

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE-IEAA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
HUMANIDADES-PPGECH**

O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, *campus* HUMAITÁ-AM

Humaitá- AM

2020

LEONARDO CARVALHO ALVES

O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, *campus* HUMAITÁ-AM

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades (PPGECH), do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades.

Orientador: Dr. Heron Costa Salazar

Linha de Pesquisa 2: Fundamentos e Metodologias para o ensino das Ciências Naturais e Matemática

Humaitá- AM

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

A474e Alves, Leonardo Carvalho
O ensino de Biotecnologia na UFAM, campus Humaitá-AM /
Leonardo Carvalho Alves . 2020
122 f.: 31 cm.

Orientador: Heron Salazar Costa
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Interdisciplinaridade. 2. Percepção de Biotecnologia. 3. Ensino-
aprendizagem. 4. Tecnologia. I. Costa, Heron Salazar. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

LEONARDO CARVALHO ALVES

O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, *campus* HUMAITÁ-AM

Dissertação apresentada como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Humanidades do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA/UFAM).

28 de Julho de 2020.

BANCA EXAMIDORA

Heron S. Costa

Presidente: Prof.^a Dr. Heron Salazar Costa - UFAM (Orientador)

Osvanda Silva de Moura

Membro externo titular: Osvanda Silva de Moura

Renato Abreu Lima

Membro interno titular: Renato Abreu Lima

Suplente externo: Clarides Henrich de Barba

Suplente interno: Suely Aparecida do N. Mascarenhas

Dedicatória

À minha família e amigos (as) pelo amor incondicional, apoio moral, emocional e financeiro para que eu pudesse tornar esse sonho em realidade.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, a maior fortaleza de forças para superar todas as dificuldades da vida, meu escudo em dias de luta e glória. A Ele me prostrei quando tudo parecia não dar certo, clamei FÉ, VENCI.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades (PPGECH) do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) do campus Vale do Rio Madeira em Humaitá pela acolhida e possibilidade da formação continuada.

Ao Professor Dr. Heron Salazar Costa pela paciência, e significativas sugestões e contribuições acadêmico-científicas, na totalidade, desde a elaboração, execução e produção final da dissertação.

A banca de qualificação e de defesa, professora Dra. Osvanda Silva de Moura, ao professor Dr. Renato Abre Lima e Dr. Clarides Henrich de Barba pelas consideráveis contribuições.

Não poderia deixar de agradecer aos estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química que se dispuseram a responder o questionário desta pesquisa.

De modo geral, à minha família, que foram entre os dias de alegrias e tristezas a minha maior motivação para que eu pudesse ser fiel as minhas expectativas no mestrado, minha mãe Rosânia C. Lucas, irmãs Jamily Lucas, Ranniele Lucas, Elinara Lucas, Fátima Lucas, sobrinho Hugo Lucas, e ao meu padrasto Elenilson Reis.

Com apreço e satisfação, prorrogo agradecimentos aos meus avós maternos Rosa Adrião Lucas e Lázaro Lucas e carinhosamente a minha tia Rosenir A. Lucas porque sem os mesmos, nenhum planejamento inicial, bem como estratégia e meta de cursar o mestrado seriam possíveis. Estes que nos primeiros meses em Humaitá-AM me ajudaram financeiramente, além das expressivas motivações com conselhos assertivos para a realização desse sonho, devo-lhes minha eterna gratidão, **muito obrigado!**

Aos amigos de longa data Adolfo Lucas, Douglas Fermin, Floriano dos Santos, Jéssica Suzan, Moisés Brenner, e aos novos que o mestrado me proporcionou. Não poderia deixar de mencionar meus amigos Sandra Núbia, Renato Abreu e Felipe Sant'Anna pela parceria fortalecida e por todo apoio concedido durante o mestrado.

Aos amigos do curso e aos docentes do PPGECH pelas contribuições e apoio no transcurso da caminhada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Localização geográfica da Cidade de Humaitá-AM	37
Figura 02	Categorias de análise que determinam o ensino de Biotecnologia	40
Figura 03	Participação percentual das Universidades que mais produzem DT envolvendo Biotecnologia no Brasil	43
Figura 04	Distribuição temporal do número de artigos científicos identificados pelo descritor Biotecnologia na base Scielo	44
Figura 05	Aplicação do questionário	75
Figura 06	Perfil dos entrevistados da pesquisa	75
Figura 07	Origem das despesas dos estudantes	76
Figura 08	Renda mensal dos estudantes	76
Figura 09	Importância social da Biotecnologia na concepção dos estudantes	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Relação de artigos identificados na Scielo que apresentaram correspondência com o tema Ensino de Biotecnologia e Percepção sobre Biotecnologia no Brasil nos últimos 20 anos	45
Quadro 02	Número de trabalhos identificados na BDTD que relacionam o Ensino de Biotecnologia e Percepção sobre Biotecnologia no Brasil nos últimos 20 anos ..	46
Quadro 03	Relação de DT que apresentaram correspondência com Ensino de Biotecnologia no Brasil	47
Quadro 04	Relação de DT que apresentaram correspondência com Percepção de Biotecnologia no Brasil	53
Quadro 05	Organização curricular do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química	70
Quadro 06	Disciplinas obrigatórias de Ciências Biológicas	71
Quadro 07	Concepção dos estudantes sobre Alimentos Transgênicos	77
Quadro 08	Concepção dos estudantes sobre Biotecnologia	79
Quadro 09	Aquisição temporal do conhecimento de Biotecnologia	81
Quadro 10	Período, disciplina e lugar que o entrevistado ouviu falar de Biotecnologia no curso de Bio/Qui	82
Quadro 11	Realização procedimental de aulas experimentais em Biotecnologia no curso de Bio/Qui do IEAA/UFAM-AM	84
Quadro 12	Abordagens em sala de aula sobre Biotecnologia no curso de Bio/Qui do IEAA/UFAM-AM	85
Quadro 13	A percepção do ser biopsicossocial	86
Quadro 14	Opinião dos estudantes sobre o(s) produto (s) mais simbólico (s) da Biotecnologia	88
Quadro 15	Opinião dos estudantes sobre a não regulamentação da Biotecnologia	89
Quadro 16	Opinião dos estudantes sobre a importância da Biotecnologia para a sociedade ..	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Amazonas
BDTD	Biblioteca Digital de Dissertações e Teses
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CES	Câmara De Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DT	Dissertação (ões) e Tese (s)
HUT	Humaitá
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IEAA	Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
IS	Sociedade da Informação
MHD	Materialismo Histórico e Dialético
OGM	Organismo Geneticamente Modificado
ONU	Organização das Nações Unidas
PGH	Projeto Genoma Humano
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TIC's	Tecnologia(s) de Informação(ões) e Comunicação (ões)
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
CH	Carga Horária

Reconheço que o conhecimento está em constante contradição e se renova à medida que novas dúvidas surgem, nestas, busca-se a essência daquilo que não foi pensado, analisando-se os fatos no movimento da transformação do conhecimento.

