mas entendemos que o até aqui exposto é suficiente para fundamentar nossa postura em defesa de uma EAC que trabalhe na perspectiva da transformação, uma EA emancipadora no sentido de respeitar o meio ambiente e agir sobre ele, considerando a como ontologicamente prioritária para a existência humana, aquilo que nos antecede e que de nós independe, cuja dinâmica ecológica, mesmo que por nós mediada e transformada, precisa ser reconhecida e respeitada a fim de que o modo de produção seja compatível com sua capacidade de suporte e de regeneração (FOLADORI, 2001).

A seguir trataremos a interdisciplinaridade relacionando com seu histórico, da mesma forma que assumimos a EAC, adotaremos também uma definição de interdisciplinaridade que melhor se relaciona com a EAC e com nosso enfoque metodológico marxista.

1.2 Interdisciplinaridade e seu construto histórico

Entendemos que o trabalho interdisciplinar, do ponto de vista crítico, se verifica na produção e na socialização do conhecimento no campo das ciências e no campo educativo, decorrendo da forma de o ser genérico humano produzir-se enquanto ser social e enquanto sujeito do conhecimento. Daí, a necessidade de se buscar compreender que a interdisciplinaridade na produção do conhecimento é fundada no caráter dialético da realidade social e na natureza intersubjetiva de sua apreensão (COSTA; LOUREIRO, 2015, p. 696)

A Educação Ambiental Crítica é de natureza interdisciplinar! A literatura é vasta (BRASIL, 1998a, 1999a; LEFF, 2001, 2015; COSTA; LOUREIRO, 2015) e as leis que enunciam a EA para o ensino no Brasil conferem essa afirmativa. Com isso é necessário aprofundar na explanação do que é interdisciplinaridade e como a EA e a

interdisciplinaridade estão intimamente ligadas. A interdisciplinaridade pode assumir uma perspectiva positivista, fenomenológica ou materialista-dialética, esta última consideramos a que melhor explica a relação interdisciplinaridade e educação ambiental crítica, pois é na luta de contrários que se constrói um “novo objeto”, a construção de um novo objeto é a premissa de interdisciplinaridade que este trabalho assume.

A discussão sobre a temática da interdisciplinaridade tem sido tratada por dois grandes enfoques: o epistemológico e o pedagógico, ambos abarcando conceitos diversos e muitas vezes complementares. No campo da epistemologia, toma-se como categorias para seu estudo o conhecimento em seus aspectos de produção, reconstrução e socialização; a ciência e seus paradigmas; e o método como mediação entre o sujeito e a realidade. Pelo enfoque pedagógico, discutem-se fundamentalmente questões de natureza curricular, de ensino e de aprendizagem escolar (THIESEN, 2008, p. 545)

Há várias tentativas de se definir interdisciplinaridade, são muitos autores que a tem como objeto de estudo: Japiassu (1976), Fazenda (1992), Morin (1997), Bianchetti e Jantsch (2002), Frigotto (2008), Etges (2011), entre outros. No entanto mesmo entre eles, não há uma definição única e consensual. Devido à amplitude do tema este pode ser tratado como “a busca da unidade – perdida – pelos sujeitos”, tendo assim o foco do trabalho em parceria. Outra tendência é a do “reconhecimento da natureza ambivalente das ciências”, ou seja, a concepção que reconhece que o interdisciplinar pressupõe o disciplinar. E, por fim, pode ser concebida a concepção de interdisciplinaridade voltada à produção histórico-social do conhecimento e da existência (JANTSCH; BIANCHETTI, 2011). Desse modo, antes de tentar levantar algumas possíveis definições, descreveremos o que consensualmente não é interdisciplinaridade.

Segundo Etges (2011), a interdisciplinaridade não é um denominador comum das disciplinas isoladas, não corresponde à soma de todas as disciplinas que recai a um propósito holístico. A interdisciplinaridade, também, não é um método de investigação ou técnica didática (LEFF, 2001; FRIGOTTO, 2008 e ETGES, 2011), não constitui, também, a negação ou abandono das disciplinas. A interdisciplinaridade não é uma panaceia que garantirá um ensino adequado, ou um saber unificado (FAZENDA, 1992). Leff (2001) descreve que a interdisciplinaridade não é um princípio epistemológico para legitimar saberes, nem uma consciência teórica para a produção científica. A prática interdisciplinar é contrária a qualquer homogeneização e/ou enquadramento conceitual (LEIS, 2005).

Instituir a interdisciplinaridade não é o mesmo que defender um pluralismo sem criticidade, em que o complexo se dilui na simples convivência com o diverso (COSTA; LOUREIRO, 2015). Do mesmo modo, a interdisciplinaridade, por vezes, é confundida com multi ou pluridisciplinaridade, pandisciplinaridade ou ainda como transdisciplinaridade. A mudança nos prefixos (mult, pluri, pan e trans) levam a caminhos divergentes das significações do que é interdisciplinaridade. A pluri (ou multi) disciplinaridade, supõe o pôr em conjunto, o estabelecer algum tipo de coordenação, numa perspectiva de mero paralelismo de pontos de vista (POMBO, 2008).

Para Etges (2011) quando há uma passagem pelas disciplinas de onde se aproveitam alguns elementos para constituir um fim que se pretende trata-se de uma mera passagem, sem que se afetem os princípios ou a estrutura da referida disciplina. Leff (2001) define a transdisciplinaridade como um processo de intercâmbio entre os diversos campos e ramos do conhecimento científico, nos quais uns transferem métodos, conceitos, termos e inclusive corpos teóricos inteiros para outros.

A interdisciplinaridade em decorrência de sua multiplicidade de sentidos não pode ser entendida enquanto conceito único. Com isso o que se tem são tentativas de uma definição. Leff (2001) explica que a interdisciplinaridade teórica é entendida como a construção de um “novo objeto científico” a partir da colaboração de diversas disciplinas, é uma prática intersubjetiva que produz uma série de efeitos sobre a aplicação dos conhecimentos das ciências e sobre a integração de um conjunto de saberes não-científicos. Essa é a perspectiva interdisciplinar que esse trabalho assume, na guisa materialista-dialética.

Leff (2001), descreve os primórdios que deram origem a um campo interdisciplinar, nesse momento, porém ainda a interdisciplinaridade não se configurava como objeto científico.

As transformações produtivas a partir da Revolução Industrial até a atual cientifização da produção desencadearam um vasto potencial de aplicações práticas das ciências, gerando um processo de planejamento das atividades de pesquisa dentro das empresas, bem como dentro dos macroprojetos das grandes potências: de seus programas bélicos, de seus projetos espaciais. A orientação das ciências para a produção levou a desenvolver técnicas e modelos de programação das atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, abrindo um campo de estudos de prospecção científica e tecnológica orientada pela demanda de conhecimentos do processo econômico e para a resolução dos problemas que este gera. Desta demanda social de conhecimentos surgiram novos desafios teóricos e novas necessidades de conhecimento que resultaram num impulso de grande importância para a produção científica (LEFF, 2001, p. 69 - 70).

Embora haja exemplos de interdisciplinaridade desde os primórdios da humanidade, a interdisciplinaridade, como ela está sendo discutida atualmente, surgiu na Europa na década de 1960, mais precisamente na França e Itália, tendo o termo originalmente atribuído por Piaget.

Após maio de 1968 na França, os movimentos estudantis tinham, como sua principal reivindicação, um novo estatuto de universidade. “Tal questão apontava a alienação da universidade dos problemas cotidianos, que incitava o olhar dos seus alunos numa única e restrita visão de mundo” (COSTA; LOUREIRO, 2015, p. 22). Em paralelo a Europa, nos Estados Unidos surge a interdisciplinaridade voltada para uma lógica instrumental.

[...] claramente oposta à francesa. Antes que uma oposição científica, a opção americana reflete uma oposição cultural. Na concepção americana, a emancipação humana não está relacionada diretamente com os conhecimentos, mas com a capacidade de agir sobre o mundo. Para entender os impasses da universidade brasileira sobre a questão interdisciplinar é fundamental entender bem o modelo cultural americano, porque nas últimas décadas ele impactou profundamente nosso meio. Em certa forma, a cultura científica americana é a mesma, tanto para o trabalho disciplinar, como interdisciplinar. Partindo do privilégio do “fazer” não é difícil estabelecer a equivalência entre educar e formar pessoas para o mercado de trabalho (LEIS, 2005, p. 07).

Uma década depois a interdisciplinaridade chega ao Brasil pelos estudos da obra de Georges Gusdorf e posteriormente da de Piaget (FAZENDA, 1992). O primeiro pesquisador brasileiro do tema foi Hilton Japiassu, em 1976, com o livro “Interdisciplinaridade e Patologia do Saber”, este no campo da epistemologia e Ivani Fazenda no campo da educação (THIESEN, 2008). Embora a universidade e centros de ensino tenham uma característica autônoma para pesquisar, ela é afetada pela sociedade na qual está inserida, portanto a interdisciplinaridade iniciou de fora para dentro da universidade, mais precisamente como reação do capitalismo diante de seus próprios problemas de legitimação (FOLLARI, 2011).

Hoje, quando o paradigma predominante é o da integração e flexibilidade – um movimento do próprio capital visando mudar para manter-se predominante (mudar para não mudar) - à escola são feitas exigências no sentido de que os egressos tenham uma visão interdisciplinar e cooperativa e sejam capazes de cumprir individualmente (um trabalhador, diversas funções ou o ‘três-em-um’) tarefas que antes eram atribuídas a diversos especialistas, distribuindo-se entre as funções de planejar, executar e avaliar! (BIANCHETTI; JANTSCH, 2002, p. 08)

O excessivo número de especializações cada vez mais aprofundada em um único tema gera um profissional brilhante, exclusivamente, em sua área específica de

atuação. No entanto o mercado carecia de um profissional que soubesse flutuar por outras especificações. Nessa estreita relação entre produção e educação passa-se a demandar da Universidade um egresso cada vez mais adequado às características exigidas pelo atual mercado capitalista, ou seja, flexível, maleável, adaptável, ajustável, disponível para as constantes mudanças do capital (MUELLER *et al.*, 2011).

A não capitulação completa da educação às instâncias produtivo-mercado-lógicas sob o capital deve-se ao fato de a universidade, embora de forma marginal e por meio de parte de seus agentes, ter conseguido resistir, seja pela não colaboração, seja contrapondo-se a esta demanda vigente por meio de uma ação formativa que não descuida das categorias da historicidade e da totalidade, nesse caso não abrindo mão da dialética para compreender a produção da existência humana em seu sentido mais amplo. Mais precisamente, a não capitulação completa deve-se ao fato de, ainda, o espaço da educação formal continuar mantendo-se como um locus disputado e de disputa, um espaço permeado justamente pela contradição, no interior do qual o pensamento único ainda não está amplamente instaurado, como ocorre no espaço empresarial (MUELLER *et al.*, 2011, p.191).

Tanto em ambiente educacional quanto de mercado a interdisciplinaridade configura-se como uma necessidade. Para Frigotto (2008) no tocante à produção do conhecimento funda-se no caráter dialético da realidade social que é, ao mesmo tempo, una e diversa e na natureza intersubjetiva de sua apreensão. No entanto o mesmo autor apresenta a interdisciplinaridade, também, como um problema aos limites do sujeito que busca construir o conhecimento de uma determinada realidade e por outro pela complexidade desta realidade e seu caráter histórico. Todavia esta dificuldade é potenciada pela forma específica que os homens produzem a vida de forma cindida, alienada no interior da sociedade de classe (FRIGOTTO, 2008).

O contraponto de que partimos, para tanto, é o aporte interdisciplinar originário do paradigma marxista, que, historicamente, surge como proposta crítica ao movimento capitalista existente (COSTA; LOUREIRO, 2015). Com isso, assumimos a conceituação de interdisciplinaridade, pautada na relação histórico-social que vislumbra uma práxis pedagógica emancipatória, que “vê a ciência como produção de novos mundos, adequados ao sujeito” (ETGES, 2011).

O próprio ambiente entendido em seus múltiplos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais é essencialmente interdisciplinar (COSTA; LOUREIRO, 2015). Desta forma, a EA para a construção do conhecimento ambiental e suas múltiplas facetas devem estar pautadas na interdisciplinaridade. No que tange aos documentos brasileiros a respeito da EA muitos são expressos pela ótica interdisciplinar. Na

sequência faremos um levantamento dos documentos brasileiros que demonstram a preocupação com a EA relacionando-a com a interdisciplinaridade.

1.3 Documentos brasileiros norteadores da EA - a interdisciplinaridade em foco

Tratando-se dos documentos educacionais brasileiros a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996) estabelece as diretrizes e bases sobre a educação, da educação infantil até o ensino superior, buscando regular, ainda, a oferta dos serviços educacionais públicos, mas neste documento a interdisciplinaridade não aparece (BRASIL, 1996). Porém, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) instituídas em 1998, documento esse complementar da LDB, a interdisciplinaridade aparece no Art. 11, parágrafo 2 como, “o currículo por área de conhecimento deve ser organizado e planejado dentro das áreas de forma interdisciplinar e transdisciplinar” (BRASIL, 1998a). No parágrafo 4, nos incisos de I a IX, que descrevem as disciplinas, aparece da seguinte forma: “podem ser desenvolvidos por projetos contextualizados e interdisciplinares, oficinas, laboratórios, dentre outras estratégias de ensino-aprendizagem que rompam com o trabalho isolado apenas em disciplinas” (BRASIL, 1998a). No Art. 17 Inciso XI lê-se: “a interdisciplinaridade e a contextualização devem assegurar a transversalidade entre diferentes áreas do conhecimento, propiciando a interlocução entre os saberes e os diferentes campos do conhecimento” (BRASIL, 1998a).

Estas diretrizes serviram, então, de base para as propostas curriculares nacionais efetuadas pelo Governo Federal: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 2000, os Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares (PCN+), em 2002, e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006). Também foram elaboradas muitas propostas estaduais. Todas essas propostas são de caráter facultativo, não tendo, portanto, força de lei ou norma (MOZENA; OSTERMANN, 2016, p. 102).

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) (BRASIL, 2013) a interdisciplinaridade aparece como perspectiva “teórico-metodológica”, é sinalizada várias vezes no documento e chama a atenção para o ponto em que refere-se à destinação de “pelo menos, 20% do total da carga horária anual ao conjunto de programas e projetos interdisciplinares eletivos criados pela escola [...]” (BRASIL, 2013).

Para Mozena e Ostermann (2016) a concepção de interdisciplinaridade não é apresentada de maneira clara, pois esses textos não fornecem informações precisas e adequadas do que é interdisciplinaridade e de como efetivá-la na sala de aula, nem reflexões ou justificativas adequadas ao seu público. Cabe, portanto, ao professor ser o único responsável pela articulação das disciplinas.

Nesse sentido, o papel da interdisciplinaridade no contexto educacional é muito importante na atualidade e o professor tem um papel fundamental na sua implementação: ela pode ser efetivada por um único professor em sua sala de aula, ou pode ser desenvolvida numa metodologia pautada em projetos, embora isso possa significar ações bem diferentes. Assim, a interdisciplinaridade é comumente usada na escola para: esclarecer uma situação, resolver um problema ou compreender algo em seu contexto o mais próximo possível do real ou cotidiano (MOZENA; OSTERMANN, 2016, p. 96).

O professor não formado sobre uma ótica interdisciplinar terá grande dificuldade em implementá-la em sua prática docente. Em seu estudo Mozena e Ostermann (2016) afirma que a interdisciplinaridade é ainda considerada como uma prática não legítima por grande parte dos professores, pois a consideram como algo a mais, que lhes rouba um tempo precioso em que deveriam trabalhar conteúdos do livro didático que “caem no vestibular”.

Alguns temas, devido à complexidade de sua abordagem não têm outra maneira de serem trabalhados de forma efetiva se não por meio da interdisciplinaridade. O tema “transgênico” que ressaltamos neste trabalho, tem natureza interdisciplinar, pois está presente em um *lócus* maior que problematiza múltiplos aspectos: científicos, sociais, políticos, técnicos, éticos, filosóficos, etc. A interdisciplinaridade e a EAC, são indissociáveis; a própria matriz teórica da EAC traz à tona a necessidade da interdisciplinaridade. Apesar dos documentos brasileiros não contemplarem a EA como EAC eles contemplam a EA e a interdisciplinaridade, nesse sentido ressaltamos que independente da perspectiva da EA ela é interdisciplinar.

Em 1977, já na primeira conferência Intergovernamental sobre EA realizada em Tbilisi (Geórgia), havia a recomendação da interdisciplinaridade em vários pontos:

Recomendação n.º 01

[...] b. A educação ambiental é o resultado de uma orientação e articulação de diversas disciplinas e experiências educativas que facilitam a percepção integrada do meio ambiente, tornando possível uma ação mais racional e capaz de responder às necessidades sociais

[...] g. Para a realização de tais funções, a educação ambiental deveria suscitar uma vinculação mais estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando suas atividades em torno dos problemas concretos que se impõem à comunidade;

Enfocar a análise de tais problemas, através de uma perspectiva interdisciplinar e globalizadora, que permita uma compreensão adequada dos problemas ambientais;
 [...] Recomendação n.º 02
 Princípios básicos
 [...] c. Aplicar em enfoque interdisciplinar, aproveitando o conteúdo específico de cada disciplina, de modo que se adquira uma perspectiva global e equilibrada (TBILISI, 1977, p.1-3).

Seguindo as diretrizes do Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) de 1975 e da Conferência de Tbilisi, 24 anos depois com a Lei A Lei 9.795, de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999a, 2002c), que dispõe sobre a educação ambiental institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e dá outras providências, o poder público brasileiro procurou incluir a EA como um instrumento da política educacional em conformidade com as orientações internacionais, isto é, como um componente interdisciplinar (BERNADES; PRIETO, 2010).

A interdisciplinaridade e a EA tratadas neste trabalho são em relação ao âmbito formal, conforme a Lei nº. 9.795/1999, após regulamentação dada pelo Decreto 4.281/2002, pela qual a EA torna-se tarefa do Ministério do Meio Ambiente (Departamento de Educação Ambiental) em sua esfera não-formal, e do Ministério da Educação (MEC) (Coordenação Geral de Educação Ambiental) em âmbito formal (CRUZ, 2018).

A própria Constituição Federal, no 1º parágrafo, inciso VI, declara como dever estatal a promoção da “educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988). No entanto o termo “educação ambiental” somente passou a constar dos registros legais brasileiros nove anos após a regulamentação da Política Nacional de Meio ambiente, pela promulgação da PNEA, em 1999, que não modifica, mas agrega complementações à LDB. Importa esclarecer que o termo já constava nos textos oficiais redigidos desde 1993 como prévia da Lei que se buscava aprovar (CRUZ, 2018). A LDB envida esforços e recursos para orientar práticas educativas nas escolas, porém não faz nenhuma referência à dimensão ambiental. O conteúdo Parâmetro Curricular Nacional (PCN) referente à EA na LDB é limitado deixando aos estabelecimentos de fundamentos com maior especificidade (BRASIL, 1997a, 1997b, 1998b e 2000b).

A PNEA em seu Art. 9º orienta a EA na educação escolar a ser desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas, englobando a educação básica, superior, especial, profissional e educação de jovens e adultos

(BRASIL, 1999a). A PNEA, também, faz referência ao caráter interdisciplinar e contextualizado da EA, a ser desenvolvida como uma prática educativa articulada não somente aos conteúdos das diversas disciplinas escolares, mas também aos valores e necessidades sociais, individuais e coletivas, de forma contínua e permanente.

Quanto aos procedimentos a serem adotados, a PNEA prevê, no art. 5º, a capacitação de recursos humanos quando forem desenvolvidas atividades de EA. Essa capacitação deve-se voltar à implantação da dimensão ambiental na formação e também deve estar focada na atualização dos educadores em todos os níveis de ensino e nas diversas profissões. Nesse ponto vemos que a formação continuada de educadores aparece como premissa procedimental, visto que engloba todos os níveis de ensino e, por conseguinte, tange os professores de tais esferas.

Sobre esse mesmo tema, o art. 8º lista como atividades vinculadas à PNEA, além da capacitação, o desenvolvimento de estudos que visem a incorporação da dimensão ambiental nas diversas modalidades de ensino, a execução de pesquisas e experimentações (inciso II), a produção e divulgação de material educativo (inciso III) e o acompanhamento e avaliação (inciso IV). A própria busca de alternativas metodológicas para capacitação de educadores também é colocada como procedimento necessário (CRUZ, 2018, p. 76 - 77).

Tanto a Política Curricular Nacional (PCNac) quanto a PNEA adotam um caráter interdisciplinar. E nessa justificativa da interdisciplinaridade, a Lei determina que a EA não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino e faculta a existência de disciplina específica em cursos de pós-graduação (BRASIL, 1999a).

Acerca da EA no Ensino Formal, a Seção II da Lei, referenciando-se nas instituições de ensino públicas e privadas, determina o desenvolvimento de práticas educativas integradas em todos os níveis e modalidades do ensino formal; contudo, faz uma ressalva que consideramos especial quando é explicitado que **a EA não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino** (grifo nosso).

[...] Ainda em convergência com a Lei da PNEA, bem como com as DCN, o art. 5º do Decreto, estipula **obrigatória a inclusão da EA em todos os níveis e modalidades de ensino, observando-se, para tanto, a integração da EA às disciplinas de modo transversal, contínuo e permanente**, além da adequação dos programas já vigentes de formação continuada de educadores (grifo nosso) (CRUZ, 2018, p. 79 e 83).

A interdisciplinaridade escolar diferencia-se da interdisciplinaridade na pesquisa e no trabalho. No que se refere ao Ensino Básico Bernades e Prieto (2010) apontam que o motivo maior para os professores não adotarem a interdisciplinaridade se dá, aliada à falta de interesse pela prática, à ausência de uma formação interdisciplinar. Em seu estudo Mozena e Ostermann (2016) chegam às mesmas conclusões afirmando que “a integração fica a cargo do professor, que como nossas pesquisas mostram, não está preparado para uma ação interdisciplinar e acaba não avançando

além do senso comum”. Cruz (2018) converge com as autoras na mesma perspectiva de que o maior problema para a não efetivação da interdisciplinaridade na escola está na formação do professor que não está habituado a tratar tal tema.

Compreende-se que a EA, por ser multifacetada e complexa, deve ser uma temática a constar em diversas disciplinas, no entanto pode-se afirmar que as práticas em EA em âmbito escolar ainda estão muito aquém daquilo que se espera de uma perspectiva emancipatória, visto que os professores das redes de ensino não estão habituados a trabalhar tal tema e não foram formados na perspectiva interdisciplinar, tampouco conhecem em amplitude os pressupostos da EA crítica, retornando comumente a uma perspectiva conservadora da prática em EA. Do mesmo modo, as práticas interdisciplinares não margeiam todo o processo de aprendizagem escolar, visto que ainda não foram instituídas na comunidade escolar como uma necessidade (CRUZ, 2018, p. 78).

A questão ambiental necessita de novos conhecimentos teóricos e práticos para sua compreensão e resolução. A EA deve promover um desenvolvimento de conhecimentos em diversas disciplinas. Nesse sentido na educação básica, assim como apontam os documentos, a EA deve ser interdisciplinar e não se configurar como uma disciplina isolada, uma vez que o problema não está nas disciplinas específicas ou na necessidade da interdisciplinaridade e sim na formação do licenciado. Bernades e Prieto (2010) assinala que os conteúdos tradicionais só farão sentido para a sociedade e para quem os ensina e estuda, se estiverem integrados em um projeto educacional abrangente de transformação, a começar pelo ambiente escolar, envolvendo toda a comunidade.

Tanto na Educação básica quanto no ensino superior e de pós-graduação a EA pode ser uma disciplina específica ou não (BRASIL, 2012). No caso da formação de professores, o importante é formar profissionais capazes de apresentar os conteúdos de forma crítica e sob uma perspectiva transformadora.

A EA, por vezes, é delegada a disciplinas específicas como Geografia, Química, Biologia e Ciências, no entanto nenhuma dessas consegue, isoladamente, tratar todas as questões ambientais.

Com base legal estabelecida na LDB os PCN propuseram a formação geral, em oposição à formação específica quando a LDB destaca as diretrizes curriculares específicas do Ensino Médio, elas se preocupavam em apontar para um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques e revigorando a integração e articulação dos conhecimentos, num processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (BRASIL, 1999b). Defendendo uma perspectiva de interdisciplinaridade e contextualização, os

PCN para o EM demonstraram uma menor dedicação para tratar o tema ambiental, visto que neles não constam os cadernos com os temas transversais (CRUZ, 2018).

Depois dos PCN foram elaboradas as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006) de ampla discussão com as equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, professores e alunos da rede pública e representantes da comunidade acadêmica. Esse documento faz uso do termo “transdisciplinaridade”, nesse sentido há vários questionamentos a serem feitos, a princípio o mais importante: qual perspectiva transdisciplinar o documento se refere? Só a partir dessa resposta se pode levar isso a cabo do trabalho coletivo.

Como material de apoio o livro didático segundo o Programa Nacional de Livro Didático - PNLD (2018), em seus critérios de avaliação, deve “favorecer a perspectiva interdisciplinar na abordagem dos conteúdos, incluindo referências a interfaces pedagógicas entre áreas afins e com outras áreas do conhecimento”, como também “indicar as possibilidades de trabalho interdisciplinar na escola, oferecendo orientação teórico-metodológica e formas de articulação dos conteúdos do livro entre si e com outros componentes curriculares e áreas do conhecimento” (BRASIL, 2018a).

No que tange ao nosso tema em discussão, os transgênicos, a OCEM afirma que grande parcela da população se demonstra pouco confiante para opinar sobre temas polêmicos e que podem interferir diretamente em suas condições de vida, como em relação ao uso de transgênicos, a clonagem e a reprodução assistida (BRASIL, 2006). As OCEM propõem a alfabetização científica como uma estratégia para enfrentamento desses temas. Nesse sentido enfatizamos a necessidade de uma educação interdisciplinar e emancipatória. Opinar sobre temas polêmicos exige uma postura crítica que além do conteúdo básico disciplinar do assunto deve ter uma posição política, conseguindo articular o tema no seu processo histórico.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) (BRASIL, 2012) constituem um caderno específico dentro das DCNEB, tendo sido criadas através do parecer CNE nº. 14/2012 em 6 de junho de 2012, corroborado através da resolução MEC nº. 15/2012, publicada em 15 de junho do mesmo ano (BRASIL, 2012). De acordo com a análise de Cruz (2018) o atributo ambiental é colocado como elemento estruturante do processo educacional não representando um determinado tipo de educação. Esta visão é convergente com o texto básico das DCNEB pois remonta à necessidade de realização de um trabalho interdisciplinar no

campo ambiental, em todas as disciplinas, em uma ação comprometida com a ética do ambiente.

Voltado para a educação básica a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). “É um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de **aprendizagens essenciais** que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2017a, p. 7). Sob a orientação dos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pela DCN (BRASIL, 2015b), “a BNCC soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (BRASIL, 2017a, p.7).

Com a finalidade de assegurar as aprendizagens essenciais a BNCC estabelece algumas decisões dentre elas cita a organização interdisciplinar.

Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem (BRASIL, 2017a, p. 12).

A BNCC faz alusão ao meio ambiente como “preservação do meio ambiente” (BRASIL, 2017a, p. 13, 19, 47, 51, 279, 303, e 329). Nesse sentido apresenta uma EA mais conservadora e naturalista, pois considera o meio ambiente como natureza/biodiversidade.

O mais recente documento é baseado na BNCC, aprovado em 07 de novembro de 2019, o MEC lança a “proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica” (BNCF) (BRASIL, 2018c), esta descreve as competências e concepção profissionais para a formação de professores, readaptando todo o currículo da licenciatura em nível nacional, tanto para as licenciaturas quanto para a formação continuada. Partindo do referencial do modelo de educação internacional como Austrália, Canadá, Chile e Estados Unidos e focada na formação prática a BNCF apresenta várias mudanças, dentre elas a “residência pedagógica” em substituição ao estágio supervisionado o licenciando precisa estar semanalmente na escola “sob a orientação de seu orientador da instituição formadora e sob a responsabilidade de um professor experiente na escola ou em outro ambiente de aprendizagem” (BRASIL, 2018c, p. 33).

Após a conclusão do curso o professor passará por uma prova no estilo do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade), a fim de avaliar “o rendimento dos concluintes dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, habilidades e competências adquiridas em sua formação” (BRASIL, 2018c, p. 35), o professor poderá passar ainda por entrevista, portfólio ou prova local para entrar no estágio probatório e a partir daí começar seu plano de carreira, podendo atingir mais duas etapas, as chamadas “altamente eficiente” e “líder” (BRASIL, 2018c, p. 39). Por todo processo ocorrerá a avaliação contínua comprovada por avaliações, titulação e desempenho.

A BNCF apenas menciona a interdisciplinaridade na formação docente e não menciona a EA.

É importante que a preparação do professor adote os mesmos princípios e valores propostos pelas normas curriculares. No caso do Brasil, além dos valores estéticos, políticos e éticos, destacam-se os princípios pedagógicos da interdisciplinaridade, da transversalidade e da contextualização, bem como da aplicação do conhecimento e da realização de projetos de ensino. Isso implica uma mudança considerável na prática docente e na estrutura didático-pedagógica do ensino superior (BRASIL, 2018c, p. 48).

O parecer da BNCF (BRASIL, 2019, p. 03) estabelece dois anos para “implementar plenamente a referida Resolução”, no entanto não esclarece os referenciais de formação para gestores e técnicos da Educação Básica, tampouco a continuidade do plano de carreira. A base se limita à definição apenas do professor inicial.

Vários documentos brasileiros em consonância com outras referências apontam a necessidade da EA interdisciplinar em nível básico e como uma disciplina formadora nos cursos superiores e de pós-graduação. A fim de formar um cidadão que possa fazer relações, ter conhecimento político, social, etc. É por meio da interdisciplinaridade como prática intersubjetiva que se alinham os conhecimentos científicos e não científicos e relaciona o racional com o intuitivo, o cognitivo com o sensorial, buscando a construção de objetos de conhecimento (LOUREIRO, 2004).

Por isso, quanto mais interdisciplinar for o trabalho docente, quanto maiores forem as relações conceituais estabelecidas entre as diferentes ciências, quanto mais problematizantes, estimuladores, desafiantes e dialéticos forem os métodos de ensino, maior será a possibilidade de apreensão do mundo pelos sujeitos que aprendem (THIESEN, 2008, p.552)

Entende-se que a educação não é a garantia das transformações sociais, mas que as transformações são impossíveis sem ela, sem uma visão crítica da realidade

(COSTA; LOUREIRO, 2015). Nesse sentido é fundamentalmente e indispensável avaliar a formação de professores e aprofundar suas nuances, uma vez que são os professores os principais responsáveis para direcionar a EAC, interdisciplinar em sentido único ou em parceria.

1.4 A formação pela pesquisa de professores (educadores ambientais) na abordagem interdisciplinar

A trajetória da educação no Brasil demonstra uma compreensão positivista, acrítica e reprodutivista, voltada para a elite favorecendo diferentes classes e grupos sociais. Com isso defende-se aqui a formação pela pesquisa no intuito de formar professores, que além do domínio do conteúdo específico possam refletir e agir teoricamente sobre sua prática. Essa formação é importante em especial para o educador ambiental crítico, pois como já mencionado, a educação ambiental é de natureza interdisciplinar e sumariamente política.

Esse modelo pouco reflexivo e crítico fomentou as licenciaturas, priorizando os conteúdos específicos em detrimento dos pedagógicos, pois o foco principal não estava na formação do licenciado e sim do bacharel, sendo que quase não há vínculo entre ambas as partes, uma vez que os conteúdos específicos da área a ser ensinada são atribuídos aos institutos ou faculdades específicas e o preparo pedagógico-didático fica a cargo das Faculdade de Educação (SAVIANI, 2009). Em outros casos muitas disciplinas pedagógicas são lecionadas por professores dos próprios institutos.

Mesquita e Soares (2010) ao analisar o cenário de formação de professores de Química no Brasil até a década de 1980, notam um avanço no sentido de buscar a qualidade e melhoria dos princípios formativos para o profissional em questão. Estes estão relacionados ao processo de discussão e debate estabelecido, inicialmente, no âmbito da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e, posteriormente, nos Fóruns de Licenciatura que discutiram propostas e direcionamentos para as licenciaturas no Brasil.

Um aspecto que contribuiu deveras para o cenário de discussão e mudanças no campo da formação inicial de professores de Química no período analisado foi a constituição e fortalecimento da área de Educação Química que passou a influenciar, por meio dos resultados de suas pesquisas, as diretrizes oficiais tanto da educação básica quanto da educação superior (MESQUITA; SOARES, 2010, p. 173).

Nesse sentido, houve a proposta de quebra desse padrão conservador a fim de transformar os futuros professores em profissionais críticos, reflexivos e emancipados. Com isso passou-se a discutir no currículo do ensino superior a formação de professores. Echeverría *et al.* (2016) ao descreverem o processo de mudança do Projeto Político Pedagógico do curso de Química da UFG afirmam que

É uma tarefa que vai além da modificação da organização curricular no esquema 3+ 1, com a introdução de disciplinas pedagógicas logo no começo do curso de formação. Isto por si só não romperá com a visão simplista do ato de ensinar e com o racionalismo técnico que caracteriza grande parte da formação profissional dos docentes. É preciso discutir e modificar, também, o conteúdo curricular dos cursos de formação, incorporando-se nestes estudos sobre a profissionalização do trabalho docente, a natureza do conhecimento científico, o papel da experimentação no ensino de Ciências, o papel da ciência e da educação científica na sociedade, os fundamentos da elaboração curricular, entre outros (ECHEVERRÍA *et al.*, 2016, p. 27).

Entendemos que:

“Pesquisa” é a palavra chave quando ensino e currículo são tratados de um modo crítico e estratégico. Ainda de acordo com Carr e Kemmis (1986), “um tipo de investigação que ele sugere requer que professores se tornem figuras críticas na atividade de pesquisa” (p. 40). Um “projeto de pesquisa” não significa apenas “investigar atitude sobre o ensino e o currículo”, mas também “um domínio específico de ação estratégica será selecionada para uma investigação mais sistemática e continuada” (p. 40). Como eles ainda afirmam, “quando professores adotam uma perspectiva de projeto, eles também criam oportunidades para aprender a partir de sua experiência e planejar sua própria aprendizagem” (p. 40) (PEREIRA; SOARES, 2019, p. 5)

Desta forma a formação pela pesquisa entra em debate, uma vez, que por vários autores (GALLIAZZI; MORAES, 2002; DEMO, 2011; ECHEVERRÍA, 2015; ECHEVERRÍA *et al.*, 2016; TRES; PINO, 2019) essa formação proporciona um professor dentro das novas necessidades, com espírito crítico e investigativo, o que é próprio da natureza da ciência.

Echeverría (2015) afirma que pensar na formação de um profissional da educação crítico é pensar numa formação pela pesquisa. A autora discorda da tão divulgada afirmação de que se deve formar o professor para inseri-lo no mercado de trabalho, pois independentemente da formação do professor o mercado de trabalho dará conta de achar-lhe um lugar, que na lógica capitalista, pode ser de marginalizá-lo. Desta forma, a formação defendida pela autora é para além do mercado de trabalho. No entanto, é importante atentar-se que pesquisar está longe de ser tarefa fácil, pois envolve um orientador (professor experiente para ajudar o pesquisador iniciante), deve se ter um objetivo direcionado, uma linguagem específica, um método,

deve-se, também, combater “receitas prontas”, etc. e deve estar inserida no projeto pedagógico curricular da instituição (DEMO, 2011).

A inclusão da formação pela pesquisa no projeto curricular do curso foi importante para o futuro licenciado egressar da universidade com uma característica mais crítica, reflexiva e dinâmica, no entanto Soares *et al.* (2012) faz um alerta no sentido que apenas a mudança no projeto curricular do curso não é suficiente esse é um trabalho que envolve todo corpo universitário.

É importante que a discussão sobre a formação docente não fique restrita aos pequenos círculos dos professores da área de educação química, mas seja incorporada às discussões mais amplas das reuniões de todos os professores. Incorporar, no cotidiano dos institutos de química núcleos de pesquisa, grupos de estudos entre alunos e professores, entre “calouros” e veteranos implica em considerar todas essas atividades inseridas na organização dos tempos e espaços acadêmicos; o que demanda um compromisso de todos e um esforço administrativo sem os quais as mudanças não ocorrem, sequer começam. Todo esse movimento de ações e ideias na perspectiva da criação de uma nova cultura na formação de professores não é algo que se consiga rapidamente. Portanto, a vontade e o esforço renovado são necessários e o planejamento escrupuloso do sonho, imprescindível. O desenvolvimento do novo PPP do IQ-UFG está contribuindo para isso (SOARES *et al.*, 2012, p.16).

A formação pela pesquisa desenvolve nos alunos a capacidade de comunicar por meio da construção de argumentos e contra-argumentos cada vez mais elaborados, assim

O educar pela pesquisa propicia aos sujeitos se assumirem no discurso pedagógico e na linguagem científica, possibilitando-lhes o desenvolvimento de competências questionadoras e argumentativas, indicadoras de uma complexificação de conhecimentos e práticas dos licenciandos. Isto por sua vez encaminha o desenvolvimento de capacidades de intervenção qualificada nas realidades educativas, tanto em sentido restrito de sala de aula como do contexto mais amplo, indicadoras de uma qualidade política da formação propiciada pelo educar pela pesquisa. Todos estes argumentos foram construídos a partir de experiências de educação pela pesquisa concretizadas junto a alunos em cursos de licenciatura (GALLIAZZI; MORAES, 2002, p. 245).

A partir do currículo voltado para a formação pela pesquisa se vê algumas atitudes que despertam o interesse do futuro professor pela pesquisa, Tres e Pino (2019) em seus estudos com 77 egressos de licenciatura em Química de uma Universidade comunitária do Rio Grande do Sul, onde em que o currículo do curso estabelece a formação pela pesquisa, concluiu que

Os resultados apontaram a importância de desenvolver as ações didático-pedagógicas desde o início da formação. No entanto, não se trata de apresentar uma pedagogia ou uma didática por si mesma, mas, sim, de debater a respeito das ações didático-pedagógicas necessárias para

desenvolver os saberes de Química e de Ciências, encontrando a melhor forma de trabalhá-los para favorecer o processo de educação científica, o que não dificulta a consolidação do conhecimento químico na formação acadêmica. Também de reconhecer-se que as disciplinas de Educação Química conseguiram romper com a ideia de racionalidade técnica muitas vezes presente em outras disciplinas do curso, preparando para a docência crítico-reflexiva estabelecendo a reflexão na e sobre a ação desde o início da graduação e possibilitando ao aluno tornar-se um professor pesquisador de sua prática. Para que isso se torne realidade, é preciso consolidar um percurso para permitir a construção das competências profissionais essenciais, onde as licenciaturas se voltem à realidade das escolas num trabalho integrado e reflexivo entre os professores formadores dos diferentes níveis de ensino com os sujeitos aprendentes, acadêmicos em formação, que assumirão a profissão num futuro próximo (TRES; PINO, 2019, p. 18).

No que se refere à formação de educadores ambientais é importante o contexto do surgimento da preocupação ambiental. Em escala mundial é a partir da década de 1960 que emerge o crescimento de movimentos que não criticam exclusivamente o modo de produção, mas, fundamentalmente o modo de vida. Movimentos sociais de minorias, como de mulheres, situação concreta de vida dos jovens, movimentos étnicos, etc. E o cotidiano emerge aí como categoria central nesse questionamento para exigir mudanças das condições então vigentes (GONÇALVES, 2016).

O movimento ecológico tem raízes histórico-culturais. Talvez nenhum outro movimento social tenha levado tão a fundo essa ideia. Não há praticamente, setor do agir humano onde ocorram lutas e reivindicações que o movimento ecológico não seja capaz de incorporar (GONÇALVES, 2016). Apenas na década de 1970 que começa a emergir, no Brasil, o movimento ecológico. Na época era vivida a ditadura que se abateu de maneira cruel sobre diversos movimentos como o sindical e o estudantil. No caso do latifundiário, bastava o desmatamento e a ampliação da área cultivada, visando apenas o lucro. Isto levou uma tradição de pouco respeito pela conservação dos recursos naturais, “a não ser nas letras dos hinos e nos símbolos da nacionalidade” (GONÇALVES, 2016).

Em meio ao construto da preocupação ambiental brasileira a escola estava preocupada em profissionalizar os estudantes, análises reflexivas e críticas não eram o cerne da problemática escolar. Assim, a EA já iniciou fragilizada em sua prática pedagógica, essas raízes acríticas, mesmo após muitos anos, ainda dão frutos. Guimarães (2014) em seu estudo afirma que, em geral, os professores estão preocupados com a degradação da natureza, mobilizam-se com empenho sincero para enfrentar essa questão, mas as práticas resultantes, geralmente, são pouco

eficazes para atuar de forma significativa, no processo de transformação da realidade, tanto a mais imediata e quiçá a mais ampla.

Mas por que esses professores não conseguem transpor os umbrais do reproduativismo e acriticidade? Por que é tão difícil tratar de um tema, como os transgênicos, de forma que saia dos argumentos ingênuos de “acabar com a fome mundial” ou “menor custo para a população”? Guimarães (2014) define como armadilha paradigmática a limitação compreensiva e a incapacidade discursiva de forma redundante. Produto e produtora de uma leitura de mundo e um fazer pedagógico atrelado ao “caminho único”, traçado pela racionalidade dominante da sociedade moderna e que busca ser inquestionável (GUIMARÃES, 2014, p. 123). O “não saber fazer diferente” constrói um muro que cega os olhos para a dialética e acaba por reproduzir o fazer pedagógico da educação tradicional, deixando de lado a importante perspectiva crítica e criativa do processo pedagógico.

A EA não é uma prática pedagógica solitária, pois ela necessita das relações do ambiente escolar, na interação entre diferentes atores, conduzida pelo professor. Estes, que em sua maioria foram formados em uma perspectiva conservadora de educação, tendo raízes positivistas, “que reproduz a e se reproduz na armadilha paradigmática” (GUIMARÃES, 2014, p. 125).

É fundamental perceber que a reflexão crítica, que desvela a complexidade da realidade socioambiental para adquirir clareza na ação crítica de intervenção na sociedade, não é um processo teórico, nem individual. Porque, assim sendo, produziríamos e reproduziríamos a armadilha paradigmática que dicotomiza a teoria e a prática e nos enclausura como indivíduos atomizados que não estabelecem relações, já que é nas relações que se reconhecem os conflitos (e os problemas) e que há potência para superá-los (GUIMARÃES, 2014, p. 132 - 133).

A fim de romper com as práticas conservadoras, pouco efetivas, que não transformam significativamente a realidade e que é muito comum observar no cotidiano das escolas, é proposta a educação pela pesquisa para educadores ambientais. Educador ambiental pode ser qualquer licenciado, uma vez que o estudo do meio ambiente é uma preocupação geral, é necessária que a EA nas licenciaturas contemple a perspectiva crítica juntamente na formação pela pesquisa que se constitui um conjunto de potência transformadora. Seria ingênuo acreditar que a simples difusão das informações e técnicas entre os professores produzirão uma mudança expressiva na formação do licenciado.

A formação de educadores ambientais pela pesquisa requer uma abordagem interdisciplinar para que seja um instrumental metodológico pertinente para enxergar

e atuar sobre essa problemática e alcançar a transversalidade no currículo. No dizer de Guimarães (2014, p.145) “na constituição de um ambiente educativo de caráter crítico, a construção do conhecimento busca superar a visão disciplinar, elaborando uma nova interpretação ampliada da realidade, que alcance a interdisciplinaridade e uma melhor visão do todo”. A interdisciplinaridade se inscreve num projeto de reconstrução do saber, na via da reconstituição das identidades e do diálogo com outros saberes, no propósito de construir um futuro aberto para o infinito, a alteridade e a alternativa (LEFF, 2001).

Apesar da compreensão de que a interdisciplinaridade é fundamental para a formação de educadores ambientais ainda é encontrada forte resistência em sua implementação. A resistência ao ensino interdisciplinar pode ser entendida como a dificuldade em transcender a visão fragmentada herdada do positivismo e cristalizada no próprio tecido das universidades (ECHEVERRÍA; CARDOSO, 2017). Nesse sentido, dependendo concepção política, ideológica de cada universidade ela pode travar uma mudança de conservadora para crítica ou pode favorecer a transformação.

Embora as universidades e instituições de educação superior gozem de autonomia formal (liberdade de pesquisa e cátedra), suas atividades acadêmicas, são afetadas pelos valores dominantes da sociedade na qual estão inscritas. Sua articulação com estas se estabelece através da demanda expressa de profissionais portadores de conhecimentos e de habilidades úteis e funcionais para o sistema, e da canalização de recursos que repercutem na orientação de suas atividades. Deste modo, o mercado define vocações e cria interesses profissionais que internalizam a função eficientista, produtivista e utilitarista da racionalidade econômica dominante na formação de “capital humano” (LEFF, 2015, p. 202).

As mudanças não são fáceis e requerem movimentos complexos, lentos, progressivos, graduais, difíceis de serem empreendidos, pois: se modificar a estrutura dos programas de formação ou a estrutura das instituições é uma empreitada difícil de ser realizada, mais difícil ainda é mudar as mentalidades, a cabeça das pessoas que produzem os programas e as instituições (ECHEVERRÍA *et al.*, 2016), porém maior que a dificuldade é a necessidade da mudança.

Oliveira (2015) demonstra essa a dificuldade na mudança de uma concepção de educação ambiental naturalista, reducionista e acrítica, em seu estudo com licenciandos em Química inscritos no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência do Instituto Federal de Goiás Câmpus Inhumas. O discurso referente à problemática ambiental desses futuros professores mostrou-se influenciado principalmente pelos paradigmas ambientais da sociedade contemporânea.

Caracterizando o discurso ambiental dos licenciandos, destacamos: 1) concepção de MA⁶ limitado aos aspectos naturais, recursista; 2) Visão idílica de natureza supondo a possibilidade da existência de uma relação "harmônica", não contraditória, entre ser humano e natureza; 3) desconsideração dos aspectos sociais, políticos e econômicos implícitos nos conceitos de MA, sustentabilidade e EA; 4) fragilidade dos conceitos científicos relativos a processos ambientais 5) dificuldade no estabelecimento de relações causais para a problemática ambiental; 6) generalizações baseadas em um ser humano genérico e 6) reconhecimento de um EA vinculada, estritamente, à mudança comportamental (OLIVEIRA, 2015, p. 125 - 126).