Autoria própria

RESUMO

Nos anos 70, uma nova modalidade de produção foi estabelecida como resultado das contribuições tecnológicas, a Biotecnologia. Atualmente, é amplamente difundida nas grandes empresas/indústrias, principalmente, relacionadas com a produção de alimentos e fármacos. A Biotecnologia perdura aproximadamente 12 mil anos, desde a utilização de organismos, como prática convencional, na antiguidade, ou como Ciência após as significativas contribuições advindas da revolução industrial e avanço da tecnologia. Diante disso, considerou-se o seguinte questionamento: qual o motivo da demora em aproximar a Biotecnologia, dos conteúdos ministrados nos cursos de graduação que estão vinculados com a grande área das Ciências Naturais? Essa pesquisa objetivou analisar sob a perspectiva do Materialismo Histórico e Dialético como a Biotecnologia recebe valor mediante a abordagem dos conteúdos em um curso de Licenciatura dupla em Ciências Naturais Biologia/Química. Buscou-se avaliar a percepção dos estudantes sobre o ensino da Biotecnologia e entender como esta Ciência pode contribuir para o desenvolvimento de um pensamento crítico dos estudantes diante dos problemas que afetam a humanidade. Esta pesquisa foi desenvolvida no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) *Campus Vale* do Rio Madeira da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) localizado na cidade de Humaitá- AM. Foram entrevistados, estudantes periodizados e não periodizados que cumpriram o mínimo de 60% da carga horária completa no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, a qual totalizaram 18 estudantes. A coleta de dados foi realizada pela pesquisa bibliográfica e análise documental. E também pela observação direta extensiva, na qual, inclui-se a aplicação de questionário. Em relação ao ensino de Biotecnologia no Brasil, constatou-se que muito pouco se discute sobre o seu ensino, pois, dos trabalhos de dissertações e teses apenas 9,0% das 210 pesquisas analisadas tiveram correspondência com os descritores ensino e percepção de Biotecnologia. Tal cenário piora, quando se leva em consideração os artigos científicos, uma vez que dos 290 artigos analisados 3,4% tiveram relação com os mesmos descritores acima mencionados. Foi possível notar também, que os trabalhos pesquisados entre 2000 a 2019 destacam-se por apresentarem resultados de pesquisas experimentais aplicadas, e de opinião, todavia, não se discute a importância do processo de ensino-aprendizagem da Biotecnologia na formação de professores. Os resultados nos levam a pensar que tal situação pode ser decorrente da ínfima abordagem sobre os conteúdos de Biotecnologia nos espaços de ensino. O que nos levou a concluir que se faz necessário melhorar as abordagens de conteúdos da Biotecnologia no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do IEAA/UFAM, pois, apesar de 88,9% dos estudantes terem afirmado saber o que é Biotecnologia, ao analisar suas afirmações, notou-se insuficiente conteúdo para expressar de fato um entendimento adequado sobre o que é Biotecnologia. Portanto, faz-se necessário dispor de um ensino teórico e prático da Biotecnologia na formação de professores, considerando a sua dimensão tecnológica nos diferentes níveis de ensino básico, mas, especificamente no ensino superior, no qual, formam-se professores com a missão de contribuir com as mudanças da realidade do ser social numa relação do saber e fazer da Ciência e Tecnologia.

Palavras-Chave: Interdisciplinaridade. Percepção de Biotecnologia. Ensino-aprendizagem. Tecnologia.

ABSTRACT

In the 1970s, a new type of production was established as a result of technological contributions, Biotechnology. Currently, it is widespread in large companies / industries, mainly related to the production of food and drugs. Biotechnology has lasted approximately 12 thousand years, since the use of organisms, as a conventional practice, in antiquity, or as Science after the significant contributions arising from the industrial revolution and the advancement of technology. In view of this, the following question was considered: what is the reason for the delay in bringing Biotechnology closer to the content taught in undergraduate courses that are linked to the large area of Natural Sciences? This research aimed to analyze from the perspective of Historical and Dialectical Materialism how Biotechnology receives value by approaching the contents in a dual degree course in Natural Sciences Biology / Chemistry. We sought to assess the students' perception of Biotechnology teaching and understand how this Science can contribute to the development of critical thinking among students in the face of problems that affect humanity. This research was developed at the Institute of Education, Agriculture and Environment (IEAA) Vale do Rio Madeira Campus of the Federal University of Amazonas (UFAM) located in the city of Humaitá- AM. Interviewed, periodized and non-periodized students who fulfilled a minimum of 60% of the total workload in the Bachelor of Science: Biology and Chemistry course, which totaled 18 students. Data collection was performed by bibliographic research and document analysis. And also by extensive direct observation, which includes the application of a questionnaire. Regarding the teaching of Biotechnology in Brazil, it was found that very little is discussed about its teaching, since of the works of dissertations and theses only 9.0% of the 210 researches analyzed corresponded to the descriptors teaching and perception of Biotechnology. This scenario worsens when scientific articles are taken into account, since of the 290 articles analyzed, 3.4% were related to the same descriptors mentioned above. It was also possible to note that the works researched between 2000 and 2019 stand out for presenting results of applied experimental research, and of opinion, however, the importance of the teaching-learning process of Biotechnology in teacher training is not discussed. The results lead us to think that this situation may be due to the very small approach to the contents of Biotechnology in teaching spaces. Which led us to conclude that it is necessary to improve the approaches to Biotechnology content in the Bachelor of Science: Biology and Chemistry course at IEAA / UFAM, because, although 88.9% of the students stated that they know what Biotechnology is, when analyzing his statements, there was insufficient content to actually express an adequate understanding of what Biotechnology is. Therefore, it is necessary to have a theoretical and practical teaching of Biotechnology in teacher training, considering its technological dimension at different levels of basic education, but specifically in higher education, in which teachers are trained with the mission of contribute to changes in the reality of the social being in a relationship of knowledge and doing of Science and Technology.

Key Words: Interdisciplinarity. Perception of Biotechnology. Teaching-learning. Technology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Justificativa	16
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Geral	17
1.2.2. Específicos	17
2. ABORDAGENS HISTÓRICAS DA BIOTECNOLOGIA	18
3. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E TIC's NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA.....	27
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	34
4.1. Enfoque metodológico	34
4.2. Procedimento da coleta e análise dos dados	35
4.2.1. Pesquisa bibliográfica e documental	35
4.2.2. Pesquisa Descritiva	37
4.3. Análise dos dados.....	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1. O ensino de Biotecnologia em sua afirmação	41
5.1.1. Quantitativo de obras sobre Biotecnologia no Brasil.....	43
5.1.2. Pesquisas sobre o Ensino de Biotecnologia no Brasil.....	47
5.1.3. Pesquisas sobre a percepção de Biotecnologia no Brasil.....	52
5.1.4. O ensino de Biotecnologia e suas implicações sociais.....	55
5.2. O ensino de Biotecnologia em sua superação	57
5.2.1. Caracterização dos parâmetros normativos e diretrizes institucional para tratar a Biotecnologia	57
5.2.2. Matriz Curricular.....	69
5.2.3. Estratégia para organizar os conteúdos de Biotecnologia.....	72
5.3. O ensino de Biotecnologia na formação de futuros professores de Biologia	75
5.3.1. Perfil dos entrevistados	75
5.3.2. A concepção democrática do conhecimento para Biotecnologia.....	77
5.3.3. A importância da inclusão dos assuntos de Biotecnologia no ensino superior.....	81
5.3.4. A exploração dos assuntos de Biotecnologia no ensino superior	82
5.3.5. A prática docente como reflexo do ensino-aprendizagem em Biotecnologia.....	83
5.3.6. O ser orgânico e social: Que concebe, percebe, internaliza e reproduz os assuntos de Biotecnologia	86
5.4. As categorias que implicam no ensino de Biotecnologia em sua síntese	92
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS	106
Obras Citadas.....	106
APÊNDICE I- Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)	114
APÊNDICE II- Roteiro de questionário virtual para os estudantes	119
APÊNDICE III- Autorização pra realização da pesquisa no IEAA/UFAM/Humaitá-AM....	121
APÊNDICE IV- Solicitação do arcabouço normativo do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do IEAA/UFAM/Humaitá-AM.....	122

1. INTRODUÇÃO

O atual avanço do conhecimento científico decorreu, além de outros fatores, da inserção de tecnologias, que possivelmente progrediram de forma significativa a partir do período da história conhecido como primeira revolução industrial, iniciado no final do século XVIII e que continuou até meados do século XX, marcado, entre outras coisas, pela substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e uso intensivo de máquinas.

O avanço tecnológico, ao mesmo tempo em que acarretou uma série de problemas sociais inerente ao sistema produtivo, que vão da extração de matéria-prima ao consumo, tem proporcionado à sociedade moderna vários produtos que contribuem para o bem-estar humano, mesmo com a contraposição de discursos polêmicos que envolveram questões religiosas contrárias ao avanço do modo capitalista de produção.

No entanto, é importante destacar que o processo que culminou com a revolução industrial foi necessário para o desencadeamento de benfeitorias para a sociedade do século XX e XXI, a exemplo, os avanços tecnológicos entendidos como a terceira revolução industrial.

Nos anos de 1970, uma nova modalidade de produção foi estabelecida como resultado das contribuições tecnológicas. A qual ganhou destaque no meio científico integrado aos conhecimentos de Biologia, a *Biotecnologia*, que pela etimologia da palavra de origem grega significa *Bio-* vida; *técno-* técnica; e *logia-* conhecimento ou estudo. Atualmente, é amplamente difundida nas grandes empresas/indústrias, principalmente, relacionadas com a produção de alimentos, fármacos, serviços, etc.

A Biotecnologia é interdisciplinar, pois, a ela associam-se diversas áreas do conhecimento, tendo em vista que esta Ciência “não configura um setor com fronteiras claramente definidas. Diferentemente, mostra-se como um conglomerado de tecnologias que encontra aplicações em diferentes atividades produtivas” (ARBIX, 2007, p. 08). Pensando nisso, pode-se considerar como área de conhecimento interdisciplinar com aplicações diversas a serviço da sociedade em geral, pois, sua aplicação ocorre em atividades produtivas, tais como Agropecuária, Biomedicina, Química farmacêutica, entre outros setores, e com destaque atual para Engenharia Ambiental.

A Biotecnologia também pode ser compreendida como uma ferramenta de investigação dos fenômenos naturais. Com isso, tornou-se indispensável para responder a muitas carências da sociedade. No entanto, é importante mencionar que, por estar associada a custos, supostamente elevados, dificultou a criação de procedimentos de fácil acesso e

execução, por isso, provavelmente afastou o interesse de muitos profissionais pela área.

Sob outra perspectiva, sabe-se que a Biotecnologia perdura aproximadamente 12 mil anos da utilização de organismos biológicos como prática convencional originada a partir da antiguidade, ou como Ciência após as significativas contribuições advindas da revolução industrial e avanço da tecnologia. Diante disso, é importante o questionamento: por que a demora em aproximar a Biotecnologia, uma Ciência interdisciplinar das discussões dos cursos de graduação que estão vinculados com a grande área das Ciências Naturais e que muito já colaborou com soluções aos problemas da sociedade?

É importante ensinar Biotecnologia para que estudantes, professores, e o espaço institucional, como um todo, desenvolva a percepção sobre essa área enquanto Ciência. Este fato institui a operacionalização da tecnologia utilizada para auxiliar práticas biológicas, e com isso, sustenta a compreensão das diferentes formas de vida para subsidiar e favorecer a produção de serviços e bens em benefício da sociedade.

Vale-se ressaltar, que a Biotecnologia contribui na tomada de decisões quanto à solução de problemas sociais, econômicos, e principalmente ambientais de interesse geral, por isso é importante saber sua relação de poder, seu modo de operar e as teorias dominantes que influenciam o modo de pensar dos estudantes e com isso, realizar uma reflexão a respeito dos resultados e do valor social dessa Ciência nos dias atuais.

Pensando nisso, essa pesquisa objetivou analisar de forma dialética crítica como a Biotecnologia é entendida em sua totalidade pelos estudantes de graduação, e como esta Ciência pode receber valor mediante a abordagem de conteúdo em um curso de ensino superior para o desenvolvimento de um pensamento crítico dos estudantes diante dos problemas que afetam a humanidade.

1.1. Justificativa

Em dezembro de 2012, ingressei no Ensino Superior no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química pelo Instituto de Natureza e Cultura-INC da UFAM *campus* de Benjamin Constant-AM. Acredito que o processo de aprendizagem é ascendente na formação acadêmica do ser social, de tal forma, que é comum instituir uma preocupação sobre a maneira como a sociedade se construiu, ajustada no modo de produção capitalista. E por acreditar neste fato, no 9º período do curso mencionado, executei projeto de intervenção que buscou entender a percepção dos estudantes sobre cultura de tecido (conteúdo previsto em Biotecnologia) como alternativa para evitar a extinção de espécies vegetais, envolvendo a produção de plantas *in vitro* em laboratório. A pesquisa se constituiu numa abordagem teórica para alunos do 9º ano do ensino básico, no qual, os dados resultaram em artigo publicado em periódico, onde, demonstrou-se pouco entendimento dos estudantes sobre um conteúdo de Biotecnologia.

Sabe-se que o professor tem participação ativa no modo como ensina, pois, tem a missão de socializar os conteúdos propostos nas diretrizes do curso que o formou. Diante disso, na pós-graduação, considera-se importante analisar o entendimento de Biotecnologia na formação de futuros professores, suas possibilidades e o modo de operar dessa Ciência que pode ou não influenciar a relação de subsistência da sociedade.

Diante do supracitado, considera-se crucial entender como os assuntos de Biotecnologia estão sendo abordados. Por isso, tem-se como ambiente de estudo um curso de graduação em uma universidade pública, pois, é relevante considerar a importância e interdisciplinaridade da Biotecnologia, distribuídas em áreas que correlatam assuntos da Ciência natural com esta Ciência.

Esse estudo sobre as abordagens da Biotecnologia permitiu uma reflexão sobre como os procedimentos de ensino estão ajudando na compressão dos estudantes sobre o papel social dessa área. Fazer uma análise sobre isso é essencial para que se adeque esse tema no currículo dos cursos de graduação e que seja abordado de forma mais cotidiana, que sabidamente tem forte impacto sobre o comportamento das pessoas, mas que pode estar sendo ensinado de maneira que só contribuirá para o processo de alienação imposto pelo modo capitalista de produção. Dessa maneira, foi importante investigar a abordagem do conhecimento de Biotecnologia no curso de graduação de nível superior para apoderar-se de reflexões, cujas decisões de ensino, podem interferir na maneira do estudante em compreender, relacionar ou perceber os conteúdos que a envolve.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

- Analisar a abordagem sobre o ensino de Biotecnologia e sua importância na percepção de futuros professores de Biologia.