A interdisciplinaridade proposta pelo saber ambiental, implica a integração de processos naturais e sociais de diferentes ordens de materialidade e esferas de racionalidade (LEFF, 2001). Deve-se ter domínio disciplinar, pois não há como entre mesclar o que não se conhece. Nesse sentido, para Etges (2011), só nos últimos anos das carreiras universitárias é possível manejar a interdisciplinaridade; os primeiros anos são unidisciplinares, ou apelando às ciências auxiliares, pluridisciplinares, mas jamais interdisciplinares. Desta forma é preferível que a disciplina de EA ofertada nos institutos seja direcionada para os alunos formandos, pois com toda a experiência em pesquisa e arcabouço teórico do conteúdo disciplinar a EA será mais efetiva, formando licenciados capazes de lidar com as questões ambientais de forma crítica.

Discutimos até aqui aspectos pertinentes a EAC, interdisciplinaridade e formação de professores. No próximo capítulo abordaremos o tema transgênicos de forma a abranger o máximo de atributos que podem ser explorados de forma interdisciplinar.

⁶ Meio Ambiente

2. BIOTECNOLOGIA E ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM)

A Biotecnologia derivou-se de um misto entre a microbiologia, imunologia, bioquímica e genética, como também, da engenharia agrícola e pecuária. No entanto, em 1919, um engenheiro húngaro, Karl Ereky, trouxe a primeira definição para Biotecnologia, como “a ciência e os métodos que permitem a obtenção de produtos a partir da matéria prima, mediante a intervenção de organismos vivos” (MALAJOVICH, 2016, p.1).

A Biologia Molecular se desenvolveu com mais intensidade com a proposta de J. D. Watson e F. Crick, que em 1953 desenvolveram um modelo helicoidal para a molécula do ácido desoxirribonucleico (DNA). Com ela a Biotecnologia tomou impulso. A Biotecnologia moderna se diferencia da Biotecnologia clássica, por uma série de experiências realizadas por H. Boyer e S. Cohen (MALAJOVICH, 2016). Em 1973 esses pesquisadores fizeram a primeira transferência de um gene de sapo para uma bactéria. Diante do feito, em 1975, cientistas estabeleceram uma moratória em seus trabalhos até a definição de segurança adequada, que durou dois anos. Foi com o avanço da Engenharia Genética que a Biotecnologia moderna de laboratório pode fazer sua passagem para uma Biotecnologia de escala industrial (MALAJOVICH, 2016).

No decorrer dos anos a definição de Biotecnologia mudou, ficou mais sucinta. A definição aqui adotada de Biotecnologia é a expressa pela *Biotechnology Industry Organization* (BIO) em 2003: em sentido amplo, Biotecnologia é “Bio” + “Tecnologia”, isto é o uso de processos biológicos para resolver problemas ou fazer produtos úteis (MALAJOVICH, 2016).

Nesse contexto ela estuda células, cromossomos, microrganismos, enzimas, anticorpos, ácidos nucleicos, células tronco, DNA, entre outros. A engenharia genética é um ramo da Biotecnologia. Ela constrói novas combinações de genes, endógenos (genes pertencentes ao próprio indivíduo), exógenos (genes provenientes de outra espécie), como também genes sintéticos (NODARI *et al.*, 2016). Isso se dá por intermédio da tecnologia do DNA-recombinante. A utilização da palavra “recombinante” nos remete à recombinação gênica, um fenômeno que ocorre normalmente durante a meiose (processo de formação dos gametas), devido à permuta de fragmentos cromossômicos homólogos, mediante o corte e a união de pequenos pedaços de DNA (MALAJOVICH, 2016).

O organismo modificado geneticamente pela transferência gênica entre organismos diferentes é chamado de Organismo Geneticamente Modificado (OGM), quando há inativação de um gene é chamado de organismo editado. Quando ocorre a transferência gênica entre organismos da mesma espécie é chamado de organismo Cisgênico. E quando ocorre a transferência gênica entre espécies, gêneros e até mesmo de reinos diferentes (gene exógeno) é chamado de Transgênico (LAGES, 2013). O gene de interesse também pode ser sintetizado em laboratório. É importante elucidar que as mutações genéticas ocorrem em processo natural no meio ambiente, como há mais de 100 anos descrevera o cientista Hugo de Vries, um dos redescobridores dos trabalhos de Mendel. No entanto, neste trabalho focaremos nas transformações genéticas de ordem antropogênica e não em ambiente natural.

A inserção de gene exógeno ou endógeno e a inativação de um gene na estrutura do DNA podem ser feitas por vários procedimentos e técnicas diferentes. Os métodos diretos são aqueles que provocam modificações nas paredes e membranas celulares para introdução de DNA exógeno, através de processos físicos ou químicos. O método indireto requer a utilização de um vetor biológico para a introdução do DNA organismo. Os vetores mais utilizados são a *Agrobacterium tumefaciens* e *rhizogenes*, patógenos vegetais com a capacidade de transferir parte de seu DNA para o genoma (SANTARÉM, 2000).

As primeiras técnicas utilizadas para a inserção de determinado gene foram a eletroporação⁷, biobalística⁸ que podem ser facilitadas com a adição de cloreto de cálcio (CaCl_2), controle de temperatura e tratamento com uma substância desestabilizadora de membrana plasmática (polietilenoglicol - PEG) e Microinjeção⁹. As técnicas mais recentes incluem Ácido ribonucleico (RNA) interferente¹⁰, nucleases

⁷ Aplicação de forças elétricas para abrir poros na membrana plasmática com o intuito de aumentar as chances de o DNA exógeno entrar na célula.

⁸ Um revólver especial (*gene gun*) dispara microprojéteis de ouro ou tungstênio, recobertos de DNA, em direção às células. O dispositivo possibilita a entrada do DNA exógeno no núcleo, nas mitocôndrias ou cloroplastos. De um modo geral, a transformação em plantas se realiza em protoplastos, células vegetais em que a parede celular foi eliminada com enzimas (MALAJOVICH, 2016).

⁹ Tubos microcapilares (microseringas) são utilizados para injetar o DNA no núcleo das células, sem causar danos severos. Este método é mais comum em animais. O uso de agulhas permite ultrapassar a membrana plasmática e também o envoltório nuclear. Outros métodos incluem o uso de fibras de carboneto de silício, ou laser, para perfurar a parede celular. Neste processo, são misturados os plasmídeos contendo os genes de interesse com fibras de carboneto de silício e as células a serem transformadas. Sob agitação, as fibras de carboneto de silício conseguem abrir poros nas células vegetais, o que permite a entrada de DNA. Alternativamente, microrraios laser podem perfurar a parede celular. Também há embebição de uma solução de DNA com sementes (NODARI *et al.*, 2016).

¹⁰ A injeção na célula de um RNA artificial (siRNA) de sequência complementar à um segmento da transcrição do DNA de um gene determinado, possibilita silenciar sua expressão. Trata-se de uma

sítio-dirigidas tipo *Zinc Finger Nucleases* (ZFN) e *Transcription Activator-Like Effector Nucleases* (TALEN) e a mais recente que é baseada na imunidade bacteriana: *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR-Cas9) (MALAJOVICH, 2016).

Os primeiros experimentos e produtos foram feitos com uso de vetores (método biológico) que podem ser descritos como um veículo na construção do transgene ou mesmo na transformação de plantas e outros organismos (NODARI *et al.*, 2016). Em suma, a técnica consiste em encontrar o gene com a característica pretendida (retardamento da maturação, resistência a agrotóxicos, sabor, textura, entre outros), em seguida, é feita a seleção do vetor, uma molécula de DNA circular, principalmente de origem bacteriana como plasmídeos, e que se duplicam de forma autônoma dentro de uma célula. O vetor também pode ser linear como nos cromossomos dos organismos eucariotos e alguns procariotos. Primeiramente, desarma-se o plasmídeo e em seguida insere-se o gene com a característica pretendida e volta-se o plasmídeo para a bactéria de origem a fim de que ocorra a multiplicação do genoma.

Além de plasmídeos (bacterianos e de leveduras) e bacteriófagos, também se utiliza como vetores transpósons, que são elementos genéticos móveis capazes de pular de um lugar a outro do genoma, espalhando ou não cópias. Construídos em função das necessidades, existem hoje vetores bacterianos, vetores de levedura e vetores bifuncionais que podem ser utilizados tanto em bactérias como em leveduras (MALAJOVICH, 2016, p. 101).

Para completar a técnica deve-se incluir um gene marcador e uma sequência promotora, ou promotor. O gene marcador é aquele que confere resistência às substâncias normalmente tóxicas, afim de que no meio seletivo só sobrevivam células que integraram o transgene. Um promotor é aquele que irá sinalizar o início da transcrição do gene e sua expressão gênica. Em seguida, a célula deverá ler a sequência codificadora com seus próprios sinais de tradução (sítio de ligação com o ribossomo, término de leitura).

A figura 1 representa a estrutura de um vetor de expressão, este deve incluir os elementos genéticos da célula hospedeira para a transcrição e tradução.

ferramenta poderosa para o estudo da genômica funcional para interferir parcialmente (*knockdown*) com sua tradução no citoplasma, de maneira temporária e sem danificar a célula. Com a integração no genoma de um DNA codificador de RNA em forma de grampo de cabelo (shRNA, do inglês, *short hairpin RNA*) consegue-se uma resposta permanente. Depois de processado pela maquinaria celular dos miRNA, o shRNA irá interferir na tradução de uma molécula externa que lhe for complementar. Adicionando à construção gênica um promotor induzível, pode-se regular sua expressão em diferentes tecidos ou em determinados intervalos de tempo. Um dos frutos desta tecnologia é o feijão resistente ao vírus do mosaico dourado da Embrapa (MALAJOVICH, 2016).

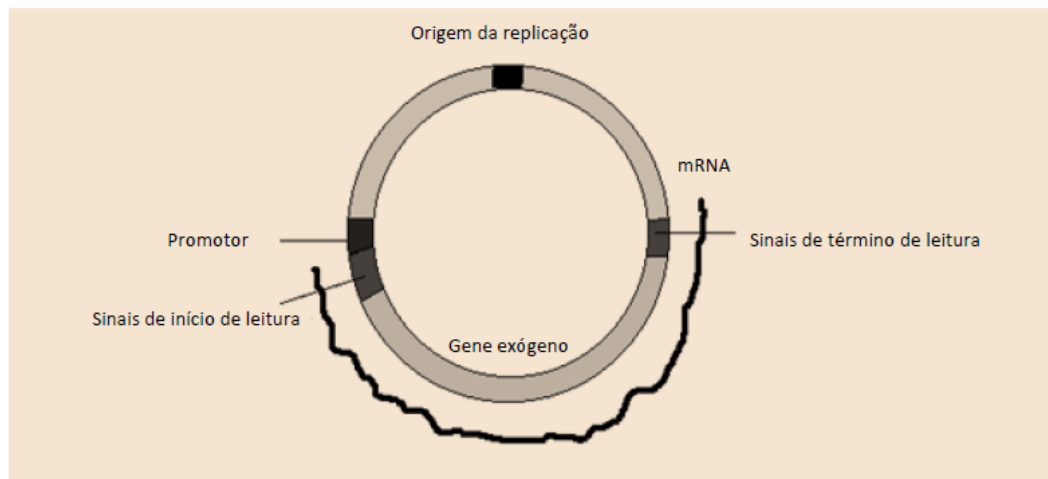


Figura 1- A estrutura de um vetor de expressão indicando o local da origem da replicação autônoma do vetor e demais sequências que permitem a expressão de proteínas recombinantes como a sequência promotora, para sinalizar a transcrição do gene além dos sinais de início e término da transcrição do RNA mensageiro (mRNA). Fonte: MALAJOVICH, 2016, p. 1020.

Para completar a técnica, são feitas as análises controladas, em caso de planta serão selecionadas as plantas-mãe que darão origem às plantas descendentes. A figura 2 expressa um exemplo de construção de uma planta transgênica em laboratório.

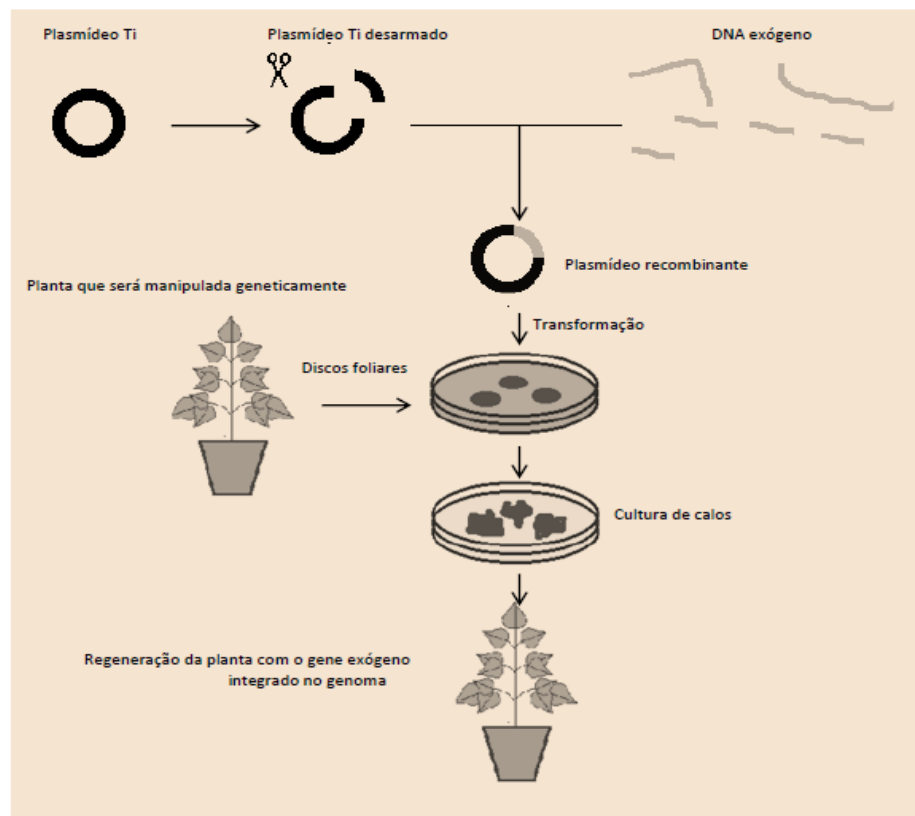


Figura 2: A construção de uma planta transgênica em laboratório utilizando a técnica de transformação por *Agrobacterium tumefaciens*. 1º) Substitui-se parte do plasmídeo Ti pela sequência do gene de interesse que será inserido no genoma da planta. 2º) O plasmídeo modificado é reinserido na bactéria que irá infectar a planta e transferir parte do plasmídeo Ti para o genoma vegetal. 3º) o tecido vegetal transformado é induzido por cultivo *in vitro* e uso de reguladores de crescimento a regenerar uma planta inteira Fonte: MALAJOVICH, 2016, p. 106.

A *Agrobacterium tumefaciens* é uma bactéria do solo, que leva um plasmídeo denominado *Tumour induced plasmid* (Ti). O plasmídeo Ti "desarmado" contendo um gene exógeno é transferido à células de discos foliares. Formam-se então calos que poderão regenerar uma planta inteira. A figura 3 estabelece passo a passo as etapas da construção de uma planta transgênica, como descrito até aqui.

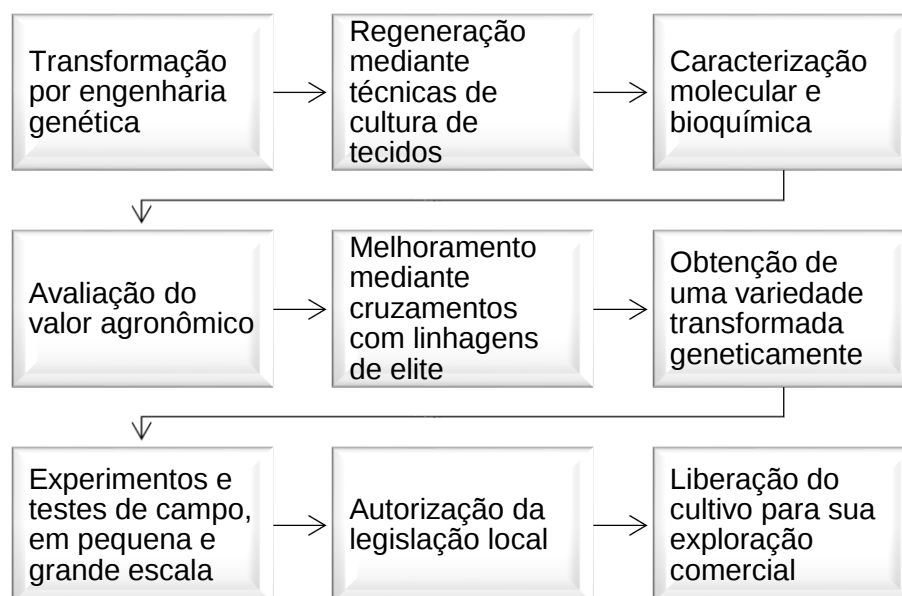


Figura 3: Etapas da construção de uma planta transgênica. Fonte: MALAJOVICH, 2016, p. 107.

Em caso de animal é feita a transferência para o organismo hospedeiro e posteriormente é feita a análise dos descendentes. A figura 4 traz um exemplo da construção de um rato transgênico.

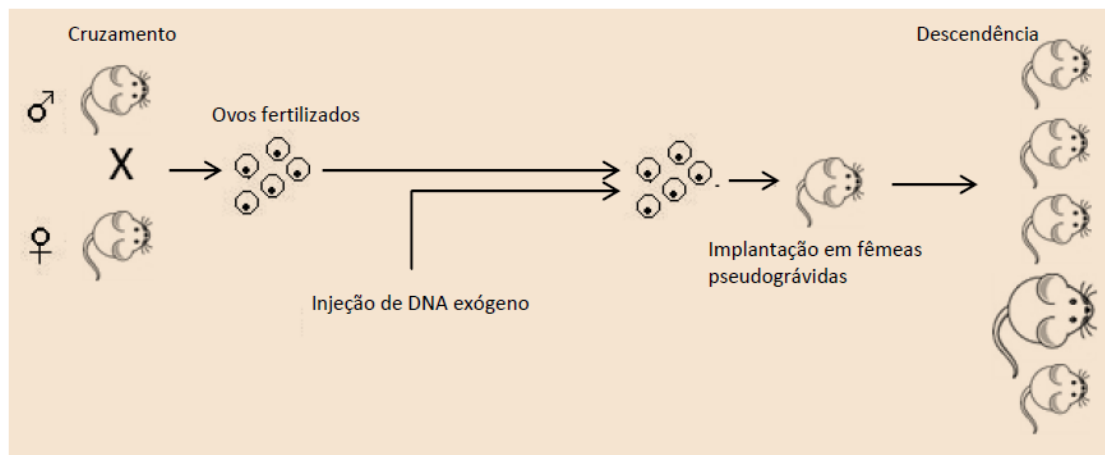


Figura 4: Construção de um rato transgênico pela inserção de gene exógeno em ovos fertilizados e implantação em fêmeas para o desenvolvimento de embriões transgênicos Fonte: MALAJOVICH, 2016, p. 109.

Após a transfecção, implantam-se os ovos em fêmeas receptivas (pseudogravídas). Aqueles que incorporaram o transgene originarão, neste caso, animais de tamanho maior.

Dentre as técnicas mais atuais destaca-se a CRISPR-Cas9, através dos estudos do mecanismo de imunidade bacteriana, E. Charpentier e J. Doudna mostraram que bastava juntar um RNA de fita única (RNA guia) com a enzima Cas9 (tesoura molecular) em um tubo de ensaio para cortar qualquer sequência de DNA no lugar desejado. No ano seguinte, F. Zhang e G. Church (Harvard Medical School) usaram o sistema CRISPR-Cas9 para editar o genoma de células animais e humanas (MALAJOVICH, 2016). O modelo de modificação do genoma pelo sistema CRISPR-Cas9 é apresentado na figura 5.

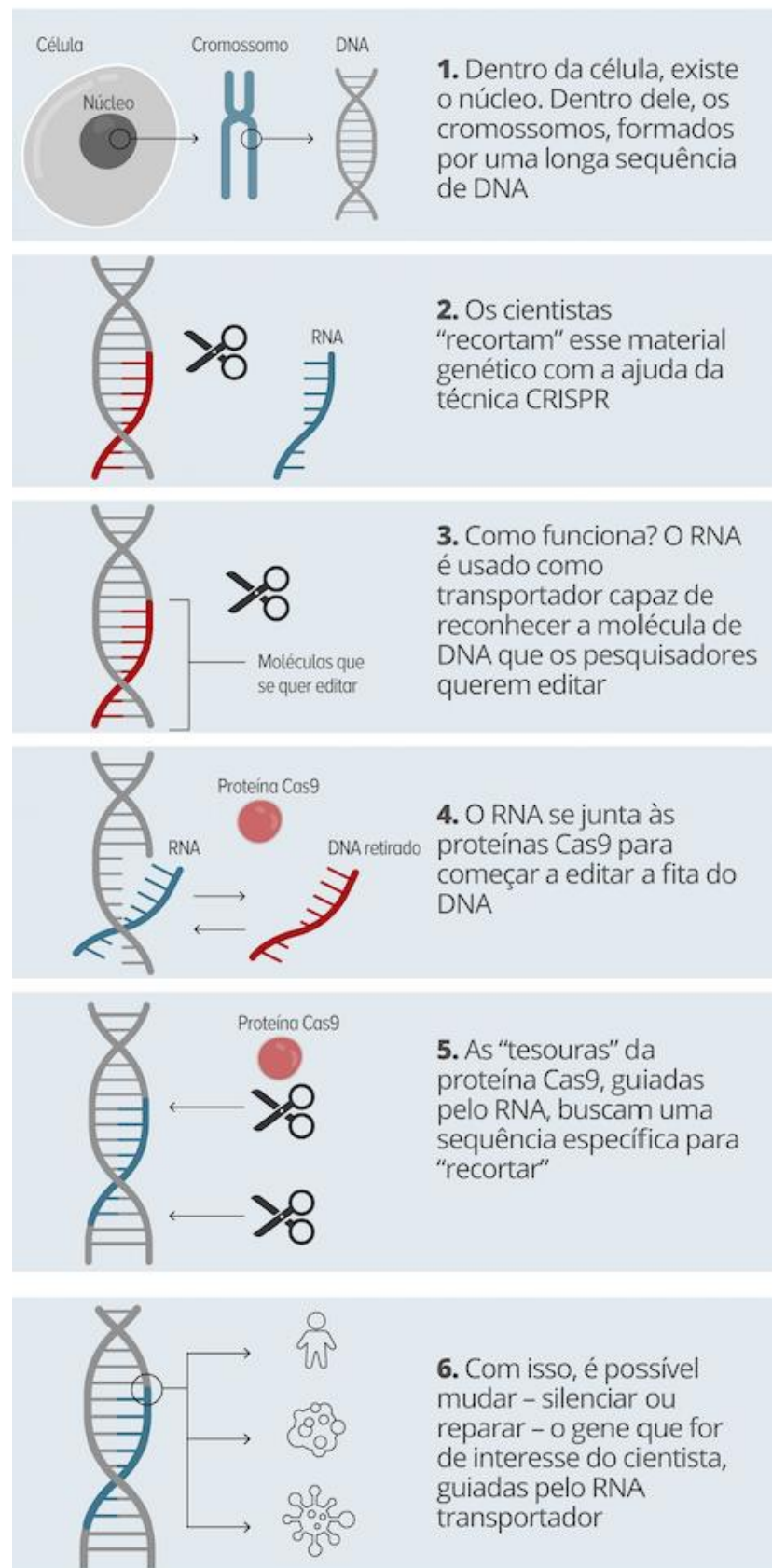


Figura 5: Modelo de modificação do genoma pelo sistema CRISPR-Cas9. Fonte: Infográfico do site de notícias G1 (<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/11/27/entenda-o-crispr.ghml>) elaborado a partir de ilustrações da revista Science.