1.2.2. Específicos

- Identificar os procedimentos didáticos pedagógicos recomendados nos documentos oficiais para tratar os conteúdos sobre Biotecnologia no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química no IEAA/UFAM-AM;
- Caracterizar e verificar a percepção dos estudantes sobre as abordagens de ensino da Biotecnologia por meio de elementos biopsicossociais;
- Discutir a importância da Biotecnologia a partir dos elementos indicados pelos estudantes.

2. ABORDAGENS HISTÓRICAS DA BIOTECNOLOGIA

A discussão que circunda a Biotecnologia no seu contexto histórico, ainda é polêmica e inclui entraves conceituais, sociais e econômicos. Este fato inicia-se pelo conceito que atribui sua função como prática convencional ou como Ciência que utiliza de tecnologias para proporcionar benefícios e descobertas para a sociedade do séc. XXI. Para Gusmão; Silva e Medeiros (2017, p. 136):

Existem várias definições para o termo Biotecnologia e os diversos esforços para a concepção de um conceito adequado demonstram que estes têm se modificado de acordo com o conhecimento que o homem adquire sobre os seres vivos e que se trata de um campo de trabalho multidisciplinar, dando lugar a uma biotecnologia clássica e uma moderna, com base em focos de conhecimento classificados como fundamentais e de engenharias.

Para fins de clareza conceitual, considera-se a classificação da Biotecnologia nesta pesquisa, em duas vertentes, a Biotecnologia Clássica, entendida como a primeira fase entre a idade antiga à idade média, no qual esta fase pode ser compreendida, como parte da Biotecnologia que está preocupada na utilização dos seres vivos, respeitando, a maneira como são encontrados *in natu*. Nessa vertente, destacam-se as áreas da Genética e Microbiologia a qual atua na produção de alimentos a partir do uso de fungos na fermentação.

A segunda fase é a Biotecnologia Moderna, a qual se caracteriza pelo uso intensivo de técnicas oriundas da Engenharia genética e Biologia molecular. Compreende-se que esta fase abrange a idade moderna à contemporaneidade, sendo esta última marcada pelo início de uma terceira fase, a Biotecnologia como área interdisciplinar. Neste sentido, Malajovich (2016, p. 02) corrobora dizendo que:

A Biotecnologia abrange uma área ampla do conhecimento que decorre da ciência básica (biologia molecular, microbiologia, biologia celular, genética etc.), da ciência aplicada (técnicas imunológicas e bioquímicas, assim como técnicas decorrentes da física e da eletrônica), e de outras tecnologias (fermentações, separações, purificações, informática, robótica e controle de processos). Trata-se de uma rede complexa de conhecimentos na qual ciência e tecnologia se entrelaçam e se complementam.

Nessa perspectiva, a Biotecnologia é interdisciplinar e agrega valor com uso da tecnologia e os saberes de outras áreas do conhecimento como, por exemplo, Biologia, Química e especialmente a Engenharia Genética e Biologia Molecular e, por este motivo, inclui-se na chamada era pós-genômica, centrada na análise funcional dos genes sequenciados. Para Silva (2000, p. 61):

A compreensão desses mecanismos, aliada ao desenvolvimento das biotecnologias, permitindo a intervenção sobre o genoma primitivo, com integração de novas informações externas, cria diversas possibilidades de ação e promove um estreitamento das fronteiras entre os conhecimentos básicos fundamentais em biologia e o desenvolvimento de aplicações que atualmente se denominam de novas biotecnologias.

É importante destacar que esta área, de fato teve sua base motivacional no período da história conhecido como “revolução industrial”, porém, as transformações que nos trouxeram ao patamar deste século XXI, ocorreram em virtude dos avanços tecnológicos que, além de auxiliar na mudança do cenário vivido a partir do séc. XVIII contribuiu para impulsionar de forma significativa à criação de novas ferramentas e técnicas, mas que ao mesmo tempo mudaram a percepção que os biólogos e outros cientistas tinham sobre as formas de vida.

Nesse sentido, a Biotecnologia recebeu progressão singular antes mesmo da década de 20, quando a sociedade capitalista acelerou a produção do trabalho no panorama baseado em mão de obra barata e trabalho em cooperação. Neste período, estudiosos passaram a descrever como *Revolução Biotecnológica*, e foi delineado pelas contribuições da pesquisa e inovação. Queiroz (2011, p. 07) menciona que:

Do ponto de vista tecnológico, de implicações governamentais, econômicas, éticas e sociais, o ponto de inflexão foi o início dos anos 1970. Foi em 1973-1974 que Stanley Cohen, de Stanford, e Herbert W. Boyer, da Universidade da Califórnia, desenvolveram um importante processo de biologia molecular, de junção e clonagem de DNA de diferentes espécies, que ficou conhecido como tecnologia de DNA recombinante.

As descobertas sobre a participação da molécula do DNA nos mecanismos que controlam a hereditariedade das características dos seres vivos abriu uma janela de possibilidades para manipulação das formas de vida de uma maneira nunca conseguida, até então, pelos seres humanos:

A era da Engenharia genética começou com a primeira transformação gênica obtida com sucesso em 1973, realizada por Herbert Boyer e Stanley Cohen na Califórnia. Estes cientistas construíram um gene com parte do DNA de sapo (*Xenopus laevis*). A experiência destes pesquisadores abriu as portas para uma nova forma de se fazer o melhoramento genético e desenvolvimento de variedades (BORÉM, 2005, p. 11).

Ao contrário das demais chamadas Ciências Naturais, a Biotecnologia nasceu a partir do uso de processos biológicos para atenderem necessidades humanas e não de uma identificação, ou criação de um modelo teórico para explicar os fenômenos naturais. Ou seja,

nossa análise permite-nos concluir que a Biotecnologia sendo utilitarista na sua origem passou a ser considerada Ciência, propriamente dita, a partir de práticas, envolvendo formas de vida.

A Biotecnologia é uma área de extensa abrangência e aplicação que faz uso das informações provenientes de pesquisas que envolvem diversas Ciências e a utilização da Tecnologia. Seu principal elemento de identificação está na utilização e manipulação de organismos com o propósito de gerar bens e serviços, geralmente em favor da melhoria das condições de vida da humanidade:

A Biotecnologia faz uso de uma reunião de técnicas que atuam sobre processos biológicos e é definida como utilização de métodos biológicos de manipulação de seres vivos – animais, vegetais e microrganismos – na conservação, produção e desenvolvimento de recursos naturais, sendo, desde tempos remotos, uma das formas mais importantes de intervenção da inteligência humana na otimização de sistemas criados pela própria natureza [...] (GUIMARÃES, 2007, p. 15).

Por apresentar importância na questão social, econômica e principalmente ambiental, pouco se discute sobre sua relevância como Ciência que auxilia o homem em questões e problemas que afetam o ambiente:

[...] Mediante a substituição da expressão “intervenção de organismos vivos” por “utilização de processos celulares e moleculares” tratou-se de diferenciar a Biotecnologia clássica da moderna. Porém, devido à enorme difusão das técnicas de manipulação gênica, elas acabam se superpondo, e, fora do contexto histórico, é difícil distinguir o limite entre ambas. Por outro lado, como a definição de um setor de atividades depende dos interesses dos grupos envolvidos, muitas vezes reflete a visão dos setores profissionais predominantes [...] (MALAJOVICH, 2016, p. 02).

Percebe-se que há certa confusão quanto à conceituação de Biotecnologia. Tal conflito de ideias foi mais evidente a partir na década de 1990, quando muitos pesquisadores, em virtude de seus interesses por determinadas técnicas (em sua maioria, procedimentos aplicados ao uso de organismos para a produção de bens e serviços) tentaram tipificar o termo “*Biotecnologia*”, no cenário em que a engenharia genética possibilitou, por exemplo, a clonagem de animais e o melhoramento genético de plantas.

Então, de uma maneira ampla consideremos a Biotecnologia como uma atividade baseada em conhecimentos Multi e interdisciplinares, que possibilitam o uso de agentes biológicos para fazer produtos úteis ou resolver problemas (MALAJOVICH, 2016). Conceito, este, útil para englobar os processos biotecnológicos nas diversas atividades humanas que a utilizam. Por outro lado, a Biotecnologia como Ciência ainda está em seu reduto de

reconhecimento, e Gusmão; Silva e Medeiros (2017, p. 137) reforçam tal entendimento ao dizer quer:

A biotecnologia passou a ser apontada como ciência de alta prioridade há pouco tempo, porém, alguns processos biotecnológicos já vêm sendo utilizados desde a Antiguidade. O uso da biotecnologia iniciou-se com os processos fermentativos obtidos a partir de microrganismos, cujo uso remete-se para muito antes do início da era Cristã.

Ampliando-se o entendimento sobre a Biotecnologia, pode-se dizer que é a Ciência que utiliza a tecnologia para conhecer processos relacionados à vida, geralmente atrelado a procedimento laboratorial, que posteriormente recebe um tratamento de investigação a nível molecular para aumentar o conhecimento, e ao mesmo tempo, o domínio sobre os objetos ou fenômenos envolvidos na geração dos produtos ou serviços.

É válido apontar também, que a Biotecnologia é uma área do saber que agrega variadas técnicas de manipulação. De tal forma, objetiva a construção de um produto, concreto, bem formulado, porém, que precisam atender as questões éticas e jurídicas de Biossegurança para criar um bem de consumo e equacionar e/ou pelo menos, minimizar um problema social.

É importante lembrar que a tecnologia está intrinsicamente relacionada com o aperfeiçoamento dos processos de produção para atingir melhor produtividade, mediante a isso, melhora-se a qualidade e a maior precisão dos procedimentos biotecnológicos.

Busca-se com este texto elencar as contribuições da Biotecnologia por meio de uma análise do contexto histórico que favoreceu seu desenvolvimento, seja como prática convencional ou Ciência, além de predispor condições para outras abordagens sobre questões ainda não resolvidas nesse ramo de conhecimento, caracterizada pela possibilidade de manipular as diferentes formas de vida para solucionar problemas que acompanham a humanidade.

Pode-se dizer que há na Biotecnologia processos e técnicas que vão do simples aproveitamento das ações mediadas pela utilização de microrganismos ao complexo processo de manipulação gênica para atender interesses econômicos e no tratamento de interferências (ex. superpopulação, ação antrópica, perdas de espécies de animais e plantas, etc.) ocasionadas no ambiente e nas interações de cunho natural.

Então, para entender o desenvolvimento da Biotecnologia inicialmente faz-se necessário chamar atenção para fatos históricos que contribuíram para alavancar a área em

estudo. Para isso, uma abordagem epistemológica da Biotecnologia permite que a sociedade civil em geral tenha a concepção de como é possível notar esta Ciência no dia a dia.

Tudo indica que as técnicas que envolvem esta Ciência tenham iniciado no período denominado **Idade Antiga (400 a. C a 476)**, quando se fez uso de plantas no tratamento de doenças/patógenos ou infecções ocasionadas em animais.

O uso de leveduras para produção do pão, ainda que não se tivesse conhecimento sobre o processo, é outro exemplo de fatos envolvendo os elementos que se enquadram no conceito atual de Biotecnologia, sem ainda ter ocorrido o desenvolvimento de um arcabouço teórico sobre esse tema, o próprio esclarecimento do processo ocorreu somente anos depois mediante a investigação de pesquisadores com interesse nestes fatos intrigantes.

Foram em decorrência às curiosidades traçadas pelas teorias de estudiosos na era da antiguidade que novas propostas corroboraram na produção de novos bens de consumo, a este fato, mencionam-se os processos de destilação do álcool. Neste caso, utilizam-se técnicas mais aguçadas com uso de organismos biológicos por meio de novas técnicas e consequente fase concedida na **Idade Média (entre os séculos V e XV)** nas primeiras civilizações egípcias datadas entre 500 a 1500.

Muitas civilizações antigas produziam bebidas e alimentos que, atualmente sabemos, são produtos da fermentação microbiana. A produção de vinho existe há muito tempo; já na Grécia antiga acreditava-se que o vinho fora inventado por Dionísio, o deus da fertilidade, do drama e do vinho na mitologia grega (PELCZAR, CHAN e KRIEG, 1997, p. 07 e 08).

Então, processos com o envolvimento de agentes biológicos tiveram “início antes mesmo de o ser humano existir. Alguns animais como macacos já consumiam certos produtos, resultantes da fermentação de vegetais por microrganismos” (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 26) despertando a curiosidade de pesquisadores/cientistas na Idade Média.

A partir da **Idade Moderna (final do século XV ao Século XVIII)**, muitas invenções surgiram para subsidiar questionamentos de pesquisadores do séc. XVI o que possibilitou, por exemplo, a criação do microscópio e a *posteriori* o conhecimento a respeito da vida microscópica, a qual é o destaque de interesse e que circunda a Biotecnologia.

Embora os microrganismos fossem utilizados desde a mais remota história, foi a descoberta das células em um pedaço de cortiça por Hobert Hooke, em 1665, que desencadeou a onda de descobertas e invenções em biologia. Cerca de 10 anos mais tarde, Anton Van Leeuwenhoek construiu um microscópio com capacidade de ampliação de 270 vezes, o que o permitiu ver pela primeira vez, os microrganismos. O microscópio

descortinou um novo mundo, anteriormente invisível ao homem (BORÉM, 2005, p. 10).

Este fato pode ser relacionado em virtude das significativas contribuições de novas tecnologias que auxiliaram a progressão mais expressiva da Ciência e Biotecnologia.

Com o avanço tecnológico, houve o impacto da substituição do trabalho artesanal pelo assalariado, tal situação fortaleceu o trabalho manufatureiro e uso intensivo de máquinas que em seguida subsidiou a Revolução Industrial. Criaram-se as bases para um período pós-moderno, a **Idade Contemporânea (Início do século XIX)**, sendo marcada pela descoberta e comprovação de teorias que envolveram agentes biológicos. Sabe-se que nesse período o cientista Louis Pasteur foi o precursor para o entendimento de muitas questões existências principalmente sobre o mundo microbiológico.

Por volta de 1850, Pasteur respondeu a uma solicitação de ajuda da indústria de vinho francês. Examinando lotes de vinho bom e ruim, ele encontrou microrganismos de tipos diferentes. [...] Pasteur concluiu que a seleção de micróbios podia assegurar um bom produto. Para certificar-se disso, ele destruiu os microrganismos já existentes no suco de fruta, primeiro aquecendo e depois resfriando. Em seguida, inoculou o suco com vinho de alta qualidade que continha o tipo desejado de microrganismo [...]. (PELCZAR, CHAN e KRIEG, 1997, p. 07).

No entanto, é importante destacar que tais descobertas foram aperfeiçoadas com o uso de técnicas agregadas às contribuições da Ciência que possibilitaram experiências com o uso de microrganismos.