Esse método é versátil e é capaz de promover a ativação, inativação inserção ou retirada de um ou mais genes, pode ser feita também a purificação completa do genoma. Esse método não deixa nenhum gene extra, ocorre apenas a mutação programada, deste modo o animal ou planta não é transgênico, porém, são as ferramentas bioquímicas que são exógenas ao organismo alvo.

Com essa técnica já foram procriados porcos resistentes a infecções virais para serem usados em transplante de órgãos em humanos (xenotransplante), na optogenética e na produção de antibióticos (SHIPMAN *et al.*, 2017). Em plantas, o CRISPR-Cas9 já é utilizado no melhoramento da produção de arroz, soja, melancia, laranja, cacau e tomate (POCKET K, 2017).

O sucesso do CRISPR-Cas9 se deve tanto a sua versatilidade como à simplicidade, já que as ferramentas básicas são a enzima Cas9 e o RNA-guia, bem mais fácil e econômico de sintetizar que as proteínas.

Transgênicos integram um vasto número de produtos, alguns de uso comercial e outros apenas em estudo laboratorial, são exemplos de produtos transgênicos: frutas, legumes, leguminosas, grãos, verduras e flores; são eles: tomate, pêssego, milho, soja, algodão, mamão, batata, arroz, canola argentina, canola polonesa, café, cacau, feijão, trigo, tabaco, cenoura, palmito, coco, cana-de-açúcar, laranja, melão, banana, maçã, manga, melancia, eucalipto, beterraba sacarina, berinjela, abóbora, alfafa, choupou, pimentão doce, linho, ameixa, chicória, uva, grama, cravo, rosa e petúnia (PESSANHA; WILKINSON, 2005, RODRIGUES; ARANTES, 2011, MALAJOVICH, 2016).

Em estudos laboratoriais já foram criados, vacas, cabras, coelhos, ovelhas, porcos, frangos e mais de trinta espécies de peixes transgênicos. Para uso comercial foi criado o salmão transgênico. Já são utilizados, ratos, coelhos e macacos transgênicos como modelos de estudo de doenças humanas. Em vasto uso comercial estão os aditivos produzidos por microrganismos transgênicos como os conservantes, adoçantes, modificadores de consistência, complementos, enzimas, etc. (MALAJOVICH, 2016).

Existem, também, hormônios transgênicos (insulina, hormônio de crescimento, etc.), fator de coagulação sanguínea, vacina humana e animal, tecnologia enzimática, bioplásticos, mosquito que atua em controle biológico, etc. Já é uma realidade a terapia gênica e o tratamento de câncer através de vírus oncolíticos (RODRIGUES; ARANTES, 2011; MALAJOVICH, 2016).

O primeiro produto transgênico a entrar no mercado foi o tomate *FlavrSavr*, em 1994 (FERNANDES, 2007). O tomate amolece com o tempo, tendo que ser colhido ainda verde e transportado rapidamente até o lugar de comercialização, onde a maturação é induzida com etileno. Inativando a enzima responsável pelo amolecimento do fruto, o fruto permanece mais tempo na planta, ganhando cor e sabor (MALAJOVICH, 2016). O uso comercial desse tomate transgênico, por questão econômica, logo foi descontinuado:

Liberado nos Estados Unidos em 1994 e descontinuado pouco tempo depois, devido a seu custo. Mais tarde, outro tomate de maturação lenta ocupou esse nicho de mercado. Diferentemente do *FlavrSavr*, este tomate, que não é transgênico, teve uma expansão muito rápida, sendo comercializado em vários países com diferentes nomes (MALAJOVICH, 2016, p. 207).

Devido à inativação de um gene que amadurece a planta, este é melhor denominado de “organismo editado”, pois não há inserção de genes na planta. Ao considerar o histórico das plantas geneticamente modificadas há três fases cronológicas distintas que as classificam:

- a) de primeira geração: plantas com características agronômicas de resistência a herbicidas, pestes (insetos e fungos) e vírus;
- b) de segunda geração: plantas geneticamente modificadas com características nutricionais e funcionais melhoradas;
- c) de terceira geração: plantas destinadas à síntese de produtos especiais, tais como vacinas, hormônios, anticorpos e plástico (PESSANHA; WILKINSON, 2005, p. 9).

Para as empresas, a primeira geração ou primeira fase das plantas transgênicas seriam beneficiados, principalmente, o produtor. Já a segunda geração, com plantas mais saborosas e nutritivas, teria como foco os consumidores e por fim, a terceira geração de plantas produtoras de fármacos seriam mais de interesse industrial (FERNANDES, 2007).

Em paralelo às técnicas, produção e consumo dos transgênicos há uma extensa discussão dos pontos de vista econômico, social, político, biológico, filosófico, cultural, tecnológico e religioso. Envolve um debate, muitas vezes acalorado, a respeito da segurança alimentar, patentes, legislação, rotulagem, rastreabilidade, cultivo e consequências ambientais. Nesse contexto emergem duas posições que correlacionam com a conduta de um país acerca dos OGM, são elas: o **Princípio da Precaução** e o da **Equivalência Substancial** que serão elucidadas no próximo subcapítulo.

2.1 Princípio da Precaução *versus* Equivalência Substancial

O dilema dos transgênicos, no sentido conciso, envolve duas posições: uma contra e outra a favor. Ambas posições são referentes a técnica, produção e consumo, nesse meio pautam as discussões referentes à necessidade para a humanidade, o plantio, patentes, riscos ou benefícios à saúde, legislação, etc. Para embasar as discussões de forma ampla, cada país se pauta em um princípio ou conceito para alicerçar o argumento contra ou a favor. Deste modo, alguns países assumem o Princípio da Precaução (PP) (União Europeia) e outros o conceito de Equivalência Substancial (ES) (Estados Unidos, Canadá e Argentina) (RODRIGUES; ARANTES, 2011).

O **Princípio da Precaução** consiste das ações antecipatórias para proteger a saúde das pessoas e dos ecossistemas, ou seja, quando há dúvidas sobre a segurança ou qualquer efeito adverso para a humanidade e o meio ambiente. A Declaração do Rio contemplou o PP em seu Princípio 15:

[...] Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis, não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas eficazes, em termos de custo, para evitar a degradação ambiental (RIBEIRO; RAMID, 1992, p. 157).

As mutações resultantes da introdução do transgenes no organismo receptor podem causar efeitos imprevisíveis. Mesmo com o controle genotípico¹¹ não se pode dar completa certeza do fenótipo obtido. Em plantas, essas mutações são corriqueiras e podem causar alterações na interação com os microrganismos do solo, suscetibilidade a patógenos, alteração nas características reprodutivas das plantas, etc. Outros questionamentos referentes à segurança dos alimentos geneticamente modificados referem-se ao seu potencial alergênico.

A alergia alimentar é uma resposta ativa e intensa do organismo a alguma substância estranha. De forma mais branda, um alimento pode causar intolerância. Durante a reação alérgica pode se causar febre, espirros, dor de cabeça, vermelhidão, coceira, vômito, dores abdominais, irritação na pele, diarreia, irritação na boca, asma e até mesmo choque anafilático. Vários alimentos possuem potencial alergênico como

¹¹ O genótipo é o conjunto de genes que são segmentos de DNA, que codificam um produto funcional (peptídeo ou ácido ribonucleico/RNA) e determinam as características fenotípicas. Em uma ampliação do pensamento, há a inclusão do ambiente na relação entre genótipo e fenótipo. O genótipo é o conjunto de unidades de herança que são os genes – fragmentos de DNA. E o fenótipo é a manifestação do genótipo sob a influência ambiental (JUSTINA; CALDEIRA, 2014).

a castanha-do-pará, o amendoim, os crustáceos, leite, ovos, entre outros. Alguns produtos transgênicos podem estar com algum gene de potencial alergênico “camuflado” em um produto que originalmente não causa alergia, porém o gene introduzido pode gerar alergia ao consumidor alérgico. Mesmo que esse produto seja devidamente rotulado, pode não estar facilmente visível.

Parece que nem a rotulagem seria a solução para o problema. Dada a existência de uma pequena, mas não menos importante, parcela da população que possui alergia a determinados alimentos, devem ser tomadas todas as medidas necessárias para a garantia da segurança alimentar destes indivíduos. Esta só poderá ser feita de maneira eficaz através da total proibição de qualquer introdução de genes considerados produtores de alérgenos, por uma questão de respeito às minorias e à incolumidade pública (RODRIGUES; ARANTES, 2011, p. 41).

O princípio da precaução é abrangente e é discutido em vários vieses, ora sendo comparado precaução com prevenção e ora com outros princípios, pois é um princípio *in dubio pro ambiente*, ou seja, na dúvida sobre a periculosidade de determinada atividade para o ambiente, decide-se a favor do ambiente e contra o potencial poluidor (RODRIGUES; ARANTES, 2011). No entanto, apesar de ser considerado por alguns grupos de opinião como um dos alicerces da sustentabilidade e uma proteção contra o controle da tecnologia pelas grandes empresas, o princípio de precaução também é visto por outros como um obstáculo ao progresso e uma tentativa de protecionismo (MALAJOVICH, 2016).

A Europa adota o PP. No continente europeu existe uma grande controvérsia a respeito de plantas transgênicas e, na maioria dos casos, culturas transgênicas estão sendo proibidas para cultivo. No início, vários eventos foram aprovados. Posteriormente, devido à pressão dos consumidores, durante vários anos, nenhuma nova variedade transgênica foi aprovada para plantio ou consumo na Europa (NODARI *et al.*, 2016).

Há outro grupo científico que se abstém do princípio da precaução e segue o conceito de **Equivalência Substancial**. Este conceito é internacionalmente aceito e visa avaliar a segurança alimentar de um produto transgênico em comparação ao seu análogo convencional. Os que defendem os transgênicos afirmam que se um alimento ou ingrediente for considerado equivalente substancialmente este é tão seguro quanto o convencional.

Um alimento originado por biotecnologia moderna é tão seguro para o consumo quanto um alimento que tenha a mesma composição, as mesmas características nutritivas e um histórico de uso seguro. Esse é o denominado princípio de equivalência substancial, admitido por numerosas organizações

internacionais como FAO (*Food and Agriculture Organization*), WHO (*World Health Organization*), OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*), ILSI (*International Life Science Institute*). O princípio dá toda a importância ao produto final e não à tecnologia aplicada para sua obtenção (MALAJOVICH, 2016, p. 213).

Segue em resumo na figura 6 a rede de tomada de decisões para se estabelecer a ES entre plantas geneticamente modificadas e plantas análogas convencionais.

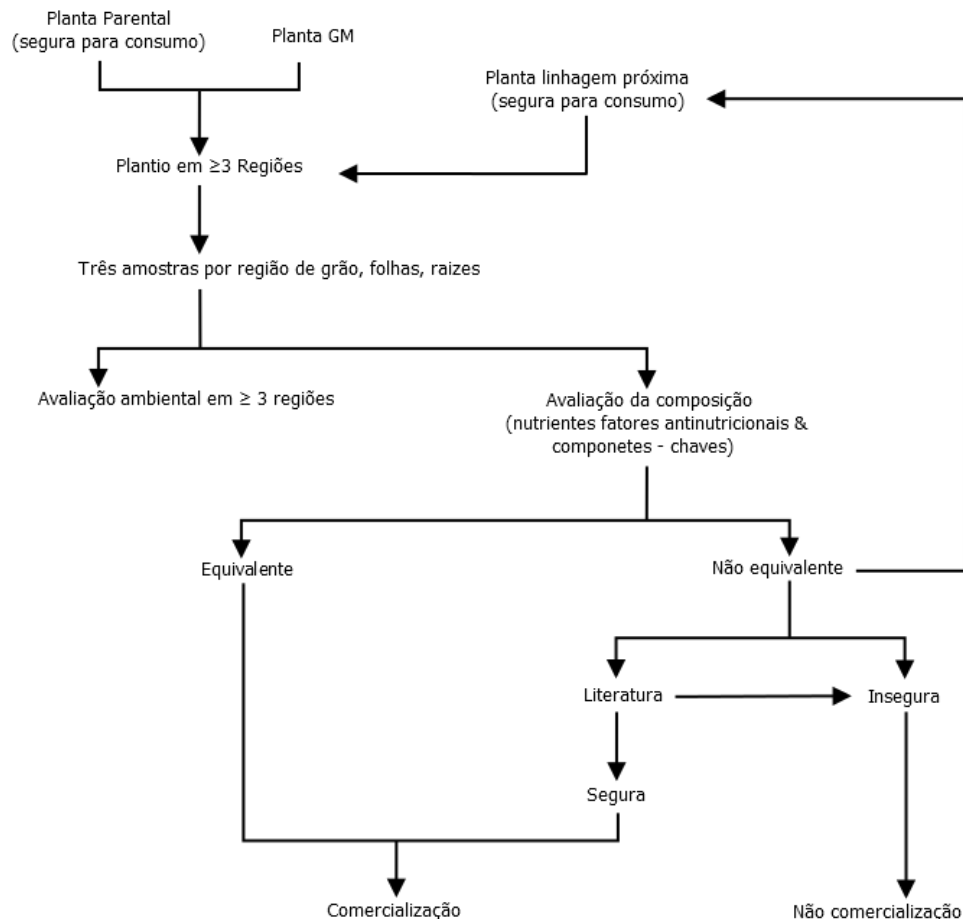


Figura 6 - Diagrama de tomadas de decisões entre a planta parental e planta geneticamente modificada a fim de estabelecer sua comercialização (BELÉM, 2012, p. 219).

A ES não está presente nas legislações, em geral, salvo nos casos de exportações, pois nesse caso a ES é validada como referencial de qualidade alimentar. O que se observa nas leis é a necessidade de segurança dos alimentos. A figura 6 estabelece de forma resumida as etapas para a tomada de decisões da ES a fim de estabelecer sua comercialização de uma Planta Geneticamente Modificada (PGM). Existem várias técnicas de se estabelecer a equivalência substancial que também variam de produto para produto. No caso de vacinas, enzimas, bactérias e animais são adotados parâmetros de análise diferentes. Considerando alimentos de

uso estritamente processados se faz a comparação do alimento derivado de OGM com o alimento convencional processado do mesmo modo (ex: óleo refinado de soja). Mesmo com vários parâmetros analisados e prontos para a comercialização ainda não se pode garantir completamente a segurança desses produtos.

A mera constatação da ES não implica, no entanto, que um alimento seja necessariamente seguro ou nutritivo. Estabelecer a ES é uma maneira de se comparar as características do alimento derivado de OGM com seu análogo convencional. O mesmo procedimento comparativo é aplicado para qualquer alimento oriundo dos recentes avanços da biotecnologia e não se aplica somente a alimentos derivados de OGM. O estabelecimento da ES é um exercício analítico que evolui com o tempo, em que, por exemplo, uma nova Planta Geneticamente Modificada (PGM), no futuro, poderá ser comparada com uma antiga PGM da mesma linhagem e não necessariamente com sua análoga convencional (BELÉM, 2012, p. 142).

Belém (2012) destaca que o potencial alergênico, principalmente aquele presente em soja e amendoim, continua sendo alergênico mesmo após o processamento e desnaturação. Com isso, a avaliação do potencial alergênico deve fazer parte da determinação da ES entre alimentos derivados de OGM. O fato de uma proteína não ser homóloga a qualquer proteína alergênica não descarta seu potencial de alergenicidade. A determinação da homologia apenas permite que se preveja o potencial alergênico da proteína exógena expressa pelo gene inserido. Outros ensaios *in vivo* e *in vitro* são necessários em testes de alergenicidade e determinação da ES nos ensaios *in vivo*. O placebo é o alimento convencional análogo ao alimento oriundo de OGM. A não equivalência substancial não implica, necessariamente, a não comercialização, pois pode-se fazer análise com outro produto não necessariamente o convencional e tornar o produto geneticamente modificado apto para a comercialização.

A defesa dos transgênicos ressalta que além da ES são feitos vários testes baseados nos padrões de segurança humanos. Esses testes são feitos em animais de forma semelhante ao dos alimentos convencionais.

Dessa forma, são realizados estudos toxicológicos em animais, baseados em padrões de segurança para o homem. Esses padrões de segurança são derivados de níveis de ingestão segura para animais, onde o fator de segurança de 100 é geralmente adotado para contornar as diferenças entre as espécies e as variações individuais. A aplicação do fator de segurança implica numa dosagem de contaminantes para os animais-teste centenas de vezes maiores que a exposição máxima tolerada para o homem (OLIVEIRA, 2008, p. 01).

Porém, a mesma defesa que descreve o fator de segurança para OGM mostra que não é aplicável nos estudos de toxicologia:

[...] pois, para avaliar se um OGM seria tóxico ou não, a dieta do animal-teste deveria ser exclusivamente composta por este alimento. Com isso, os possíveis efeitos adversos observados poderiam estar relacionados ao desbalanceamento nutricional e não à modificação genética inserida no alimento testado. Essa dificuldade também é encontrada na avaliação da segurança alimentar de novos produtos alimentícios e, principalmente, de ingredientes (OLIVEIRA, 2008, p. 02).

Nesse sentido, há uma dualidade na interpretação. Para os que defendem o conceito de ES o consideram aceito internacionalmente, descrevem os possíveis perigos associados com “risco relativo” uma vez que a tecnologia de modificar alimentos pode até reduzir os riscos. Visam ainda, reduzir o tempo, simplificar as etapas decisórias necessárias para se estabelecer a equivalência substancial entre PGM e plantas convencionais, e evitar o que ocorre no desenvolvimento de produtos farmacêuticos, que levam de 8,5 a 15 anos para sair da escala de laboratório e atingir o mercado.

Os defensores do conceito de ES vão de embate ao PP, consideram que o processo regulatório tornou-se instrumento de uma batalha antitransgênica e que o uso do princípio da precaução, nas interpretações mais capciosas, é mero instrumento para banir, e não para controlar, avanços desmedidos da Biotecnologia na agricultura (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007). A negação dos transgênicos com base na ideia de que não foi provada sua inocuidade é o simétrico oposto da aceitação, pois acaba por depositar na Ciência a expectativa de que essa impossível prova - risco zero - possa um dia ser levada adiante. Ausência de impactos ou risco zero são fatores de paralisia da pesquisa e afastam do horizonte um potencial que essas tecnologias certamente contêm para lidar com situações críticas de escassez de água ou de aportes vitamínicos em situações específicas (ABRAMOVAY, 2007).

Os que não concordam com o conceito de ES argumentam que esse conceito é um artifício para contornar os acordos e sistemas de segurança dos produtos transgênicos. É com base nesse padrão que os promotores dos transgênicos lançam mão de um discurso pretensamente científico para tentar convencer à opinião pública de que os alimentos transgênicos já foram exaustivamente testados, até mesmo mais que os convencionais (FERNANDES, 2007).

Giuliani (2000) analisa a ES como um conceito pseudo-científico e o considera um julgamento comercial e político mascarado de científico. Descreve o conceito

como uma desculpa para não se requererem testes bioquímicos e toxicológicos. O conceito de ES ainda serve para desencorajar e inibir pesquisas científicas potencialmente informativas.

Desde que o conceito foi cunhado nos Estados Unidos, até hoje nunca se definiu o que significa ser “equivalente”. Ter variação de 0,5% no teor de proteínas? Ou até 5%? Ou 0,002 mg de cálcio? Quem sabe? Além disso, ainda que um transgênico tenha composição nutricional idêntica à de um alimento não modificado, nunca foi estabelecida sua relação com a toxidade (FERNANDES, 2007, p. 87).

No Brasil quando se utiliza da ES para comercializar um produto não é necessário rotular como transgênico, uma vez que considerado substancialmente equivalente ao seu análogo possui a mesma segurança, isso impede que o consumidor seja corretamente informado a respeito da forma de produção dos alimentos adquiridos e dessa forma possa optar por outro que não contenha OGM, mesmo que seja por simples convicção pessoal (LAGES, 2013). Outro ponto criticado é que os que defendem a ES desfrutam de amplo acesso à imprensa e usam do discurso de autoridade para reproduzir a mensagem de que os transgênicos que já estão no mercado, ou em vias de estar, são seguros para saúde humana e para o meio ambiente (FERNANDES, 2007).

No que se refere à certeza da segurança do OGM o principal problema é o de que avaliações mais conclusivas só podem surgir após o produto ter sido produzido e consumido em larga escala pela sociedade, como num experimento prático em tempo real (PESSANHA; WILKINSON, 2005).

Nesse sentido, mesmo os defensores da ES descrevem que há uma situação de “incerteza partilhada”, em que, na verdade, nenhum dos lados sabe melhor que o outro os impactos do que estão sendo propostos (ABRAMOVAY, 2007). A polarização entre o PP e o conceito de ES norteiam a comercialização dos transgênicos no mundo. Isso abre oportunidades para adotar políticas diferenciadas. Nesse sentido cada país, tem sua legislação própria, como também uma série de acordos internacionais de entidades supranacionais que regulamentam o comércio dos produtos transgênicos pelo mundo. A regulamentação internacional dos OGM será tratada no subcapítulo seguinte.

2.2 Regulamentação internacional dos OGM

Ao se fazer um apanhado geral dos transgênicos pelo mundo vemos que, em geral, apenas os Estados Unidos, Canadá e Argentina utilizam a equivalência substancial enquanto a União Europeia e o restante da América usam o princípio da precaução. As nações sempre se relacionam em troca de benefícios recíprocos. O comércio internacional é um dos reflexos constantes das relações entre as nações desempenhando cada vez mais um papel de destaque na economia mundial (LAGES, 2013). A Organização Mundial do Comércio (OMC) objetiva incentivar o livre comércio como mecanismo de promoção do crescimento econômico, ela controla os acordos de barreiras comerciais que visam evitar a adoção de medidas protecionistas, evitando a entrada de produtos estrangeiros no mercado nacional. Os transgênicos se enquadram na barreira não tarifária, as quais são bastante variadas e têm por objetivo restringir os produtos importados por meio da proibição direta ou exigência de rígidos padrões técnicos, ou ainda aspectos relacionados à saúde, meio ambiente, valores éticos, morais, religiosos, culturais, entre outros (LAGES, 2013).

O acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (MSF) representa um dos temas mais amplos e importantes no comércio internacional, pois objetiva impedir que tais medidas sejam convertidas em medidas protecionistas ao comércio internacional (LAGES, 2013). Uma medida sanitária é uma barreira não-tarifária que visa proteger a vida e a saúde humana e animal de riscos oriundos de contaminantes, aditivos, toxinas, agrotóxicos, doenças entre outros. Uma medida fitossanitária é também uma barreira não-tarifária que objetiva proteger a sanidade das plantas e frutas de doenças e pestes (COSTA, 2008).

O Acordo permite a imposição de barreiras ao comércio desde que tenham por objetivo a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal. As restrições devem ter base científica a fim de que não se revistam de caráter discriminatório. Além disso, recomenda-se a utilização de padrões internacionais e a harmonização dos padrões existentes nos diferentes países a fim de evitar que em nome da proteção criem-se padrões discriminatórios (LAGES, 2013, p. 26).

As MSF até podem possuir padrões mais rígidos que os vigentes internacionalmente, desde que exista base científica para justificar a conduta e não haja incompatibilidade com o acordo. Nesse sentido, o princípio da precaução insere-se entre o direito ambiental e o direito internacional econômico, materializado no embate entre países exportadores e importadores de produtos para consumo humano (LAGES, 2013).