Vale-se apontar que as experimentações também foram cruciais neste cenário das verdades existenciais de antagônicas teorias biológicas, pois, permitiu-se aos pesquisadores a comprovação de tais teorias com o conhecimento singular de outras Ciências, diante disso, [...] “ela abrange diferentes campos do conhecimento e, por isso, é considerada uma área multidisciplinar” (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 13) com aplicação expressiva na agricultura e indústria.

Os exemplos acima mencionados mostram que o processo de produção envolvendo organismos biológicos não é recente, mas, acredita-se que o termo Biotecnologia foi introduzido, em 1919, por Húngaro Ereky, um engenheiro agrícola e, dados apontam que esse ramo do conhecimento tenha tido o seu processo de consolidação como Ciência, “após a utilização em larga escala das fermentações industriais, especialmente na fabricação de antibióticos, tendo como carro-chefe a penicilina produzida por um fungo filamentosos” (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 26).

Além disso, vale-se reforçar que os conhecimentos e consequentes descobertas na Biotecnologia se intensificaram com a inserção de novas tecnologias, em consequência disso, as descobertas pela Biologia molecular e de outras áreas do conhecimento. A Biotecnologia é composta de variadas ramificações, o que contribuiu para sua expansão e consolidação como uma inovação da grande área do conhecimento, ampliando seu conceito.

Para viabilizar seus avanços, a biotecnologia foi obrigada a estabelecer sinergias com várias disciplinas, dentre as quais as engenharias, principalmente a química, insubstituível no estudo de bioprocessos, como na indústria de fármacos, de alimentos e de petróleo (ARBIX, 2007, p. 08).

A Biotecnologia ganha outra roupagem em um cenário de jogo de interesses típico do sistema econômico capitalista, sendo necessária a utilização de novas tecnologias para dar precisão e credibilidade, [...] “quando poderosas tecnologias foram sendo introduzidas, especialmente a chamada Tecnologia do DNA Recombinante, popularmente conhecida como Engenharia Genética” (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 26), que envolvem a Biologia molecular e Genética.

Em tal estágio de desenvolvimento da Biotecnologia, “a engenharia genética fornece possibilidades quase ilimitadas para o benefício da sociedade, por exemplo, o desenvolvimento de vacinas inovadoras, que naturalmente fazem as plantas resistirem ao ataque de insetos” (PELCZAR, CHAN e KRIEG, 1997, p. 367). Podemos dizer que tudo isso foi consequência do modelo estrutural da dupla hélice do DNA proposto por Watson e Crick em 1953.

A partir desses achados iniciais, foi possível o rápido desenvolvimento da Genética e Biologia Molecular. Os conhecimentos sobre os genes foram reformulados, o código genético foi decifrado e foram elucidados mecanismos de regulação gênica e da síntese de proteínas, dentre muitas outras descobertas que revolucionaram a Genética e a Biologia como um todo (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 34).

É notório que os avanços da Ciência e tecnologia das últimas décadas têm expressividade significativa nas áreas de Genética, Biologia Molecular ou Engenharia Genética, o que permitiu, por consequência, o aperfeiçoamento das técnicas e procedimentos da Biotecnologia, trazendo, por sua vez, resultados de aumento da produtividade na agricultura a partir do uso da técnica de propagação vegetativa *in vitro* (Micropropagação) ou cultura de tecidos vegetais *in vitro*.

As chamadas técnicas de Engenharia Genética possibilitaram um grande avanço na agroindústria de alimentos, pois, [...] “Um grande sucesso foi conseguido pela aplicação de novas tecnologias na produção de vitaminas e aminoácidos por microrganismos

geneticamente modificados. As vitaminas e aminoácidos são adicionados aos alimentos, aos medicamentos e às rações animais” (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 67).

Outro marco histórico foi à clonagem da ovelha Dolly em 1997, fato que gerou grande repercussão. Primeiramente por ser o primeiro mamífero a ser clonado na história, mas também em razão das enormes possibilidades que passaram a ser vislumbrada com a colaboração da Biotecnologia. Expectativas essas, um pouco frustradas por conta da constatação do processo de envelhecimento precoce, associado aos problemas genotípicos decorrentes da saúde de suas células.

Em contrapartida tal procedimento permitiu avanços medicinais por meio da clonagem. Outros processos desse tipo foram realizados desde então em animais e plantas baseada na tecnologia do DNA Recombinante, ressalvando-se a exceção de utilização da clonagem para fins de reprodução de seres humanos.

Atualmente, ainda se discute a relação da Biotecnologia com processos realizados na antiguidade, pois de forma não isolada é importante compreender intrinsecamente, na sua área de aplicação, o uso de técnicas ou instrumentos para manipular organismos biológicos com finalidade de gerar um produto ou serviço com qualidade e em curto espaço de tempo. No entanto, com o passar dos anos, a Biotecnologia passou a exigir mão de obra capacitada e com isso uma gama de profissionais com diferentes expertises agregaram maior capacidade de ampliar as possibilidades técnicas sobre tal.

[...] A transferência do laboratório para o campo ou indústria até que se atinja a prateleira do supermercado envolve empresários, capitalistas, comerciantes, enfim, uma riqueza enorme de capacitações profissionais. Não existe biotecnologia sem integração e, conseqüentemente, não há possibilidade de uma só pessoa abranger todas as etapas de um processo que se origina em uma bancada e vai terminar em um produto disponível ao consumidor [...] (SERAFINI, BARROS e AZEVEDO, 2001, p. 73).

É válido mencionar, que embora a Biotecnologia tenha perpassado por diversas alterações resultantes das contribuições de pesquisadores e cientistas, é notório, que o campo de atuação no qual envolve esta Ciência, ainda é panorama de várias discussões, incluindo questões que envolvem a Bioética, a Biossegurança e a restrição para uso de processos biotecnológicos em seres humanos.

A atual Biotecnologia apresenta complexidade de técnicas e de conhecimentos associados a altos custos, principalmente de Biologia molecular. Os profissionais atuantes na área representam um quantitativo ínfimo porque a utilização de tecnologias mais elaboradas e

sofisticadas aumenta custos, resultando no afastamento de pesquisadores. Com isso, tem-se essa Ciência restrita ao laboratório e às grandes empresas de Biotecnologia.

Contudo, não se deve restringir as contribuições da Biotecnologia, já que, “o modo de operar, a competência exigida para dar forma e manter os ambientes propícios ao seu desenvolvimento não podem prescindir dos recursos materiais, humanos e institucionais do setor público, nem do investimento e empreendedorismo do setor privado” (ARBIX, 2007, p. 09).

Pensando nisso e nos problemas preocupantes ocasionados para a humanidade no cenário característico do reflexo do sistema de produção, faz-se necessário potencializar a Biotecnologia e apresentar sua relevância e principalmente instigar novas pesquisas partindo do seu campo de atuação em benefício a uma relação harmônica entre os meios de sobrevivência do homem-natureza, homem-mundo.

Atrelado ao supracitado é possível dizer que nos dias atuais o impacto gerado no meio em consequência da ação do homem aumentou de forma drástica, então não se pode restringir a Biotecnologia apenas como uso exclusivo dos setores produtivos tradicionais que a utilizam apenas como fonte de lucro. É necessário, portanto, ampliar a percepção de que a Biotecnologia se faz presente em nosso dia a dia, fazendo-se uso de uma abordagem desta Ciência em espaços de ensino.

É importante um novo olhar para a Biotecnologia, buscando-se melhor entendê-la como uma importante ferramenta para solucionar ou minimizar problemas, desenvolvida ao longo de um processo dialético entre homem – natureza. Não se pode isolar um do outro. Fazer isso é ignorar a própria condição do homem e a garantia de sobrevivência das futuras gerações.

Para muitos a Biotecnologia é a Ciência da década, mas, percebem-se contradições nos seus propósitos, pois, a sua limitação em setores privados que utilizam de tecnologias avançadas impede que novas alternativas no uso de suas atribuições possam ser aplicadas com baixo custo em outros espaços de produção intelectual.

3. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E TIC's NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA

A tecnologia como invenção humana obteve relevante progresso desde a sua utilização promovida com o respaldo da Ciência. Tal desenvolvimento pode ter sido fortalecido por meio da necessidade e da sobrevivência material do homem. Por este motivo, “precisamos de uma imagem de ciência e de tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como um produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos” (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2009, p. 02). Com isso pretende-se nesta sessão promover um constructo da Ciência e tecnologia e suas relações para o atual modo de ensinar Biotecnologia.

Entende-se que a Biotecnologia atual está fortemente constituída por técnicas envolvendo tecnologias mais elaboradas. Então, se pensarmos em uma Biotecnologia moderna, pode-se considerar que como subsídio ao entendimento desta Ciência, a tecnologia implica no ensino desta área do conhecimento, por outro lado, seu amplo domínio para responder a muitos questionamentos pode proporcionar uma visão menos deformada para quem não está condicionado ao seu uso.

Um dos questionamentos que consideramos como sendo central a ser entendido é sobre a relação da tecnologia com a Biotecnologia moderna, pois, com o progresso tecnológico instaurado principalmente após a revolução industrial, muitas técnicas biológicas oportunizaram o entendimento mais apurados de seus procedimentos de análises, fazendo uso de instrumentos derivados do progresso científico-tecnológico:

[...] O progresso tecnológico é consequência da geração de novas tecnologias que estão inseridas em contextos ambiental, social, cultural, econômico e político próprios de uma sociedade, ou seja, o progresso tecnológico é resultante do estado da arte de determinado momento e local na história humana (HAYNE e WYSE, 2018, p. 38).

O microscópio, por exemplo, tem aproximação com a área da Biotecnologia, não por sua intenção de construção, mas, porque permitiu a visualização de formas de vida, até então, não vistas pelo homem.

O microscópio é um exemplo de produto tecnológico que muito contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento científico, principalmente da Biologia. Sem o microscópio, talvez não fossem possíveis às investigações sobre a célula, iniciadas com visualização de seres unicelulares por pesquisadores do século passado e que continuam até hoje. Também, talvez não fosse possível o progresso de técnicas promissoras surgidas no desenrolar de todo avanço tecnológico relacionado ao microscópio.

Entende-se que, sem o conhecimento de outras áreas, a Biotecnologia não poderia existir, já que a mesma se constitui a partir de uma base de conhecimento interdisciplinar, que de certa forma, dependente inicialmente dos estudos relacionados à vida microscópica. É tal entendimento que permite a sua produção material.

Em suma, tem-se a Microbiologia, responsável por estudar a vida dos microrganismos, a Genética, estuda os mecanismos da hereditariedade dos seres vivos a nível molecular; a Engenharia genética que desenvolve e domina as técnicas moleculares para a manipulação dos genes, e por fim a Biotecnologia, tal qual pode ser resumidamente entendida como uma tecnologia ou conhecimento tecnológico desenvolvido para ser empregado na manipulação das formas de vida segundo o interesse humano.

O entendimento se torna complexo quando se concebe a Biotecnologia como uma tecnologia para fins de produção nos diversos setores econômicos, pois, isso pode contribuir para um entendimento equivocado desta Ciência por uma grande maioria de pessoas. Por isso, é crucial elucidar a diferença entre os conceitos das áreas afins da Biotecnologia, e assim minimizar um conhecimento estereótipo, provido do senso comum.

Muitas vezes, nota-se que a Biotecnologia, ou está condicionada a uma interpretação meramente técnica de algo restrito aos laboratórios e domínios de empresas privadas, ou está distribuída aleatoriamente em outras áreas do conhecimento (Microbiologia, Genética, etc...). Pode-se por um lado, continuar com uma visão conflitante de Biotecnologia, ou inserir esta área do saber e suas respectivas abordagens, respeitando-se suas especificidades. Para Belens; Porto (2009, p. 27):

A ciência, como qualquer outro tipo de ocupação humana, procede somente numa base de confiança. Isto é, desde que os cientistas não suspeitem de práticas desonestas e acreditem uns nos outros. A tendência atual é que o conhecimento científico esteja cada vez mais fadado a se unificar sem perder as suas especificidades, mas com um amplo diálogo com outras disciplinas. Os cientistas estão se tornando cada vez menos especializados.

Existe claramente uma aproximação extrema entre as áreas citadas anteriormente com a Biotecnologia que precisam ser claras, a saber, até em que momento pode-se dizer que uma abordagem se trata de Biotecnologia e não de Engenharia Genética, por exemplo. A complexidade se reflete na seguinte questão: enquanto conhecimento tecnológico aplicado nas áreas de Biologia, a Biotecnologia deve merecer lugar de destaque na formação de qualquer cidadão?

Acredita-se que a Biotecnologia não deve ser vista apenas nos cursos de Bacharéis em Biotecnologia, todavia, pode ser útil como disciplina nos cursos de Licenciatura em

Biologia, pois, “de 1960 até os dias atuais uma enxurrada de tecnologia continua invadindo nossas escolas” (BRUZZI, 2016, p. 478), e considerando a Biotecnologia uma tecnologia, é interessante inserir a abordagem dos seus assuntos como forma de entendimento do papel e dos efeitos que as tecnologias têm em nossas vidas.

Considerando os impactos que a Biotecnologia trouxe, e ainda pode trazer, no cotidiano das pessoas, pode-se dizer que sua inserção é tardia na forma de contribuição para formação de cidadãos críticos, pois, acredita-se que ‘um entendimento abrangente do fenômeno “Biotecnologia” oferece um ambiente de conhecimento necessário para sua melhor aplicação, ou mesmo favorecer o desenvolvimento tecnológico. O que se pode afirmar, a princípio, é que a tecnologia é um fenômeno associado ao conhecimento’ (HAYNE e WYSE, 2018).

Vive-se numa sociedade da informação (IS), na qual se prevê uma nova organização da sociedade baseada na forma de viver e conviver correlacionando fatores ambientais, educacionais, socioeconômicos, políticos e culturais. É necessário então, utilizar as contribuições da Biotecnologia, que enquanto tecnologia pode ser utilizada para harmonizar a totalidade, para isso, não se pode inferir um determinismo tecnológico, pois, se torna um pessimismo simplificado da tecnologia que o próprio ser social constrói. Hayne; Wyse (2018, p. 39), dizem que:

São questões teóricas que ainda deixam alguma lacuna em relação ao papel da ciência e da tecnologia e a sua relação com a sociedade, onde aspectos culturais, ambientais, econômicos, políticos e sociais podem sofrer influência da dinâmica do desenvolvimento científico e tecnológico ou geram consequências sobre o sistema gerador de ciência e tecnologia.