Como a União Europeia é adepta do princípio da precaução enquanto os EUA defendem o conceito de equivalência substancial, com isso a legislação do mercado interno é bem diferente entre ambos. A cultura alimentar de ambas é diferente, porém esse quesito não é analisado para compor os acordos da OMC.

Essa diversidade de legislações por vezes conflitantes refletiu nas relações comerciais entre os países a ponto de os EUA, Argentina e Canadá levarem a União Europeia à OMC em virtude de uma moratória aplicada a produtos transgênicos. O desfecho do caso ocorreu em 2006, ocasião em que a União Europeia foi condenada pela OMC em virtude da moratória. As tentativas de regulamentação da matéria originaram um tratado multilateral sobre os movimentos transfronteiriços de OGM, denominado Protocolo de Cartagena (LAGES, 2013, p. 57).

O Protocolo de Cartagena (homenagem a cidade colombiana de Cartagena) foi assinado em 29 de janeiro de 2000 na Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Ele visa assegurar um nível adequado de proteção no campo da transferência, da manipulação e do uso seguro dos Organismos Vivos Modificados (OVM) resultantes da Biotecnologia moderna que possam ter efeitos adversos na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica, levando em conta os riscos para a saúde humana, decorrentes do movimento transfronteiriço (BRASIL, 2000a).

Dessa maneira, o protocolo reflete o equilíbrio entre a necessária proteção da biodiversidade e a defesa do fluxo comercial dos OGM. É um instrumento essencial para a regulação do comércio internacional de produtos transgênicos em bases seguras. Trata-se de um instrumento de direito internacional que tem por objetivo proteger os direitos humanos fundamentais, tais como a saúde humana, a biodiversidade e o equilíbrio ecológico do meio ambiente, sem os quais ficam prejudicados os direitos à dignidade, à qualidade de vida, e à própria vida, direitos consagrados pela Declaração Universal dos Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas, de 1948 (BRASIL, 2000a).

O protocolo faz referência à rotulagem dos produtos e especifica a quantidade mínima de 4% de OGM no produto para a rotulagem obrigatória. Mesmo assim, cada país adota um padrão podendo tornar a rotulagem voluntária ou obrigatória; independente da forma usa-se o símbolo internacional dos transgênicos gravado na embalagem do produto. O símbolo constitui de um “T” no centro de um triângulo isósceles de fundo amarelo representado na figura 7 (PESSANHA; WILKINSON, 2005; LAGES, 2013).



Figura 7 - Símbolo indicativo de produto transgênico. Fonte: Decreto n. 4.680, de 24 de abril de 2003.

O símbolo recebeu críticas por parte dos defensores dos produtos transgênicos. Para a indústria de alimentação a imagem representa um signo de alerta e atenção, como se o produto representasse um risco à saúde do consumidor (LAGES, 2013).

Muitos fabricantes de produtos alimentícios passaram a rejeitar o uso de ingredientes geneticamente modificados na matéria-prima de seus produtos para não terem que rotulá-los como transgênicos e as grandes empresas cederam a resistência dos consumidores e procuraram fontes não transgênicas para ingredientes usados na fabricação de produtos (PESSANHA; WILKINSON, 2005, p. 47 - 48).

A rotulagem é um direito à informação e oferece ao consumidor informação sobre produtos com características diferenciadas bem como sugere a segurança e qualidade dos alimentos aos consumidores, reduzindo a assimetria de informação por meio do fornecimento de informações adicionais sobre a qualidade e sanidade dos produtos, de tal modo que o consumidor possa escolher os produtos a serem adquiridos de acordo com sua preferência (PESSANHA; WILKINSON, 2005). A rotulagem também facilita o monitoramento do produto, pois se caso houver uma contaminação, a rotulagem agiliza o processo de cessar a fonte de contaminação e, também, incentiva as empresas a aderirem ao sistema de rastreabilidade do produto. No entanto, a defesa dos OGM descreve que a rotulagem tem apenas o sentido informativo e não se trata de uma segurança alimentar, “pois, se o alimento geneticamente modificado foi aprovado para consumo, supõe-se que o mesmo seja seguro” (OLIVEIRA, 2008, p. 2).

A rastreabilidade é exigida no sistema de preservação de identidade adotado nas indústrias alimentícias. O objetivo desse sistema é assegurar que um grão seja monitorado ao longo da cadeia agroalimentar, garantindo a manutenção de certos traços ou qualidades específicas desejadas (PESSANHA; WILKINSON, 2005).

As técnicas de rastreabilidade podem ser empregadas em distintos contextos na cadeia agroalimentar, permitem registrar o caminho por todos os estágios do processo produtivo até a distribuição final, abarcando a produção primária (agrícola) do alimento, a identificação e o movimento dos estoques, os processos de exportação/importação, as etapas relacionadas à importação, as etapas relacionadas à produção, manufatura e distribuição, incluindo

insumos, operações e processos utilizados, o fornecimento e a venda ao consumidor final. Na prática, é utilizada principalmente para auxiliar na separação de produtos alimentares com diferentes atributos, sendo particularmente aplicada na distinção e segregação de grãos geneticamente modificados e grãos convencionais, e na preservação de identidade de produtos orgânicos e especialidades (PESSANHA; WILKINSON, 2005, p. 88 - 89).

Em geral, os fornecedores não operam nesse sistema e, como já mencionado, a rotulagem não é completamente confiável, pois quando se tem o símbolo dos transgênicos é certeza que há OGM. Porém, não ter no rótulo o símbolo dos transgênicos gera incerteza, pois pode haver OGM em baixa proporção ou derivado de OGM. Com isso, se intensifica a publicidade de companhias que eliminam os ingredientes transgênicos de seus produtos. Várias empresas possuem alternativas publicitárias para a venda de produtos não transgênicos enfatizando seu processo de rastreabilidade (PESSANHA; WILKINSON, 2005).

Outra discussão acalorada referente à legislação dos transgênicos pelo mundo é relacionada às **patentes**. A patente é um título de propriedade/produção temporário outorgado pelo Estado, por força de lei, que confere ao seu titular, ou seus sucessores, o direito de impedir terceiros, sem o seu consentimento, de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar produto objeto de sua patente e/ ou processo ou produto obtido diretamente por processo por ele patenteado (LEGAT; MARQUES, 2008). A concessão da patente é um ato administrativo declarativo, ao se reconhecer o direito do titular, e atributivo (constitutivo), sendo necessário o requerimento da patente e o seu trâmite junto à administração pública. Em contrapartida, é disponibilizado acesso ao público sobre o conhecimento dos pontos essenciais e as reivindicações que caracterizam a novidade no invento (LEGAT; MARQUES, 2008).

A *World Intellectual Property Organization* (WIPO) órgão da ONU que administra as convenções sobre a propriedade intelectual, tem vários comitês que estudam as opções para a proteção legal das novas tecnologias e a harmonização dos direitos de propriedade intelectual, mas vem perdendo força, já que o fórum das principais discussões foi deslocado para o âmbito das instituições comerciais (PESSANHA; WILKINSON, 2005).

A concessão de patente depende da legislação de cada país. No Brasil, por exemplo, a Lei Nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 regulamenta o acesso à informação (BRASIL, 2011b). Ela não admite o patenteamento de microrganismos encontrados na natureza e de outros seres vivos, sejam modificados ou não. Porém,

o processo biotecnológico pode ser patenteado o que é chamado de patenteamento virtual. Com isso, na prática, ocorre o patenteamento virtual do genoma de plantas e animais superiores, tendo em vista a extensão dos direitos de propriedade aos produtos obtidos por processos patenteados (PESSANHA; WILKINSON, 2005).

Os recursos genéticos recebem uma condição legal dúbia pela ótica econômica: como fonte de variabilidade, os recursos genéticos, em quaisquer formas, têm sido vistos como uma herança comum da humanidade, um bem público de utilização livre, imediata e gratuita; já como um objeto comercial – na forma de variedade –, os recursos genéticos são bens privados, de uso exclusivo. Por isto, muitos pesquisadores e ativistas tomam os direitos de propriedade intelectual no setor como uma tentativa, por parte das empresas privadas, de retirar do mercado de sementes seus concorrentes diretos – os produtores agrícolas e o setor público de pesquisa. Nesta perspectiva, a concessão de direitos de propriedade intelectual para as sementes fere o direito dos agricultores (*farmers rights*), que milenariamente vêm desenvolvendo o trabalho de seleção, melhoramento e das variedades de cultivo, cujo germoplasma foi frequentemente incorporado às variedades de elite da indústria sementeira com vistas na introdução de novos traços desejados, sem qualquer ônus para a indústria (PESSANHA; WILKINSON, 2005, p. 22).

No caso das sementes melhoradas, as transgênicas, assim como as sementes convencionais, dependem de ambientes adequados para que seu potencial produtivo se manifeste, com isso toda a dinâmica do solo é modificada para melhor atendê-la.

Para criar essas condições ideais, o agricultor terá de corrigir o solo com altas doses de calcário, incrementar sua fertilidade com adubos sintéticos, combater pragas, doenças e plantas invasoras com agrotóxicos e eventualmente, suprir a deficiência hídrica com irrigação. Nesse caso, a escolha da semente condicionou à dependência de todo o restante do pacote tecnológico (FERNANDES, 2007, p. 82).

Nesse sentido, a empresa detentora da patente da tecnologia empregada nas sementes transgênicas se torna também a única fornecedora dos insumos para a utilização do produto comprado. Com isso a empresa força o agricultor a comprar novas sementes, ano após ano. O transgênese não inviabiliza a utilização de sementes para o ano seguinte. No entanto, as novas tecnologias inseridas no grão devem ser pagas mediante complexos sistemas de *royalties* (valor pago pelo uso da sua marca) às empresas detentoras das patentes correspondentes (MALAJOVICH, 2016).

As patentes na área da transgenia estão causando muitos embates jurídicos e éticos. Nos EUA, Michael Hansen, especialista da Associação dos Consumidores, de forma consciente, crítica à possibilidade de patentear sementes transgênicas, indaga-se com a seguinte incongruência: ao mesmo tempo em que dizem que não há necessidade de testar as plantas transgênicas, pelo fato de serem similares às suas

homólogas convencionais, de acordo com a ES, solicitam patentes, sob a alegação de que os OGM representam uma criação nova (NODARI *et al.*, 2016).

Além de gerar muitas críticas dos agricultores gera, também, crítica ambiental, pois o meio ambiente é afetado. Ambos lados, contra e a favor, possuem argumentos que relacionam os OGM com a (in)sustentabilidade ambiental, nesse sentido na seção seguinte é apresentada a relação entre o meio ambiente e os transgênicos.

2.3 O meio ambiente e os transgênicos

Argumentaremos criticamente a respeito da relação entre o meio ambiente e os transgênicos, serão apresentados argumentos contra e a favor do meio ambiente.

Cada novo ser vivo transgeneticamente modificado em laboratório vai estabelecer *in natura* relações necessariamente não controladas com os demais seres vivos, com todo o fluxo de matéria e energia, em que acaso e necessidade se fazem presentes (GONÇALVES, 2004). Do ponto de vista do rigor científico, a expressão organismo geneticamente modificado nomeia, simplesmente, todo o processo de evolução das espécies do planeta¹², na medida que o processo de especiação é sempre modificação genética efetuada pela própria natureza (GONÇALVES, 2004). Há milênios que as espécies passam pela seleção natural, ou seja, por meio de mutações genéticas aleatórias, os indivíduos mais adaptados sobrevivem e deixam maior número de descendentes. Como os transgênicos não ocorrem naturalmente na natureza, eles podem contaminar espécies que levaram muitos anos para chegarem a sua característica atual.

A agricultura moderna, sem considerar os OGM, está causando o desaparecimento de muitas espécies de plantas, pois há uma grande área desmatada para uso de pasto na criação de gado, o uso de monoculturas que por vezes deixam o solo improdutivo, a especiação da alimentação humana e animal deixando muitas espécies de plantas fora da lista de produção e fadada a extinção (GONÇALVES, 2004). Outro fator está relacionado ao clima, pois como os países de maior

¹² Vale ressaltar que há uma grande diferença entre a mudança genética artificial e natural, sendo a primeira a introdução controlada e integração de ácidos nucleicos em um genoma receptor, excluindo-se a introdução por fecundação, enquanto que na natureza, a modificação genética e especiação ocorrem pelas formas de reprodução das espécies (união de gametas, por exemplo) e como fatores relacionados ao ambiente modificam esta transmissão/herança de genes de geração para geração.

produtividade agrícola localizam-se na região tropical e os países de maior produtividade econômica estão nas regiões temperadas, há uma dissonância entre o modo de cultivo.

A perda da biodiversidade acarreta a chamada erosão genética, pois perde-se a variação genética das espécies no planeta resultando na extinção de diferentes variedades.

Os dados são estarrecedores: 11 milhões de Ha/ano de florestas destruídas; avanço da desertificação em 27 milhões de Ha/ano; desaparecimento de 30 a 300 espécies por dia. A destruição dos ecossistemas, a diminuição do número de espécies existentes e a perda de variabilidade genética são danos irreparáveis, porque é preciso recorrer aos genes das variedades silvestres para melhorar geneticamente as plantas cultivadas e os rebanhos existentes. A erosão genética é inquietante em relação às plantas alimentícias, cultivadas em número restrito e uniformizadas em função das práticas agrícolas modernas. Se, no início do século XX, existiam na Índia mais de 30.000 variedades nativas de arroz, hoje provavelmente não restam mais de 50. Por outro lado, o risco de extinção ameaça, aproximadamente, 30% das variedades ou raças dos animais de criação.

Também preocupa o futuro das plantas medicinais, muitas delas silvestres, porque as melhores plantas são as primeiras a ser colhidas, enquanto as restantes ficam no terreno, produzindo as sementes que darão origem às próximas gerações. Este tipo de seleção negativa contribui para a erosão genética das espécies correspondentes (MALAJOVICH, 2016, p. 153).

O plantio de alimentos transgênicos contribui para acelerar a erosão genética, pois a introdução de um gene estranho muda o processo evolutivo da planta e além disso é considerada uma tecnologia invasiva, pois causa impactos na microfauna e microflora do solo, como também, contamina plantas convencionais (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007). Tecnicamente, é possível definir intervalos de confiança para distância entre plantas que reduzam a chamada presença adventícia de genes aos níveis compatíveis com processos de segregação consagrados internacionalmente. No Brasil a distância entre um cultivo transgênico e o convencional é vinte vezes maior do que os 10 metros exigidos na França (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007).

Um dos casos de maior repercussão com relação à poluição genética é o milho StarLink. O cultivo transgeneticamente modificado destinado a animais e não apto, segundo a legislação, para consumo humano, se misturou a grande parte da oferta de milho norte-americano depois que as zonas ao redor dos campos de cultivo que separavam esses cultivos se mostraram totalmente incapazes de conter o pólen transportado pelo vento (GONÇALVES, 2004, p. 116).

A legislação não obriga o produtor de transgênico a criar barreiras para que não haja contaminação nas plantações convencionais próximas. Nesse sentido, o agricultor convencional vem perdendo duplamente, pois além de correr o risco de ter sua plantação contaminada, ainda precisa assumir o ônus de criar barreiras em sua

propriedade, mudar práticas culturais e/ ou alterar a época de plantio ou colheita para tentar evitar ou minimizar a contaminação (FERNANDES, 2007).

Como a tecnologia da fabricação das sementes é patenteada, por mais absurdo que seja, o agricultor convencional que tiver sua plantação contaminada é obrigado a pagar *royalties* a empresa detentora da patente (FERNANDES, 2007). Nos Estados Unidos, a Monsanto¹³ já abriu noventa processos contra agricultores americanos, alegando violação de patente. No início da década de 1980, a Monsanto não estava presente no setor de sementes. Hoje, é a maior do ramo e, em período razoavelmente curto, passou a controlar um acervo genético considerável.

Outro fator desfavorável aos transgênicos é a potencial criação de superpragas ou plantas superinvasoras. Esse raciocínio pauta-se na ideia de que a transferência a plantas dos genes de resistência a herbicidas, por exemplo, tornaria por cruzamento ou fluxo gênico, as plantas daninhas ou silvestres também resistentes com o passar do tempo, o que exigiria, no mínimo, a aplicação de doses ainda maiores de defensivos ainda mais fortes (RODRIGUES; ARANTES, 2011). Em outra perspectiva, Delatorre (2005), afirma que os transgênicos não possuem maior potencial de geração de superpragas ou ervas daninhas, que esse potencial é exatamente igual ao de qualquer planta convencional em monoculturas.

No caso de animais já foram feitas várias experiências em ambiente fechado sem acesso aos animais convencionais, no entanto há o risco de escape de um animal geneticamente modificado do controle e este transmitir o gene para sua prole e desencadear um processo evolutivo descontrolado.

Experiências de transgênese visam melhorar a qualidade do leite de vaca, modificando as proteínas (leite humanizado para lactantes) ou reduzindo a lactose (para as pessoas com intolerância). Na Nova Zelândia e nos Estados Unidos vêm sendo obtidas vacas que produzem mais caseína no leite, uma propriedade interessante para a indústria de queijos.

Algumas tentativas também foram feitas em relação à produção de fibras animais: ovelhas transgênicas que não precisassem de determinados suplementos de aminoácidos na dieta; modificação da estrutura das fibras de lã e de caxemira para facilitar o tingimento e diminuir o encolhimento; alteração das propriedades da seda. A partir de uma proteína de aranha, sintetizada por uma cabra transgênica, se desenvolveu e patenteou o Biosteel™, um produto muito resistente que pode ter diversos usos, inclusive militares.

¹³ A Monsanto é uma empresa de biotecnologia com sede global em St. Louis, Missouri, Estados Unidos, fundada em 1901 que, segundo seu site, “visa contribuir para aumentar a produção de alimentos, com maior conservação de recursos naturais, e ajudando os agricultores em todo o mundo em sua missão de alimentar, vestir e fornecer combustível” (MONSANTO, 2019). Apesar de sua política sustentável a empresa é envolvida em vários processos e amplamente criticada por suas patentes, difusão de produtos cancerígenos, poluidores, etc.

Uma das maiores preocupações existentes é o risco de escapamento de um animal transgênico, e a consequente possibilidade de difundir o transgene nas populações naturais. O risco depende de algumas características do animal, especialmente a mobilidade, a capacidade de escapar do cativeiro e a de voltar ao estado selvagem. Outros fatores adicionais que devem ser considerados em uma simulação de risco são a viabilidade juvenil, a idade de amadurecimento sexual, a fertilidade do macho, a fecundidade da fêmea, a viabilidade do adulto etc. (MALAJOVICH, 2016, p. 186).

Os transgênicos não são somente “vilões” do meio ambiente. Na página da *World Wide Fund for Nature* (WWF), na aba “Manejo Integrado de Pragas” afirma-se que as sementes transgênicas atuam de forma harmônica para a prática do manejo, com o objetivo de diminuir as chances dos insetos ou doenças se adaptarem a alguma prática defensiva em especial. Essa técnica requer um controle múltiplo, sendo destacados o controle através das práticas agrícolas, controle físico e mecânicos, biocontrole, controle químico e o controle a partir de sementes resistentes (transgênicas).

Uso de sementes resistentes – Algumas variedades de plantas desenvolveram mecanismos de defesa e se tornaram resistentes ou tolerantes, repelem ou se tornam menos preferidas pelas infestações. As vantagens desta tática incluem a facilidade de uso, compatibilidade com outras táticas de controle de pragas, baixo custo e impacto cumulativo sobre a praga com mínimo impacto ambiental negativo. Por outro lado, o desenvolvimento de variedades de soja tolerantes a pragas requer tempo e investimentos consideráveis, e nem sempre as resistências obtidas se tornam permanentes (MANEJO, 2018).

As vantagens dos cultivos GM devem ser analisadas caso a caso. Silveira e Buainain (2007) exemplificam uma vantagem econômica/ambiental na produção de algodão transgênico:

A produção de algodão, por exemplo, depende decisivamente dos inseticidas químicos para combater os insetos. Na China – país que apresenta a maior taxa de adoção Bt –, entre 1999 e 2001, os gastos com inseticidas foram reduzidos em 80% [...]. Além da redução dos gastos com inseticidas, o algodão Bt trouxe outras vantagens para os produtores, facilitando a gestão e reduzindo o impacto negativo das aplicações sobre o meio ambiente (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007, p. 65).

Esses autores também destacam que a redução do uso de máquinas e equipamentos resulta em redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) em relação aos cultivos convencionais. Há também o efeito sobre o solo da associação do cultivo de transgênico e técnicas de cultivo mínimo (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007).

Outro fator favorável aos transgênicos está na capacidade de retirada de metais pesados¹⁴ do solo e fazer com que áreas poluídas e inférteis possam ser revitalizadas e consequentemente abrir espaço de plantio para alimentação humana e animal.

A sensibilidade aos metais pesados é variável dentro do reino vegetal. Uma espécie hiperacumuladora de zinco e cádmio é *Thlaspi caerulescens*, membro da família *Brassicaceae*. Esta espécie chega a acumular 40 mg de zinco por grama de peso seco na parte aérea. Com a transgenia é possível transferir a capacidade de absorver grandes quantidades de metais pesados e sequestra-los em compartimentos onde não prejudiquem o metabolismo da planta para outras espécies. A utilização destas plantas, em solos contaminados, permite a remoção destas substâncias tóxicas do solo, o que é conhecido como fitoremediação. Considerando esta possibilidade, surgiu o receio que plantas transgênicas hiperacumuladoras de metais pesados pudessem ser consumidas. Obviamente, este tipo de característica não deve ser transferida para plantas utilizadas como alimentos. Outras espécies não comestíveis poderiam ser utilizadas para remoção de metais pesados de solos contaminados. Estes solos podem então voltar a ser utilizados na produção de alimentos, pois se encontram descontaminados (DELATORRE, 2005, p. 16).

O meio ambiente pode ser afetado com o plantio de transgênicos. O agricultor, em especial o pequeno agricultor, se vê sem saída mediante a legislação que não o favorece. Há um potencial risco para saúde humana e animal, então por que continuar plantando transgênicos? Essa pergunta é respondida avaliando fatores econômicos e políticos apresentados na próxima seção.

2.4 Fatores sociopolíticos e econômicos. O que está em jogo?

Fatores econômicos e políticos são os que mais interferem na produção ou não dos transgênicos. Basicamente há uma relação de custo-benefício para viabilizar a produção. Os dados a seguir mostram que as vantagens competitivas dos OGM não são universais, e que dependem de um contexto local, de fatores geográficos e climáticos de cada região (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007), porém não mostram a relação de causa efeito com o meio ambiente e a população.

Os impactos sobre os custos de produção do milho Bt dependem da intensidade com que o inseticida é utilizado na produção do milho convencional. Comparando as duas principais regiões produtoras de milho da Espanha – Sarinena e Barbastro –, verificou-se que a utilização de milho Bt causou redução do custo total de produção apenas na região de Sarinena. Nessa região, onde o uso de inseticidas era intenso, a redução no custo total de produção foi 23,5% em média e, em alguns casos, a redução chegou a 83,5%, isso porque a redução dos custos com inseticidas foi maior do que o aumento dos custos com sementes. Já na região de Barbastro, onde o uso

¹⁴ Grupo de elementos situados entre o cobre (massa molar: 63,5) e o chumbo (massa molar: 207,2), possuem elevados níveis de reatividade e biocumulação (LEE, 2009)

de inseticidas era muito reduzido, a adoção do milho Bt implicou aumento de 18,5% no custo total da produção, porque os custos mais elevados com sementes não foram compensados com redução de custos com inseticidas (BROOKES apud SILVEIRA; BUAINAIN, 2007, p. 65 - 66).

A defesa dos transgênicos aponta que economicamente é viável a produção de OGM, pois o aumento da renda do agricultor é um resultado observado em todos os cultivos OGM produzidos em grande escala (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007). Há também a redução nos custos de inseticidas e melhor aproveitamento no uso das sementes.

Portanto, a relação econômica tem prioridade para o produtor e deixa em segundo plano fatores tão importantes como o meio ambiente e a opinião pública relacionados a fatores culturais, éticos e religiosos.

O adivinho, o pajé, o curandeiro, o sacerdote, o sábio anteciparam o cientista e o técnico e, ainda hoje, são importantes acervos de conhecimento forjados a partir de outras matrizes de racionalidade. Assim, além da diversidade biológica, há todo esse legado de conhecimento sobre espécies, inclusive de espécies de cultivares, portanto, espécies criadas (biotecnologia), que a humanidade herdou por meio dessas variadas culturas e de seus povos (GONÇALVES, 2004, p. 89).

A segurança alimentar refere-se à garantia da oferta de alimentos que pode ser alcançada por meio de instrumentos de políticas agrícolas, combinando estímulo à produção interna e distintas formas de acesso ao comércio internacional (PESSANHA; WILKINSON, 2005). O objetivo da segurança alimentar inerente a múltiplas agriculturas e seus consórcios começa, com as monoculturas, a ser subvertido, trazendo sérias consequências políticas (GONÇALVES, 2004). Nesse sentido o que se observa no decorrer dos anos é a “insegurança alimentar”, que seria a indisponibilidade, ou mesmo a alusão da falta de acesso das pessoas aos alimentos básicos para sobrevivência. Marques descreve as causas decisivas:

Obviamente, as causas principais do aumento da insegurança alimentar nos Estados Unidos e na Europa são a crise econômica, a concentração de renda e aumento da pobreza, e não a escassez de alimentos. Mas, em escala global, as causas decisivas do aumento da insegurança alimentar são a perda de ímpeto de produtividade agrícola nos últimos três decênios e o subsequente avanço da insegurança alimentar, causas que são, por vez, efeitos da sinergia das crises ambientais. (MARQUES, 2016, p. 170).

A defesa dos transgênicos apresenta o argumento de “diminuição da fome no mundo”, mas esse argumento não se sustenta, já que nunca a capacidade de produzir

alimentos foi tão grande. Trata-se de um problema do modo de produção e distribuição da riqueza.

Outro ponto menosprezado pelo produtor é a opinião da população, pois mesmo de modo geral, a opinião pública sendo contra a produção alimentícia dos transgênicos o mercado da área vem crescendo ano a ano.

[...] 67% dos europeus e nada menos que 80% dos franceses julgam que os alimentos transgênicos ameaçam a ordem natural das coisas, que 83% dos europeus e 90% dos franceses considerem inaceitáveis seus riscos e que 87% dos europeus e 91% dos franceses acreditam que se trata de inovação ameaçadora para as gerações futuras (ABRAMOVAY, 2007, p. 140).

Como a tecnologia de transgênese não é apenas para produção agrícola, pesquisas apontam uma rejeição para alimentos e aceitação em área da medicina e em medicamentos (LAGES, 2013). Para Rodrigues e Arantes (2011), há uma interface para a aceitação de alguns produtos transgênicos, o que as autoras denominam de “transgênicos sociais”. São as plantas transgênicas, que atenderiam às necessidades das populações de baixa renda, à otimização da sustentabilidade da agricultura e auxiliariam na redução da degradação do meio ambiente.

A maioria destes produtos, que não poderiam ser obtidos sem a transgênese, longe dos objetivos capitalistas das multinacionais, buscariam atingir as vantagens acima expostas, necessitando, para seu sucesso vontade política do governo em investir na instituições públicas brasileiras de pesquisa agropecuária, para que estas possam priorizar a análise de sua viabilidade e, quiçá, a produção dos transgênicos sociais [...] devem ser aceitas plantas transgênicas que favoreçam o agricultor, o consumidor e as empresas produtoras, sem afetar o meio ambiente. As demais, que não apresentarem estes atributos, devem ser impedidas durante o processo de registro, pelos meios legais, de chegarem à etapa de comercialização (RODRIGUES; ARANTES, 2011, p. 20 - 30).

Para as autoras a ideologia dos transgênicos sociais seria o uso de plantas transgênicas que aumentam o valor nutritivo dos alimentos, que reduzem a utilização de inseticidas químicos, plantas que são resistentes a doenças de culturas regionais, resistentes a seca, plantas que exercem a função de vacina ou agregadas de valores medicinais, plantas produtoras de medicamentos e com potencial alergênico reduzido.

Nesse sentido, alguns alimentos transgênicos receberam repercussão mundial como é o caso do arroz dourado (DUBOCK, 2019). A Organização Mundial da Saúde (OMS) fez um levantamento da quantidade de crianças cegas devido a deficiência de Vitamina A, constatou que meio milhão de crianças ficam cegas por ano. Além disso em torno de 100 mil crianças morrem antes de atingirem os cinco anos devido a

carência desse nutriente. O arroz dourado surge nesse contexto como uma medida teoricamente humanitária para combater a deficiência de vitamina A. O arroz branco não é fonte dessa vitamina e é consumido por quase metade da população mundial, assim o arroz branco foi geneticamente modificado acrescentando esse nutriente na perspectiva de sanar a deficiência visual em crianças e livrá-las da morte por falta de vitamina A (CIB, 2018).

O arroz dourado recebeu uma série de críticas no que se refere tanto à qualidade do alimento para a população, quanto pela real intenção humanitária. As sementes desse arroz foram doadas aos produtores de extrema pobreza, principalmente asiáticos, não havendo intenção de lucro, a qualidade foi criteriosamente verificada, porém ainda houve resistência. No entanto, o aceno positivo seguiu o de outros países como Austrália e Nova Zelândia, que emitiram parecer favorável ao arroz dourado em dezembro de 2017. E este somou-se ao manifesto a favor do cereal geneticamente modificado assinado por mais de 100 vencedores do Prêmio Nobel (DUBOCK, 2019).

Outro alimento transgênico de característica “humanitária” é a banana vacina. Esse produto consiste na produção de uma vacina comestível sob medida para o vírus da Hepatite B (VHB) por transferência gênica. Existem cerca de 350 milhões de portadores de Hepatite B no mundo, sendo a cada ano registrado 1 milhão de novos casos. Estima-se ainda que 75 entre 100 milhões de indivíduos infectados podem morrer de cirrose ou câncer de fígado em consequência da doença. A produção de uma vacina oral para hepatite B tem mais que apenas vantagens econômicas sobre as vacinas injetáveis existentes para os milhões de doentes nos países em desenvolvimento (VACINA, 2018).

Outra aplicação é a produção de polímeros biodegradáveis. Estes são na realidade uma mistura de amido e polietileno. Quando o amido é o maior componente, temos os plásticos complexos, já em comercialização como Novon e Fertec (Novon - 80% amido mais etileno-acetato de vinil ou co-polímero etileno-ácido acrílico; Fertec - 50% amido e polímeros). Os filmes são resultantes de misturas com baixos teores de amido (NODARI *et al.*, 2016).

Se tratando do uso em animais transgênicos estes, à princípio, foram destinados a produzir substâncias para uso na saúde humana ou para fornecer órgãos para transplante, também para a espécie humana. Dentre as proteínas humanas produzidas em animais transgênicos destaca-se o fator de coagulação, necessário no tratamento da hemofilia, a eritropoietina, que é utilizada para estimular a medula óssea

quando deprimida por outras drogas e a alfa-1 antitripsina, utilizada no tratamento de enfisema pulmonar (NODARI *et al.*, 2016).

Há mais de 10 anos os transgênicos contribuem para a biofortificação com a:

- a) Melhoria da qualidade de óleos vegetais, incluindo-se cultivares de milho com maior teor de óleo; melhoria na qualidade dos óleos vegetais, incorporando fatores como ômega 3 (produto no *pipeline* da CTNBio); redução de produtos indesejáveis em óleos comestíveis, como o de canola e soja;
- b) Modificação de proteínas visando processamento pela indústria de alimentos (trigo com maior quantidade de gluteína); plantas com maior quantidade de lisina (aminoácido essencial) e aumento no teor de proteínas em plantas tuberosas, como batata-doce (SILVEIRA; BUAINAIN, 2007, p. 50 - 51).

Entendemos ingênuo afirmar que uma planta transgênica não afeta o meio ambiente, no entanto, essas plantas podem ser uma alternativa viável para casos extremos de saúde pública, como a cura ou prevenção de alguma doença, biofortificação alimentar em comunidades carentes, etc. O uso de OGM como hormônios (insulina, hormônio de crescimento, etc.), fator de coagulação sanguínea, vacina humana e animal, tecnologia enzimática, bioplásticos, mosquito que atua em controle biológico, etc. Em terapia gênica e tratamento de câncer através de vírus oncolíticos devem ser analisados caso a caso e avaliar os possíveis efeitos nocivos para o ambiente e ponderar seu uso.

Por todos os argumentos aqui expostos consideramos necessário, em qualquer uso com OGM, cuidado na aceitação ou refutação de qualquer produto. A análise das reais intenções do mercado, ações presumivelmente humanitárias e possíveis benefícios ou malefícios. As pesquisas explanadas nesta dissertação demonstram que OGM podem causar a degradação ambiental e há potencial risco a saúde humana e animal. No quesito econômico o que se vê é um descaso com o meio ambiente em favor do lucro. Em geral, o pequeno agricultor é mais prejudicado, pois ou fica refém de patente das multinacionais, não podendo fazer estoque ou quando opta pela planta convencional pode ter sua plantação contaminada e ainda ter que responder por processo de quebra de patente. A população fica à mercê dos produtos transgênicos nas prateleiras dos supermercados sem saber se há possibilidade de malefícios futuros no consumo ou não. Já o grande agricultor e as multinacionais que detêm as patentes das sementes são amplamente beneficiados, aumentando semestre a semestre seus lucros, sendo amparado pela falta de leis mais rigorosas. Os estudos de área para o plantio de transgênico, visam primeiramente a produção e consequentemente o lucro, fatores ambientais e de saúde pública são secundarizados

ou mesmo abafados com um simples certificado de que “não há necessidade da avaliação de impactos”. Nesse sentido caso haja um impacto ambiental o agricultor está respaldado e conseqüentemente não é registrado nas estatísticas a plantação transgênica que causou o impacto.

A ganância pelo maior lucro, maior poder econômico é parafraseada como “diminuir a fome no mundo”, argumento apelativo, pois enquanto o desperdício de alimento estiver crescente principalmente nos países desenvolvido ou enquanto o consumismo for desenfreado, não se pode falar em diminuir a fome no mundo sem ser pela distribuição da riqueza. A fome no mundo é um problema a ser resolvido de forma política, ética e econômica e não pelo mero plantio de transgênicos.

2.5 Os transgênicos no Brasil

As normas que regulamentam os transgênicos estão inscritas em leis federais de cada país. No Brasil a regulamentação dos OGM pertence a lei de biotecnologia (BRASIL, 2007b). O quadro 1 descreve de forma concisa os principais tópicos dessa lei a partir da lei de Biossegurança nº 6.041.

Quadro 1 – Normas/leis que regulamentam os transgênicos do Brasil.

	Brasil
Número/Nome	6.041
Data	08/02/2007
Intuito geral	O estabelecimento de ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo a maior eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações.
Validade	Não mencionada
Relação exterior	Visa fortalecer a exportação dos produtos relacionados a biotecnologia.
Incentivo do governo	Apoio a pesquisa com incentivos fiscais.

Rotulagem	Deve conter o rotulo com o símbolo triangulo amarelo com um “T” centralizado todo produto que contenha transgênico.
Patentes	Viabiliza as patentes, diminuindo tempo e gasto visando fortalecer o Brasil no exterior.
Proteção ambientais	Sim
Observação	É o 2º lugar no ranking dos transgênicos. A lei é subdividida por áreas: Saúde humana, agropecuária, industrial e ambiental. Menciona em vários parágrafos o estímulo a produção e competitividade.
Decretos relacionados	Decreto nº 6.925, de 6 de agosto de 2009. Efeitos do art. 19 do Protocolo de Cartagena sobre biossegurança da convenção sobre diversidade biológica.

Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Brasil, 2000a, 2007b, 2009.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) foi criada com o objetivo de auxiliar os Ministérios através da elaboração de pareceres técnicos conclusivos e instruções normativas a respeito de OGM. De acordo com o artigo 11 da lei de Biossegurança (BRASIL, 2007b), a CTNBio é um colegiado multidisciplinar composto de 27 membros, sendo a maioria de técnicos de diferentes áreas, além de representantes políticos (LAGES, 2013)

Quanto ao estudo prévio ambiental, a lei sugere, mas não exige, a avaliação de impactos ambientais, assim cabe a CTNBio analisar a necessidade de avaliar possíveis impactos ambientais. Mesmo que a conclusão seja favorável à disseminação do OGM, nada impede que a União desautorize a disseminação, ou ainda que a condicione à realização de um estudo prévio de impacto ambiental, mesmo que a CTNBio não tenha exigido por entender desnecessário (LAGES, 2013).

Além da emissão de pareceres, também compete à CTNBio estabelecer normas sobre pesquisa com OGM. Ela é responsável por emitir Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB), atestando que a instituição, que desenvolve atividades envolvendo OGM possui infraestrutura adequada e condições técnicas para desempenho de seus trabalhos.

As normas Estaduais não podem sobressair as federais, porém podem agregar detalhes que considerar pertinente. Por exemplo, o Estado da Paraíba determinou que os gêneros alimentícios que contenham OGM sejam comercializados em gôndolas separadas com placas indicativas de sua natureza. As normas municipais não possuem competência para legislar sobre pesquisa científica, os Municípios podem legislar sobre matérias de defesa do consumidor relacionadas com OGM representando então uma competência mais restrita (LAGES, 2013).

Na esfera não governamental o Brasil tem o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB) “é uma organização não-governamental e uma associação civil sem fins lucrativos e sem nenhuma conotação político-partidária ou ideológica” (CIB, 2019). A CIB possui uma aba específica para retirar dúvidas da população pertinente a segurança alimentar, economia, termos técnicos, etc. Voltado para defesa dos OGM, argumentam em favor da alta taxa de adoção de variedades transgênicas. A soja, por exemplo, em 2016 já estava em 96,5%. No caso do milho, essa porcentagem chegou a 88,4% e, no do algodão, a 78,3%. “A alta adesão se deve aos benefícios obtidos com a biotecnologia, como maior eficiência, facilidade no manejo, menor tempo gasto nas operações, otimização do uso de defensivos e redução de perdas no campo” (CIB, 2019).

O site oferece vários infográficos a respeito do tema, dois deles nos chamaram a atenção e estão dispostos nas figuras 8 e figura 9.

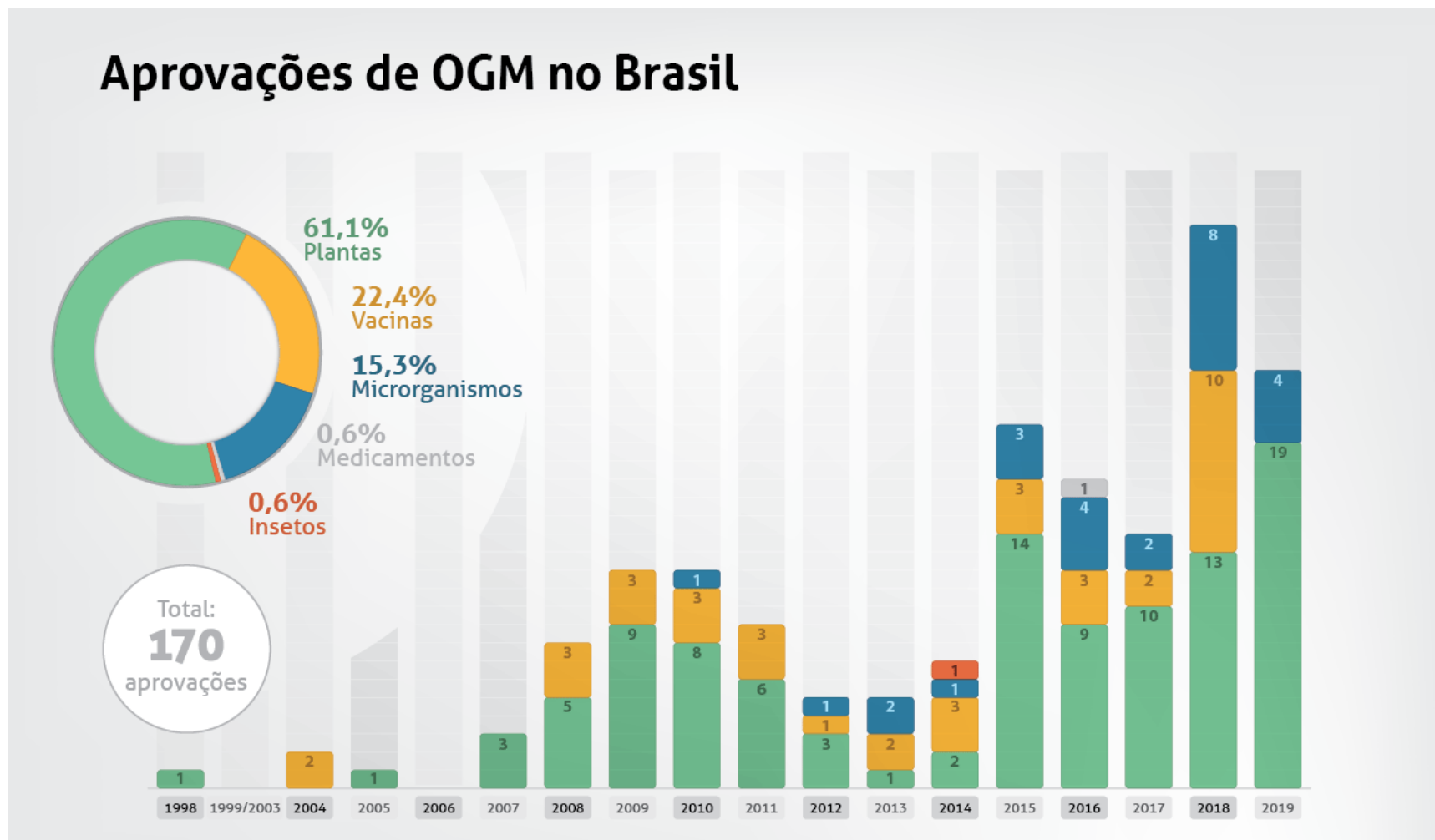


Figura 8: Aprovações de OGM no Brasil, infográfico do site da CIB disponível em <<https://cib.org.br/wp-content/uploads/2019/06/2019-06-CTNBio-Aprovacoes-pt.png>>

IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS

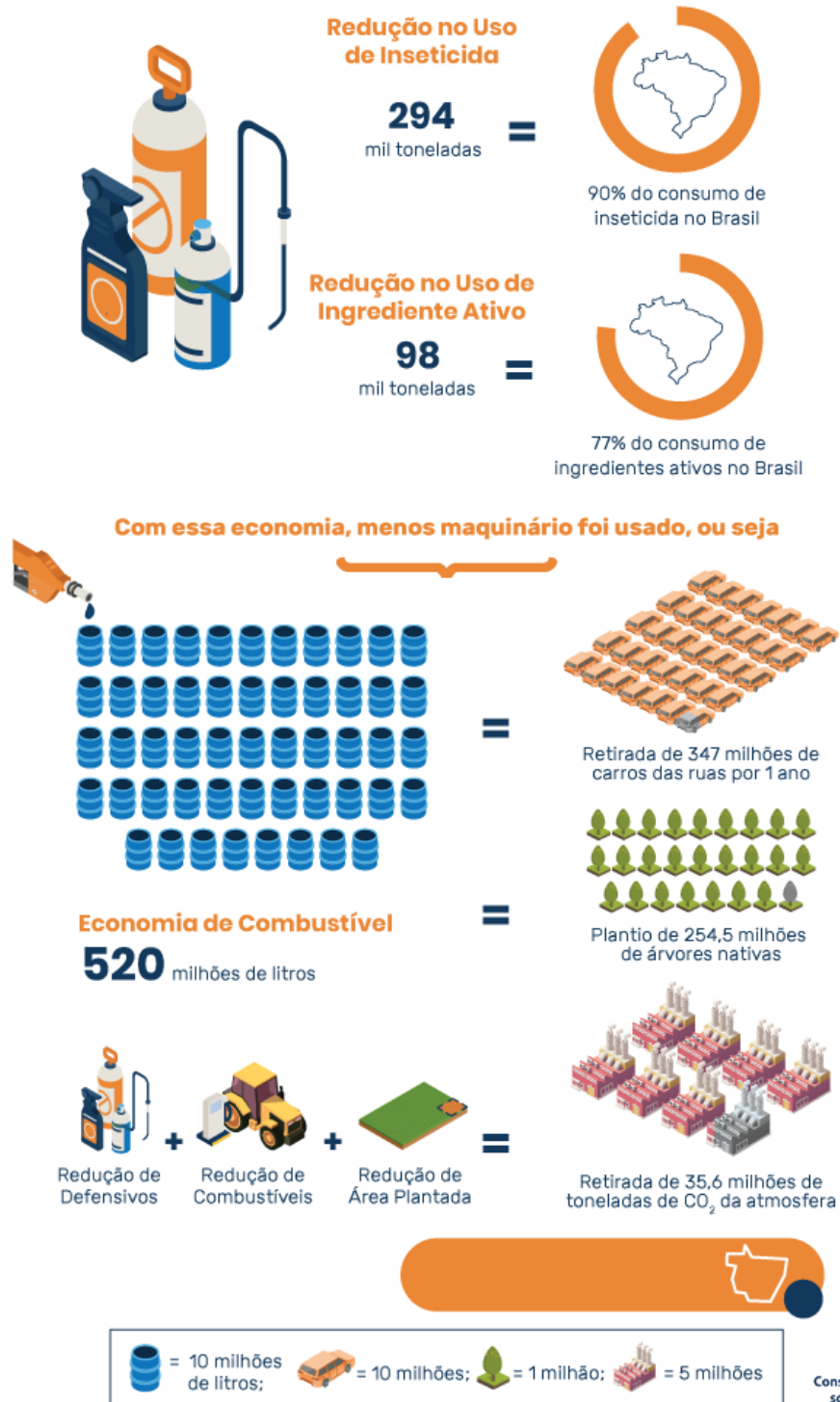


Figura 9: Impactos ambientais decorrendo do uso da tecnologia de resistência a insetos: impactos esperados para os próximos dez anos. Disponível em < <https://cib.org.br/wp-content/uploads/2019/01/Impactos-do-bt-04.png> >

Apesar do atual Governo ter liberado, até o momento, 239 tipos de agrotóxicos - figura10 (GRENPEACE, 2019), de acordo com o infográfico, a CIB considera que em 10 anos haverá redução de 90% dos agrotóxicos. São informações que não se complementam. Faremos uma discussão a esse respeito no capítulo 3.



Figura 10: Agrotóxicos liberados no Brasil entre 01/01/19 e 24/06/19. Disponível em < <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/capitulo-venenoso-na-historia-do-brasil/> >

Em relação a opinião pública não foi encontrado relatório de opinião pública atualizado no Brasil, o Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística (IBOPE) lançou em 2003 (quatro anos antes da lei de biotecnologia ser instituída) uma pesquisa de opinião sobre os transgênicos. Nesta verificou que 92% dos brasileiros acreditam que a rotulagem deveria ser obrigatória, 74% preferem não comer alimentos transgênicos, 73% são contra a liberação de variedades transgênicas em escala comercial até que as incertezas sobre seus riscos sejam esclarecidas (IBOPE, 2003).

Voltamos a destacar que o tema “transgênico” é polêmico e precisa ser um debate para além do ramo agropecuário. A sociedade é a mais atingida. Precisa-se ponderar as relações que o tema interliga, pois há uma teia, um ciclo de quesitos a

serem analisados que se correlacionam direta e/ou indiretamente. Há todo um conjunto de normas e leis provindas de entidades supranacionais e leis específicas de cada país, no entanto estas normas não devem ser estáticas, pois a biotecnologia está em constante aperfeiçoamento, principalmente no sentido de segurança.

É necessário contestar o modelo das relações sociais estabelecidas, enfatizando que estamos em uma crise civilizatória, uma crise que coloca em xeque as relações materiais e energéticas que estabelecemos com a natureza, que coloca em questão a viabilidade de uma existência alienada, destrutiva e acumuladora de riquezas (LOUREIRO, 2012). Nessa perspectiva, entende-se que a produção dos produtos transgênicos é somente para oferecer certas mercadorias consideradas essenciais para o “conforto” moderno a partir da reprodução de relações sócias desiguais, desconsiderando as necessidades primordiais da população.

Por fim, a busca para as respostas satisfatórias sobre temas polêmicos tão importantes cabe à EA desde os níveis mais básicos até níveis superiores da educação formal, pois, além da mídia, é através da educação que esses temas podem chegar na população em geral.

Para que a população tenha capacidade de avaliação para responder acerca do tema é necessário o esclarecimento deste. A seguir faremos um levantamento do que é preciso para se ensinar transgênicos de forma crítica, discutiremos, também, como está sendo formado nossos educadores ambientais.

3. ABORDANDO OS TRANSGÊNICOS NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR E CRÍTICA

3.1 O que é preciso para ensinar transgênico numa perspectiva interdisciplinar e crítica?

É comum supor que o tema transgênicos é pertinente apenas à biologia, sendo, portanto, lecionado por biólogos. No entanto, numa pesquisa apurada já se é capaz de perceber uma relação dos transgênicos com os conteúdos específicos das Ciências além de questões econômicas, políticas, de legislação, etc. Para que o professor possa contemplar os assuntos relacionados ao tema é importante que seja realizado pela perspectiva interdisciplinar a partir de uma formação mais ampla desse profissional. Caso contrário o professor pode apenas ser reprodutivista, reducionista e acrítico frente a um tema que compreende tanta polêmica.

O tema “transgênicos” abrange uma série de conteúdos pertinentes ao licenciado químico, por exemplo. É um tema de repercussão tanto no ensino fundamental na Educação Básica, quanto ensino médio e superior. O licenciado em Química é apto a ministrar Ciências para o 6º, 7º, 8º e 9º anos do ensino fundamental II e Química para a 1ª, 2ª e 3ª séries do ensino médio. Considerando o licenciado químico atuante no ensino básico o tema está intimamente relacionado aos conteúdos de células, DNA, RNA, bactérias, alimentos, fauna, flora, solo, diversidade ecológica, biomas, preservação/extinção das espécies, biomagnificação trófica, erosão genética, vacinas, remédios, agrotóxicos, aquecimento global, bioquímica, ácidos nucleicos, bioplásticos, polímeros, combustíveis, metais pesados, conservantes adoçantes, modificadores de consistência, etc.

A figura 11 representa um possível esquema das relações de conteúdos que podem ser estabelecidas em torno do tema transgênicos e que podem colaborar com o planejamento de aulas do professor.

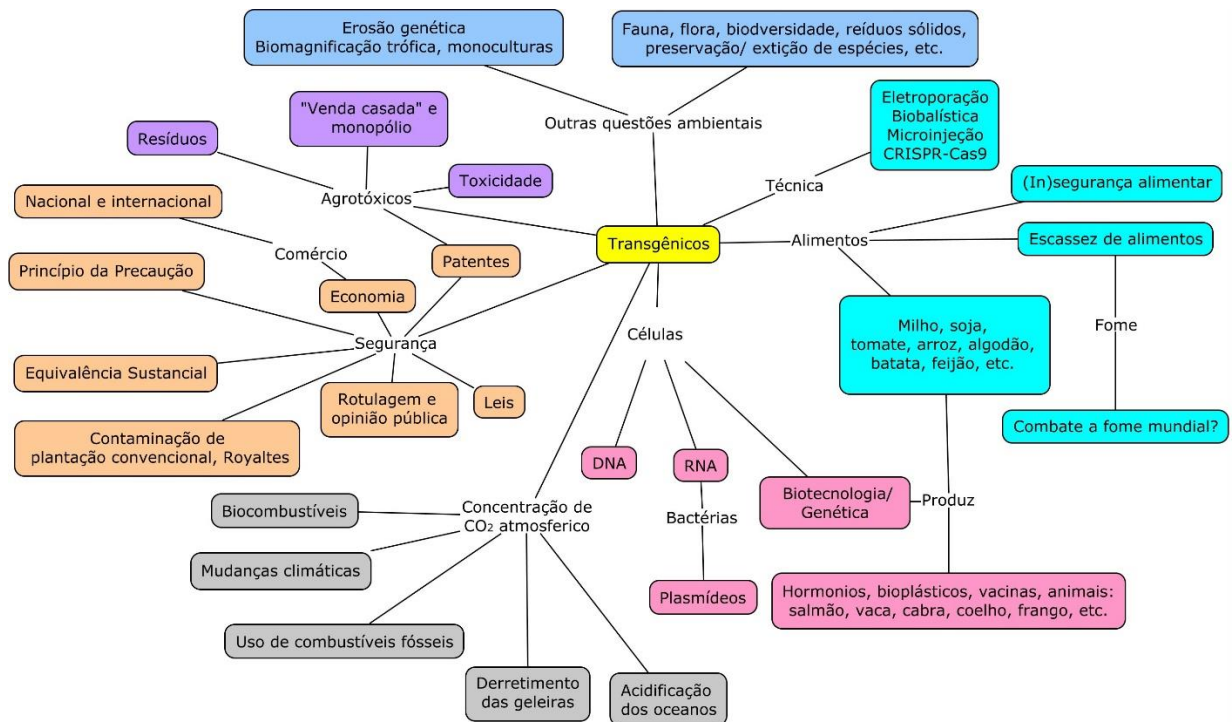


Figura 11 – Mapa das relações conceituais que podem ser estabelecidas com os transgênicos. Fonte: a autora

O educador ambiental crítico, precisa tratar dos transgênicos relacionando conhecimento do senso comum e conhecimento científico, estudo de leis ambientais e de biotecnologia; abordar os transgênicos de forma técnica, geográfica, histórica, filosófica, econômica, política, ecológica, ética e cultural. Isto só pode ser feito em parceria com outros professores. Nas escolas da Educação Básica, uma opção poderia ser a formação de grupos interdisciplinares. Para isto é necessário ser formado no exercício do diálogo com outras áreas. É importante instigar o aluno na pesquisa crítica do tema, de forma a não aceitar a informação sem um critério minucioso. Independentemente da origem da informação, esta deve ser sempre questionada: em que momento histórico a informação foi transmitida? Para quem ela se destina? Em qual posição geográfica? Está inserida em quais relações políticas? etc.

A figura 9 (p. 81) é amplamente questionável. À primeira vista a imagem é bonita, chamativa e colorida, com quantidade de informações aparentemente harmônica e pode levar a sensação de segurança e confiabilidade. O educador ambiental crítico ao se deparar com essa imagem não apenas transmite seu conteúdo, mas busca a veracidade da informação. Quem produziu a imagem? Qual a finalidade? Para qual

público? O educador ambiental crítico pesquisa outras fontes de informação de forma a buscar uma possível convergência ou divergência dos dados elencados.

Ao se fazer um paralelo entre a figura 9 e figura 10 é questionável que haverá redução de 90% dos agrotóxicos em 10 anos enquanto o atual governo é o que mais libera uso de agrotóxicos, até o momento (outubro de 2019) foram 382 (FOLHA DE S.PAULO, 2019b). É um agrotóxico específico? Qual a base de cálculo para chegar na diminuição de 35,6 milhões de tonelada de dióxido de carbono na atmosfera? Ao pesquisar detalhes desses dados no site da CIB não foi encontrado. Essas informações não podem ser repassadas como verdades, uma vez que não foi possível avaliá-las em toda sua complexidade. É preciso confrontar essas informações com outros dados de fontes confiáveis que podem demonstrar o contrário. Essa é uma tarefa de um educador ambiental crítico.

Lecionar o conteúdo de forma disciplinar pode ser reducionista. Explicar, por exemplo, apenas as técnicas usadas para a produção de transgênicos não denota criticidade, é apenas a transmissão do conteúdo como uma possível “verdade absoluta” que não move aluno a duvidar, questionar, pesquisar mais sobre o conteúdo. A transmissão acrítica de conteúdos reflete-se no desinteresse do aluno e, fatalmente, no esquecimento. Ensinar sobre os transgênicos a partir de apenas um aspecto pode omitir uma série de informações relevantes e importantes para a formação cidadã.

Compreendemos que um conteúdo tão rico deve ser explanado numa perspectiva interdisciplinar de modo que o aluno seja capaz de se mover, questionar, duvidar, pesquisar, fazer relações, argumentar e contra-argumentar, processo esse próprio da dialética. Voltamos a ressaltar que a formação pela pesquisa é determinante para egressar da universidade um educador ambiental crítico, capaz de ministrar aulas que atinjam verdadeiramente seus alunos rumo a uma educação emancipadora.

A Figura 12 representa a relação entre o conteúdo com a interdisciplinaridade e a formação de professores como um conjunto de modo que a formação crítica é o conjunto maior que incorpora a EAC e interdisciplinaridade e, considerando a centralidade dos conteúdos científicos nos processos de ensino-aprendizagem, estes estão no centro.

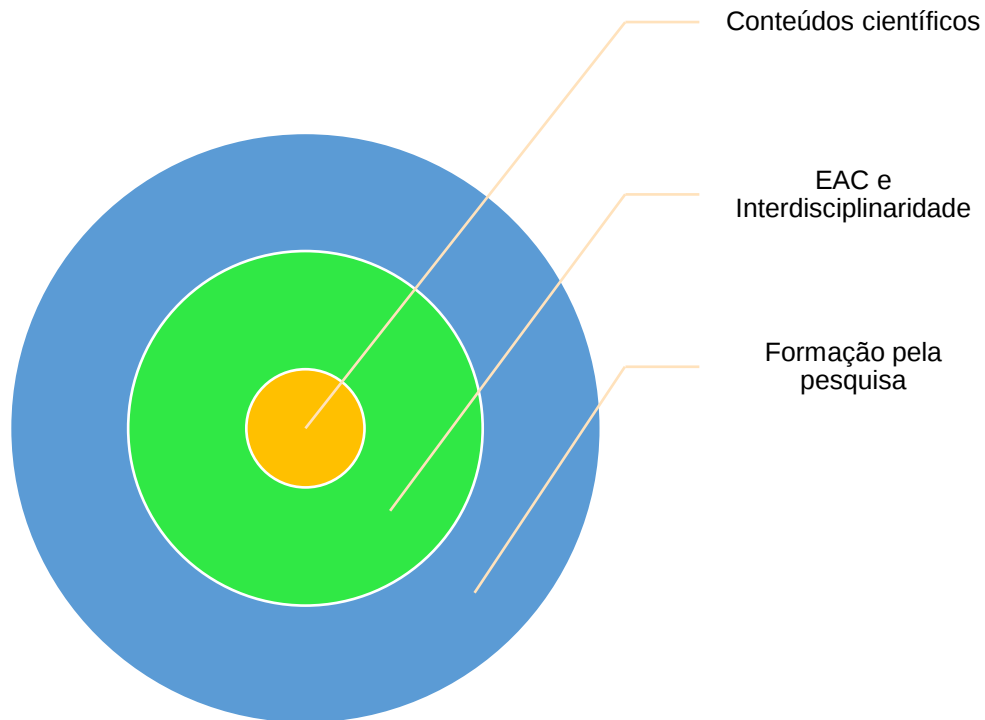


Figura 12 - Relação entre o conteúdo com interdisciplinaridade e a formação. Fonte: a autora.

Compreendemos que um conteúdo polêmico, como os transgênicos, só pode ser ministrado de forma ampla e crítica tendo como alicerce uma formação de educadores ambientais críticos. No entanto pesquisas (THOMAZ, 2006; CARNEIRO, 2008; MUNARETTO; BUSANELLO, 2014, GUERRA; FIGUEIREDO, 2014) mostram que em geral a formação de licenciados no Brasil ainda herda uma visão positivista, conservadora, acrítica e disciplinar. A seguir apresentaremos um panorama da formação de educadores ambientais brasileiros.

3.2 Estamos formando professores para uma prática interdisciplinar?

No que se refere à legislação, como já mencionado, a EA deve estar em todos os níveis de ensino, sendo um conteúdo interdisciplinar na educação básica e facultativo (interdisciplinar ou disciplinar) no ensino superior. Deste modo, a EA deve estar em todos os ambientes de educação formal. Para atender essa exigência legal primeiramente questionamos “Qual professor queremos formar?” e em seguida “Qual professor estamos formando?”

Na educação superior, a EA deve ser inserida, de forma clara e objetiva no compromisso institucional em relação à educação ambiental, no Projeto Pedagógico Institucional, com diretrizes e políticas. Já no Plano de Desenvolvimento Institucional devem constar as ações e metas sobre EA. No Projeto Pedagógico do Curso, por sua vez, precisa constar obrigatoriamente de forma clara e objetiva, em capítulo ou item específico, de que modo a EA é desenvolvida na abrangência do curso, bem como é feita sua articulação com os outros cursos. Além disso, o Projeto Pedagógico do Curso precisa convergir com as diretrizes e políticas do Projeto Pedagógico Institucional e as ações e metas do Plano de Desenvolvimento Institucional (MUNARETTO; BUSANELLO, 2014).

A vida foi transformada pela lógica de mercado e pelo poder tecnológico, levantando um problema ontológico, epistemológico e ético sem precedentes. Não é um grau a mais na evolução da vida e na revolução da tecnologia, mas uma transmutação da gênese do mundo (LEFF, 2015). Face à degradação do meio ambiente e aos inúmeros problemas não resolvidos no campo social, a universidade passa a alargar sua responsabilidade social a uma responsabilidade ambiental, o que, no contexto brasileiro em particular, implica um esforço de mudanças materiais, culturais e mentais (MARCOMIN; SILVA, 2009). Nesse sentido o licenciado que se pretende formar é aquele capaz se emancipar do dinamismo do sistema capitalista que estamos inseridos. Com isso, o professor deve ser crítico, reflexivo e dinâmico.

Consideramos que a incorporação da EA na formação inicial de professores possibilita a reflexão sobre as políticas educativas que burocratizam a inserção das questões ambientais, no sentido de que tais políticas têm discursos que se aproximam do que a lei determina, entretanto as práticas, visando as atitudes e ações pela democracia, correspondem apenas as políticas de consenso. Em outros termos, há distâncias entre o ideal, o legal e o real, ou seja, independentemente da forma de tratamento, os problemas ambientais são históricos e estão relacionados às condições de existência social, cultural e política de cidadãos e suas interações com o meio de onde vivem (THOMAZ, 2006, p. 39).

Entendemos que o currículo universitário para dar conta de atender a demanda por um educador ambiental crítico precisa ser emancipador. Esse currículo é aquele que pode conduzir, durante a formação de professores, uma transformação do conhecimento sócio-histórico, político e ambiental e assim oferecer caminhos para a construção da sociedade, trabalhando, inclusive, com as demandas dela advindas, mediadas pelo docente sujeito e agente dessa ação, que pode questionar a fragmentação, a linearidade do currículo, determinado unilateralmente (THOMAZ, 2006).

Sobre a inserção da EA na universidade, Morcomin e Silva chamam de “processo de ambientalização da universidade”. Esse requer um repensar em diversos sentidos, tendo a universidade como sistema e não apenas como estrutura física, uma vez que o desenvolvimento das instituições de Ensino Superior carece, ainda, de uma visão de gestão aglutinadora para transpor, tanto técnica como operacionalmente, os desafios que se apresentam à concretização desse processo de “ambientalizar” (MARCOMIN; SILVA, 2009).

O “ambientalizar” implica necessariamente o rompimento de paradigmas, uma desconstrução do pensamento isolacionista para a construção de novos conhecimentos na esfera do *complexus*. A ambientalização da universidade não se restringe ao âmbito de um processo de mudanças no quadro docente e nos currículos das disciplinas, ela requer um redimensionar das questões sob um novo foco de atenção à universidade como um todo: seus professores, gestores, alunos, funcionários, departamentos, cursos, currículos, disciplinas, estágios, projetos de pesquisa e de extensão, a comunidade local e regional onde a universidade está inserida. Neste ínterim, a universidade e seus agentes não são apenas elementos soltos na sociedade, mas representam o próprio *complexus*, o “fiomeio” em que são tecidas as relações homem-meio, logo, indissociáveis e indivisíveis (MARCOMIN; SILVA, 2009, p. 113).

Há mais de 20 anos vêm se formando educadores ambientais, porém o que se vê é que mesmo diante de todo conhecimento da sociedade contemporânea não se efetivou em mudanças significativas no meio socioambiental, pois

não é possível evitar o colapso ambiental se não formos capazes de superar o capitalismo, mas este não será superado se não se superarem as duas ilusões que o nutrem, naturalizam-no e mesmo sacralizam: a ilusão que o crescimento de excedente ainda é um bem para a nossa sociedade e a ilusão antropocênica (MARQUES, 2018, p.61)

Em nível básico pesquisas (EFFTING, 2007; LOUREIRO; COSSIO, 2007) mostram que as aulas de EA não passam de práticas ingênuas, conservadoras e despolitizadas. Apesar da legislação vigente determinar a inserção da EA e da interdisciplinaridade, na realidade o que se vê é que quase não está presente no currículo universitário.

Estudos apontam que o ensino universitário, em geral, não desvinculou de sua herança positivista e acaba por desempenhar um ensino fragmentado e disciplinar e consequentemente acrítico (THOMAZ, 2006; CARNEIRO, 2008; MUNARETTO; BUSANELLO, 2014; GUERRA; FIGUEIREDO, 2014). O que se vê são iniciativas frente a EA emergindo mais de grupos de docentes e pesquisadores do que a existência de políticas institucionais e ao incentivo de seus órgãos de gestão (CARNEIRO, 2008). Visando a um único e efetivo direcionamento ao mercado de

trabalho, as diversas e diferentes instituições de Ensino Superior oferecem aos interessados cursos relacionados a EA, rápidos, com carga horária reduzida e restrita, favorecendo posturas acríticas (THOMAZ, 2006).

Quando há a inserção da EA o que é observado é a aleatoriedade da seleção de conteúdos ambientais, juntamente com a falta de planejamento das correspondentes atividades, caracterizando uma orientação espontaneísta e mais pontual do que contínua no tratamento desses conteúdos; como também problemas epistemológicos e metodológicos, em termos de informações difusas e insuficientemente referenciadas sobre EA, com reflexos na organização de conteúdos e atividades da área.

Carneiro (2008) descreve alguns possíveis motivos da EA em nível superior ainda não ser efetivamente crítica e interdisciplinar

- a EA postula enfoque interdisciplinar e centrado em problemas práticos e reais, mas o currículo acadêmico baseia-se em disciplinas, enfatizando problemas teóricos e abstratos;
- a EA orienta-se para problematizações emergentes e, pois, conteúdos que surgem de problemas do ambiente de vida; o currículo acadêmico, porém, é pré-definido e orientado a fins pré-estabelecidos;
- uma das funções do conhecimento, em EA, é sua aplicação voltada ao valor social de uma qualidade de vida sustentável e emancipada; o conhecimento acadêmico vale mais como armazenamento para uso futuro e como elevação do *status* individual e econômico;
- a EA considera os alunos como pensadores ativos e geradores de conhecimentos, ao passo que, para o currículo acadêmico, são normalmente expectadores passivos e recipientes do conhecimento alheio;
- para a EA, a assimilação de informações e ação integram-se processualmente numa aprendizagem reflexiva, mas na maioria das práticas escolares a aquisição da informação dissocia-se de suas aplicações (CARNEIRO, 2008, p. 63).

Numa perspectiva dialética a formação de professores deve ser vista na sua totalidade, o que pressupõe uma formação crítica. Nesse sentido compreendemos que são necessárias mudanças de reformulação curriculares de cursos de formação inicial no ensino superior, bem como continuada e em níveis de pós-graduação, sabemos que são difíceis, pois envolvem um conjunto de fatores como, novas regras e posturas. No entanto, é necessário sair da inércia acomodada, já que a própria contextualização das questões ambientais perpassa movimentos de quebra de paradigmas; esse dinamismo social, econômico, político, necessita de um currículo que possa atendê-lo. As mudanças são difíceis, uma vez que é mais fácil seguir a maré, seguir um currículo apenas transmissor de conhecimento, reprodutivista e fragmentado. Com isso as práticas redundantes (por não saber fazer diferente)

tendem a reproduzir o fazer pedagógico da educação tradicional, inebriando a perspectiva crítica e criativa no processo pedagógico (GUIMARÃES, 2014).

A EA não destrói nem substitui currículos estabelecidos ou programas de cursos, mas a eles deve-se incorporar como uma dimensão tanto inovadora quanto de urgente necessidade. Hoje em dia, torna-se importante enfocar os fundamentos teórico-conceituais e metodológicos da EA para uma nova compreensão de homem e de mundo e as consequentes ações socioambientais (CARNEIRO, 2008).

Esta não é uma discussão nova, porém necessária e não pode cair no esquecimento, pois a necessidade de mudança é notória. No entanto, somente a mudança de currículo, não assegura uma formação de fato crítica. Esse currículo deve ser seguido, constantemente avaliado, o professor formador deve ser capacitado e deverão basear-se em pessoas comprometidas ou, no mínimo, não resistentes à mudança.

Quando se trata da ambientalização na organização curricular, depara-se com um hiato entre a efetiva inserção dessa temática nos documentos curriculares e nas práticas docentes e o que recomendam as Diretrizes curriculares e as exigências do MEC-INEP para avaliação e credenciamento dos cursos no que se refere à integração da Educação Ambiental nas disciplinas dos cursos de graduação “de modo transversal, contínuo e permanente”.

[...] Contudo, ele não pode ocorrer somente na esfera curricular, mas nas diferentes instâncias do processo educativo (ensino, pesquisa, extensão, gestão ambiental e administração), requerendo, assim, a ampliação do conceito de ambientalização curricular para ambientalização de todo o campus (GUERRA; FIGUEIREDO, 2014, p. 120).

Graças aos esforços de grupos de EA e outros pesquisadores, já são visíveis alguns passos rumo a formação crítica. Munaretto e Busanello (2014) realizaram um levantamento de como as práticas de gestão ambiental são incorporadas e desenvolvidas nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação do Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), concluem que

Ao cumprir integralmente os aspectos legais e normativos, a UFSM acaba legitimando aquilo a que a sociedade aspira, pois está cada vez mais atenta à forma como as organizações, primordialmente às IES¹⁵, vêm tratando as questões ambientais. Por outro lado, a UFSM aceita os desafios da responsabilidade ambiental, formando alunos cientes de seu papel e de sua importância em relação à preservação ambiental. Além disso, para os gestores da UFSM, a educação ambiental torna-se fator de legitimidade e validade de suas ações, junto aos *stakeholders*, bem como indica o cumprimento das normas legais inerentes (MUNARETTO; BUSANELLO, 2014, p. 37).

¹⁵ Instituição de Ensino Superior.

Pouco a pouco, a visão ingênua acerca dos problemas ambientais cede espaço a uma reflexão mais profunda, fundamentada e alicerçada em pressupostos teórico-epistemológicos, que viabilizem o alcance de valores sociais voltados à construção de uma sociedade de direitos, socialmente justa (GUERRA; FIGUEIREDO, 2014). No entanto, em nível nacional, ainda não se conseguem desenvolver prática educativa em perspectiva de referenciação socioambiental criteriosa.

Torna-se evidente a urgência de um maior empenho, pelas instituições formadoras, para o avanço qualitativo de seus programas de formação inicial e continuada no sentido da superação de temáticas pontuais, da visão naturalista-fragmentada e genérica de meio ambiente, em vista a uma compreensão da complexidade socioambiental do meio, na perspectiva da “participação ativa nas transformações do conhecimento” (CARNEIRO, 2008, p. 63).

Pois o que se percebe dos egressos são predomínio de expressões de senso comum correntes na cultura escolar quanto a meio ambiente e EA, ou seja, um entendimento espontaneísta e difuso, desprovido de reflexão compreensiva. Isso indica a quase ausência da temática ambiental nos cursos de formação docente inicial; e, ainda, uma orientação insuficiente dos programas de qualificação continuada, em termos de atualização e fundamentação criteriosa (CARNEIRO, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crise civilizatória mostra que o processo de produção e consumo ligado à lógica capitalista na qual a prioridade é o lucro, estabelece uma relação exploratória e extrativista da natureza, originando, também, uma crise ambiental que, aliada a uma EA acrítica, provoca a degradação ambiental e desigualdade social. No sentido dialético essa crise dever ser vista criticamente em sua totalidade.

Há mais de 30 anos os transgênicos são uma realidade que permeia todas as esferas do conhecimento trazendo mais controversas do que certezas, envolvendo a saúde, o bem-estar, o direito à informação, os valores éticos, políticos e culturais de todas as pessoas. É uma discussão que abrange do pequeno agricultor às pesquisas científicas. Está presente desde a alimentação cotidiana a elaborados tratamentos gênicos. Nesse sentido, o tema transgênicos só pode ser ministrado de forma efetiva pela perspectiva interdisciplinar, pois a interdisciplinaridade como construção de um conhecimento complexo busca abranger o máximo dos atributos de um mesmo tema, relacionando aspectos naturais e sociais. Com isso o licenciado precisa ser um educador ambiental crítico e consequentemente formado em uma perspectiva também crítica.

A nossa crítica fundamental, tratada nesta dissertação, é a de como formar educadores ambientais no Ensino Superior cientes das necessárias mudanças de comportamento, atitudes, valores, quer no meio natural, quer no social. Para tanto enfatizamos a importância da formação crítica. Este trabalho propôs o tema transgênicos como um assunto polêmico que requer ser ministrado interdisciplinarmente, no entanto, são inúmeros outros objetos de conhecimento que igualmente necessitam de um aporte interdisciplinar e crítico. Podem-se citar como exemplos: agrotóxicos, combustíveis fósseis, mudanças climáticas, intoxicação industrial, insegurança alimentar, acidificação dos oceanos, entre muitos outros.

Com o novo parecer e Resolução da BNCF (BRASIL, 2018c; BRASIL, 2019) os PPC dos cursos de licenciatura deverão ser reformulados, isto abre um campo de estudo para a EA, formação de professores e interdisciplinaridade. Uma vez que os projetos de formação de professores têm secundarizado as questões ambientais, o que redundará em consequências negativas para a formação do licenciado, como a acriticidade, comodismo, visões espontaneístas, etc. Nesse sentido a universidade precisa desenvolver bases pedagógicas críticas a fim de habilitar o licenciado egresso

a ser ator de uma educação efetivamente emancipatória. Nessa perspectiva é necessária a quebra de paradigmas para haver a superação da herança positivista, replicadora, de visões acríticas, fragmentadas e unicamente disciplinares. No entanto sabe-se que a universidade é construída por grupos de pensamentos, ideais e prioridades diferentes; o que redundará em movimentos de resistência à mudança. É justamente nessa luta de contrários que se dá o movimento necessário ao desenvolvimento.

Ao analisar a legislação diante da realidade da EA vemos que esta deveria estar em tudo, no entanto está em quase nada. No ensino básico a EA compreende práticas conservadoras, ingênuas e despolitizadas e pouco é abordada no nível superior e na formação inicial de professores.

A universidade possui uma responsabilidade social e consequentemente ambiental. A literatura demonstra a potencialidade transformadora da formação pela pesquisa. Compreendemos que a universidade é uma relação de diferentes pensamentos, professores, alunos, etc, sendo assim a formação acadêmica depende dessa dinâmica disputas.

Mudar a formação de professores implica um esforço de transformação das mentalidades e de melhoria das condições materiais e culturais. No atual momento histórico da realidade brasileira vivenciamos tempos de instabilidade frente a educação básica e superior. Há o confronto entre os mecanismos de sistemas de controle gerados intencionalmente por políticas de ensino com o professor crítico que defendemos nesta dissertação. A luta é por uma formação crítica que dê conta de ao menos tentar superar a crise civilizatória que estamos.

Diante da promulgação de novas leis, a variabilidade dos temas interdisciplinares e a batalha por uma formação crítica, este trabalho tem o potencial de vários desdobramentos com pesquisas de cunho empírico, por exemplo. Há possibilidade de discussão dos transgênicos em sala de aula, não somente na química, como na geografia, história, educação física, biologia, etc. Assim como outros temas de relevâncias já citados.

Por fim, cientes das dificuldades de mudanças estruturais, de currículo, comportamento, etc. deixamos nosso legado otimista e esperançoso na formação de sujeitos capazes de lecionar e enfrentar de forma crítica e participativa os problemas ambientais.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Bem-vindo ao mundo da controvérsia. IN: VEIGA, J. E. **Transgênicos semente da discórdia**. 1ª Ed. São Paulo, SENAC São Paulo, 2007.

BELÉM, M. A. F. Equivalência Substancial Da Composição De Alimentos Derivados De Plantas Geneticamente Modificadas (PGM). **Biologia ciência e desenvolvimento. Encarte Especial**. p. 142, 2012.

BERNADES, M. B. J.; PRIETO, E. C. Educação Ambiental: disciplina *versus* tema transversal. Revista eletrônica do **Mestrado em Educação Ambiental**. ISSN 1517-1256, V. 24, Rio Grande – RS, janeiro a julho de 2010.

BIANCHETTI, L.; JANTSCH, A. P. **Interdisciplinaridade e práxis pedagógica emancipatória**. Santa Catarina, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil - 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, 5 de outubro de 1988.

_____. **Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União 23 dez. 1996.

_____. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (1ª a 4ª séries)**. Brasília: MEC/SEF, 1997a, 10 volumes.

_____. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente e saúde**. Brasília, MEC, 1997b.

_____. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Resolução CEB nº. 3, de 26 de junho de 1998a**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino Médio. Brasília, 1998a.

_____. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries)**. Brasília: MEC/SEF, 1998b.

_____. **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 de abril de 1999a.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999b.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança**, 2000a.

_____. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC /Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC, 2000b.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.** MEC/CNE, 2002b.

_____. **Decreto nº. 4.281, de 25 de junho de 2002.** Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 26 jun. 2002c.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Programa Nacional de Educação Ambiental:** Brasília: MEC/SEB, 2003.

_____. MEC. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias** / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio:** Brasília: MEC/SEB, 2007a.

_____. **Decreto Nº 6.041, de 8 de fevereiro de 2007b.**

_____. **Decreto nº 6.925, de 6 de agosto de 2009.** Dispõe sobre a aplicação do art. 19 do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgado pelo Decreto nº 5.705, de 16 de fevereiro de 2006, e dá outras providências.

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 - Química.** Brasília: MEC/SEB, 2011a.

_____. **Lei Nº 12.527, de 18 de novembro de 2011b.**

_____. **Lei Nº 12.633, de 14 de maio de 2012.**

_____. MEC. **Resolução Nº 2, DE 15 DE JUNHO DE 2012.** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2012.

_____. MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. **Lei 13.005/2014, de 25 de junho de 2014.**

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2015a.

_____. MEC. conselho nacional de educação conselho pleno, **Resolução Nº 2, DE 1º DE JULHO DCN 02/2015b**

_____. MEC. **Base Nacional Curricular Comum,** 2017a

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2017 - Química.** Brasília: MEC/SEB, 2017b.

_____. **Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017c.**

_____. MEC. **Guia dos livros didáticos de Biologia**, PNLD-2018a.

_____. MEC. **Guia dos livros didáticos de Química**, PNLD-2018b.

_____. MEC. **Proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica**, 2018c.

_____. MEC. **Parecer 02/15**, 2019.

CARNEIRO, S. M. M. Formação Inicial e Continuada de Educadores Ambientais. **Rev. eletrônica Mestrado Educação. Ambiental**. V. especial, dezembro de 2008, ISSN 1517-1256

CASSIANO, K. F. D; ECHEVERRÍA, A. R. A educação científica na era dos desafios socioambientais e sua integração com a Educação Ambiental. IN: ECHEVERRÍA, A. R.; CASSIANO, K. F. D e COSTA, L. S. O. (org) **Ensino de Ciências e Matemática –Repensado Currículo, Aprendizagem, Formação de Professores e Políticas Públicas**. UNIJUÍ, Ijuí: 2014.

CIB, **Conselho de Informações sobre Biotecnologia**. disponível em <<https://cib.org.br/sobre-o-cib/>> Acesso em julho de 2019.

COSTA, C. A. S. LOUREIRO, C.F.B. Interdisciplinaridade e educação ambiental crítica: questões epistemológicas a partir do materialismo histórico-dialético. **Revista Ciências & Educação**, Bauru, V.21, Nº.3, p. 693-708, 2015.

COSTA, G. C. **O impacto das Medidas Sanitárias e Fitossanitárias no comércio internacional: uma abordagem das relações comerciais entre brasil e união Européia**, UniCeub, 2008.

CRUZ, M. V. S. **Análise crítica de documentos sobre educação ambiental do MEC e do MMA**. Dissertação (Educação em Ciências e Matemática). PGECM-UFG, Goiânia, 2018.

DELATORRE, C. A. **Plantas transgênicas: avaliando riscos e desfazendo mitos**. Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9ª Ed. Campinas-SP, autores associados, 2011.

DUBOCK, A. Golden Rice: To Combat Vitamin A Deficiency for Public Health. **IntechOpen**, 2019 DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.84445>

ECHEVERRÍA, A. R. A pesquisa como fio condutor da formação e da prática do professor da prática do professor de ciências/química. IN: BARBOSA, M. V. *et al.* (Org.) **A boniteza de ensinar e a identidade do professor na contemporaneidade**. São Paulo, Mercado de letras, 2015.

ECHEVERRÍA, A. R. *et al.* A Pesquisa na Formação Inicial de Professores de Química – a Experiência do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás.

IN: ECHEVERRÍA, A. R; ZANON, L. B. (Org.) **Formação superior em Química no Brasil**. 2ª Ed., Ijuí, Unijuí, 2016.

ECHEVERRÍA, A. R; CARDOSO, D. D. Interdisciplinaridade: fundamentos teóricos, dificuldades e experiências institucionais no Brasil. IN: PHILIPPI, A. *et al.* (Org.) **Ensino pesquisa e inovação desenvolvendo a interdisciplinaridade**, São Paulo, Manoele, 2017.

EFFTING, T. R. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas: Realidade e Desafios. Dissertação** (Centro de Ciências Agrárias)-UNIOESTE, Marechal Cândido-PR, 2007.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em <https://www.embrapa.br/> Acesso em novembro de 2019.

ETGES, J. N. Ciência, Interdisciplinaridade e Educação. IN: **Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito**, 9ª Ed. Petrópolis-RJ, Vozes, 2011.

FAZENDA, I. C. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo, Loyola, 1992.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas, Unicamp 2001.

FOLHA DE S.PAULO. **Desmonte da política ambiental**. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2019/09/veja-10-acoes-do-governo-bolsonaro-no-desmonte-da-politica-ambiental.shtml>> Acesso em outubro de 2019, 2019a.

_____. **Agrotóxicos liberados no Brasil**. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/10/mais-57-agrotoxicos-sao-liberados-no-brasil.shtml>> acesso em Outubro de 2019, 2019b

FOLLARI, R. A. Algumas considerações práticas sobre interdisciplinaridade. IN: **Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito**, 9ª Ed. Petrópolis-RJ, Vozes, 2011.

FERNANDES, G. B. Chega de manipulação. IN: VEIGA, J. E. **Transgênicos semente da discórdia**, 1ª Ed. São Paulo, SENAC São Paulo, 2007.

FLICK, I. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª Ed. Porto Alegre, Artmed, 2009.

FRIGOTTO, G. O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. IN: Fazenda, I. (Org.). **Metodologia da pesquisa educacional**. 4ª Ed. São Paulo, Cortez, 1997.

_____. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. **Ideação Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste** – Campus de Foz do Iguaçu, V. 10, Nº.1 p. 41-62, 1º Semestre de 2008.

GALLIAZZI, M. C. MORAIS, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, V. 8, Nº. 2, p. 237-252, 2002

GIULIANI, G. M. O dilema dos transgênicos. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, Nº.15, p.13-38, outubro, 2000.

GONÇALVES, C. W. P. **O desafio Ambiental**. Rio de Janeiro, Record, 2004.

_____. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 15ª edição, São Paulo, contexto, 2016

GREENPEACE. **Governo do veneno**. Disponível em Disponível em <<https://www.greenpeace.org/brasil/blog/capitulo-venenoso-na-historia-do-brasil/>> Acesso em julho de 2019.

GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. Ambientalização curricular na Educação Superior: desafios e perspectivas. **Educar em Revista**, p. 109-126. Curitiba, Editora UFPR, Edição Especial Nº.03, 2014.

GUIMARÃES, M. A. Armadilha paradidigmática na educação ambiental. IN: LOUREIRO e CASTRO (orgs) *et al.* **Pensamento Complexo Dialética e Educação Ambiental**. 2ª Ed. São Paulo, Cortez, 2011.

_____. **A formação de educadores ambientais**. 8ª Ed. São Paulo, Papirus, 2014.

IEA. **Instituto de Estudos Avançados de São Paulo**: ex ministros do meio ambiente condenam 'desmonte da governança socioambiental. Disponível em <<http://www.iea.usp.br/noticias/reuniao-ex-ministros-de-meio-ambiente>> Acesso em outubro de 2019.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**: Anuário estatístico do Brasil. V. 74, 2014. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2014.pdf> acesso em outubro de 2019

IBOPE, **Pesquisa de Opinião Pública Sobre transgênico**, 2003 disponível em http://greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/pesquisaIBOPE_2003.pdf Acesso em novembro de 2018.

JACOBI, P. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, V. 31, Nº. 2, p. 233-250, maio/ago, 2005.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito. IN: **Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito**, 9ª Ed. Petrópolis-RJ, Vozes, 2011.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber**. Rio de Janeiro, Imago, 1976.

JUSTINA, L. A. D.; CALDEIRA, A. M. A, Uma investigação com graduandos da licenciatura em Ciências Biológicas sobre a relação genótipo-fenótipo na perspectiva da epistemologia de Gaston Bachelard, *Revista Electrónica de **Enseñanza de las Ciencias*** V.13, Nº 02, p. 179 a 200, 2014.

LAGES, L. C. **Transgênicos à luz do direito**: o comércio internacional de organismos geneticamente modificados (OGM) e o risco à biodiversidade e ao consumidor. 1ª Ed. Rio de Janeiro, Lumen Juris, 2013.

LAYRARGUES, P. P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. IN: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P; CASTRO, R. S. (Org.). **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. 2ª Ed. São Paulo, Cortez, 2011.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. 5ª Ed. São Paulo, Blucher, 2009.

LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Revista Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**. Nº.73, agosto de 2005. ISSN 1678-7730.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**, São Paulo, Cortez, 2001.

_____. **Saber Ambiental**. Petrópolis, Vozes, 2015.

LEGAT, A. L. M.; MARQUES, E. B. **Manual de propriedade intelectual**, p. 7. 2008. Disponível em <http://www.pitangui.uepg.br/agipi/pdf/MANUAL_DE_PROPRIEDADE_INTELECTUAL.pdf> Acesso em julho de 2018.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da Educação Ambiental**. São Paulo, Cortez, 2004.

_____. **Sustentabilidade e educação ambiental** – um olhar da ecologia política. São Paulo, Cortez, 2012.

LOUREIRO, C. F. B.; COSSIO, M. F. B. Um olhar sobre a educação ambiental nas escolas: considerações iniciais sobre os resultados do projeto “O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental. IN: **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em Educação Ambiental na escola**, UNESCO, Brasília, 2007.

MALAJOVICH, M. A. M. **Biotecnologia**, 2ª Ed. Rio de Janeiro, Agência Brasileira do ISBN, 2016.

MANEJO; **integrado de pragas**. WWFBrazil. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_a_coes_resultados/controlando_pragas_de_maneira_ambientalmente_correta/>. Acesso em janeiro de 2019.

MARCOMIN, F. E.; SILVA, A. D. V. A sustentabilidade no ensino superior brasileiro: alguns elementos a partir da prática de educação ambiental na Universidade. **Revista Contrapontos**, V.9, Nº. 2, p. 104 - 117 - Itajaí, mai/ago, 2009.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. 2ª Ed. São Paulo, Campinas: Editora Unicamp, 2016.

_____. **Capitalismo e colapso ambiental**. 3ª Ed. São Paulo, Campinas: Editora Unicamp, 2018.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em Química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Revista Química Nova**, V. 34, Nº.1, 165-174, 2010.

MONSANTO, **Quem somos**. Disponível em
<<https://www.monsantoglobal.com/global/br/quem-somos/Pages/default.aspx>>
acesso em julho de 2019.

MORIN, E. Complexidade e ética da solidariedade. IN: CASTRO, G.; CARVALHO, E. A. e ALMEIDA, M. C. (Coord.). **Ensaio de complexidade**. Porto Alegre, Sulina, 1997.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. A interdisciplinaridade na legislação educacional, no discurso acadêmico e na prática escolar do Ensino Médio: panaceia ou falácia educacional? **Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 33, Nº. 1, p. 92-110, abril, 2016.

MUELLER, R. L. *et al.* Interdisciplinaridade, pesquisa e formação de trabalhadores: as interações entre o mundo do trabalho e da educação. IN: **Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito**, 9ª Ed. Petrópolis-RJ, Vozes, 2011.

NETTO, J. P. Introdução ao método na teoria Social. IN: **Serviço Social: direitos sociais e competências profissionais**. Brasília: CFESS/Abepss, 2009

NODARI, R. O. *et al.* **Biotecnologias**. Departamento de Fititecnia, Centro de Ciências Agrárias – UFSC, 2016.

NOSSO FUTURO COMUM. **Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.
Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: Uma Atividade Lúdica para Discutir Conceitos Químicos. **Revista Química Nova na Escola**, Nº 21, maio 2005.

OLIVEIRA, E. M. M. Segurança Alimentar de Organismos Geneticamente Modificados. **Revista Ciência em Tela**, V. 01, Nº 01, 2008.

OLIVEIRA, J. S. **Contribuições do estudo de discursos ambientais de futuros professores de Ciências/Química para uma abordagem crítica da educação ambiental**. Dissertação (Educação em Ciências e Matemática). PGECEM-UFG, Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

ONU. **Organização das Nações Unidas**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>> Acesso em outubro de 2019.

PEREIRA, J. E. D.; SOARES, L. J. G. Formação De Educadoras/Es, Diversidade e Compromisso Social. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, Dossiê - Paulo Freire: O Legado Global, V.35, e217314, 2019.

PESSANHA, L.; WILKINSON, J. **Transgênicos, recursos genéticos e segurança alimentar** o que está em jogo nos debates? 1ª Ed. São Paulo, Armazém do Ipê, 2005.

POCKET K. **Plant Breeding Innovation: CRISPR-Cas9**. Nº 54. Agosto, 2017 disponível em <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/default.asp>> Acesso em janeiro de 2019.

POMBO, O. Epistemologia da Interdisciplinaridade. Ideação **Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste** – Campus de Foz do Iguaçu, V. 10, Nº.1 p. 9-40, 1º Semestre de 2008.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2009.

RIBEIRO, A.; RAMID, J. Declaração do Rio de Janeiro, **Estudos avançados**, V.6, Nº15 a 13 p.157, 1992.

ROCHA, A. F. V. **A INSERÇÃO DA TEMÁTICA AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA DA UFG**. Dissertação de mestrado disponível em: <https://mestrado.prpg.ufg.br/n/65648-dissertacoes-de-2013>

RODRIGUES, M. C.; ARANTES, O. M. N. **Direito ambiental e Biotecnologia: uma abordagem sobre os transgênicos sociais**, 1ª Ed. Curitiba, Juruá, 2011.

SANTARÉM, E. R. Métodos Eficientes para a Transformação Genética de Plantas. **Revista de Ciência & Tecnologia**. Nº 15, p. 81-90, junho, 2000.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. **Revista Química Nova**, V. 36, Nº. 10, p.1570-1576, 2013.

SAUVÉ, L. Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: uma análise complexa. **Revista de Educação Pública**, V.6, Nº. 10, p. 72-103, jul./dez. 1997.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação** V. 14, Nº. 40 jan./abr. 2009.

SILVEIRA, J. M. F. J.; BUAINAIN, A. M. Aceitar riscos controlados para inovar e vencer desafios. In: VEIGA, J. E. **Transgênicos semente da discórdia**, 1ª Ed. São Paulo, SENAC São Paulo, 2007.

SHIPMAN, L. S. *et al.* CRISPR–Cas encoding of a digital movie into the genomes of a population of living bacteria, **Revista Nature**, V.547, p. 345 a 349, 20 Julho 2017.

Disponível em < <https://www.nature.com/articles/nature23017>>. Acesso em jan. 2019.

SOARES *et al.*, A Formação de Professores de Química pela pesquisa: algumas ações da área de Ensino de Química do Instituto de Química da Universidade Federal De Goiás. **Revista Espaço Plural**, Ano Xiii, Nº. 26, 1º Semestre 2012, p. 70-87, ISSN 1518-4196

TBILISI, CEI, de 14 a 26 de outubro de 1977. **Algumas Recomendações da Conferência Intergovenamental sobre Educação Ambiental aos Países Membros**. Disponível em <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/Tbilisi.pdf>> Acesso em junho de 2019.

THIESEN, J.S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, V. 13, Nº. 39, p. 545- 598, set./dez. 2008.

THOMAZ, C. E. **Educação ambiental na formação inicial de professores**. Dissertação, PUC-Campinas, 2006.

TRES, L.; PINO, J. C. D. A Formação Pedagógica dos Professores de Química: uma análise crítico-reflexiva da formação docente. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, V. 21, Nº. 1, p. 2-19, jan./fev. 2019, ISSN: 2178-7727

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 2ªEd. São Paulo: Atlas, 2015.

VACINA; **Banana para vacina contra hepatite b**, disponível em <<https://cib.org.br/banana-para-vacina-contr-hepatite-b/>> Acesso em janeiro de 2019.