Difundir tecnologia nos espaços de ensino é necessário porque ela atende as expectativas reais da nascente geração do século XXI. Na educação, as tecnologias não são utilizadas apenas para se demonstrar que são ferramentas de “poder”, mas, é um artifício pedagógico utilizado para impulsionar as práticas metodológicas de ensino. Vale ressaltar, que há anos a tecnologia contribui com o processo de ensino-aprendizagem, especialmente de estudantes e professores inovadores no modo de aprender e fazer. Nessa perspectiva a (s) Tecnologia (s) de Informação (ões) e Comunicação (ões) [TIC’s] foram inseridas nos espaços de ensino em meio à necessidade de uma nova organização sócio educacional baseado no sistema informatizado. Para Bruzzi (2016, p. 476) “O Impacto das TIC’s, na educação é, na verdade, um aspecto particular de um fenômeno muito mais amplo, relacionado com o papel dessas tecnologias na atual sociedade da informação – SI”, ainda para o autor:

Somente na atualidade demos crédito das transformações às TIC, sendo que na verdade, as TIC, há pelo menos três séculos têm assumido uma dupla condição de causa e efeito em nossas escolas, e se tornaram fatores determinantes para a transformação da atual sociedade (BRUZZI, 2016, p. 479).

Se considerarmos a Biotecnologia com mínimas condições de moldar as relações de ensino dentro das instituições, não seria um atropelo se cogitarmos a possibilidade das relações desta Ciência com as TIC's, uma vez que estamos falando de uma área do saber que implica em conhecimentos tecnológicos com ampla capacidade de gerar informação e comunicação na SI. Além disso,

[...] o papel relevante que as novas tecnologias da informação e da comunicação poderão desempenhar no sistema educacional depende de vários fatores. Além de uma infraestrutura adequada de comunicação, de modelos sistêmicos bem planejados e projetos teoricamente bem formulados, o sucesso de qualquer empreendimento nesta área depende, fundamentalmente, de investimentos significativos que deverão ser feitos na formação de recursos humanos, de decisões políticas apropriadas e oportunas, amparadas por forte desejo e capacidade de realização (MORAES, 1998, p. 01).

É conveniente dizer, que a tecnologia em si não atende todas as necessidades do processo formativo do estudante, por isso, o profissional deve subsidiar o mesmo, criando suas próprias interpretações a partir das possibilidades geradas pelas tecnologias. Nesse sentido, o profissional se propõe a construir uma base conceitual e sólida, de tal forma, que possa orientar os estudantes ao exercício da interpretação cognitiva dos textos informatizados, utilizando as TIC's.

Não basta a tecnologia, é necessária uma formação adequada dos atores educacionais para que proporcionem as mudanças esperadas pela sociedade. Da mesma forma que, não basta à tecnologia presente em nossas escolas, é necessário proporcionar um norte, uma “tutoria” para que esta nova geração possa usar todo seu conhecimento tecnológico de forma a ampliar sua capacidade de ler, interpretar ou mesmo explorar os conteúdos educacionais. Somente assim, se cria um vínculo direto a necessidade atual do aluno, ou mesmo, a busca de soluções para problemas reais que emergem com o novo conhecimento adquirido (BRUZZI, 2016, p. 480).

É necessário deixar claro que a Biotecnologia e TIC's estão envolvidas no processo de ensino na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias infimamente comentadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). As TIC's, por um lado, podem ser úteis para potencializar o ensino dos conteúdos sobre Biotecnologia no momento teórico-prático por sua capacidade de ofertar informação e de despertar o interesse do estudante pela aplicação da Biotecnologia.

As informações geradas com a Biotecnologia foram se acumulando com sua construção histórica, o panorama tecnológico instaurado foi à passagem de uma Biotecnologia tradicional para uma moderna. Então as formas de interpretação desta área do saber podem receber diversas abordagens a partir do uso das TIC's, as quais possibilitam uma divulgação dentro dos parâmetros tecnológicos da informação.

O ser humano é dotado de consciência social, tal qual é moldada pela produção material, o trabalho. Acredita-se que, é nas instituições de ensino que é possível gerar uma visão controlada do poder dessa Ciência como artefato ao serviço da sociedade e não de um serviço isolado, que gera um benefício próprio e exclusivo.

A Biotecnologia, enquanto conhecimento tecnológico é capaz de ser replicado aos serviços da Biologia, nesse caso, as TIC's podem fomentar a divulgação da informação e comunicação inserindo a sociedade em rede. Nesse entendimento, os estudantes podem ter a concepção de que enquanto Ciência, a Biotecnologia não é uma área com conteúdo fragmentado, tampouco estaria sujeita somente ao uso de laboratório.

Vale ressaltar que o sujeito deve conhecer seus direitos, mas, principalmente seus deveres nesta SI, capaz de moldar as relações sociais intervindo positivamente na tomada de decisões, por este motivo, acredita-se que a Biotecnologia pode influenciar o comportamento do ser humano, seja para um uso de bem e coletivo ou para constituir um poder absoluto.

Estaria então, a Biotecnologia no papel de mudança de comportamento do ser humano, capaz de colocar o sujeito frente às possibilidades reais de mudança social, diante do contexto científico-tecnológico fortemente influenciado pelo movimento denominado de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Para Pinheiro; Silveira e Bazzo (2009, p. 02-03):

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para atingir uma participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar.

Nesse sentido, Zuin; Freitas, et al., (2008, p. 57) dizem que “a concepção CTS atenta para a necessidade de inculcar valores e princípios nos conteúdos científicos, para dar importância à informação que é gerada em outros ambientes que não sejam os escolares”,

mas, vale ressaltar, que nos espaços de ensino tais informações externas a ela são moldadas pela prática social do professor.

Nesse sentido, universidades juntamente com os centros de divulgação científica, espaços de criação e dispersão de saberes assumem uma grande responsabilidade na popularização dos conhecimentos científicos e tecnológicos, tanto para o público que se encontra afastado da escola quanto para os estudantes cujas escolas enfrentam dificuldades estruturais para fornecerem um ensino de qualidade (ZUIN, FREITAS, *et al.*, 2008, p. 57-58).

A tecnologia está a serviço do homem, e mesmo que tenhamos um modelo de organização econômica capitalista, não se pode permitir que a divisão da classe social, seja empecilho para que o conhecimento científico ocorra fora da equidade, sujeita a um plano puramente econômico. Hayne; Wyse (2018, p. 41) entendem que “a tecnologia, por servir às nossas necessidades e desejos, adquiriu a partir de certo momento do progresso social, uma relação indissociável com o progresso econômico”.

As instituições não devem prevê um ensino para beneficiar a alienação dos estudantes para um sistema econômico numa era em que a superpopulação é desprovida de ações pautadas nas relações naturais. Pelo contrário, seria forjar um pensamento meritocrático que não vai contribuir para o desenvolvimento de atividades que podem beneficiar um todo. O que se espera de fato é que, busquem-se sujeitos mobilizados em mudar a sua própria história, influenciados e dotados pela investigação científica da atualidade para o bem comum e antes de tudo, que seja coletivo.

A formação cultural da qual se fala é a ambição gerada pelo descontrole da utilização da tecnologia de forma negligenciada. Com a modernidade, sugere-se uma nova organização social que possa melhor utilizar as novas tecnologias disponíveis, mesmo que, destravem-se conflitos na busca pelo poder, o que de certa forma propicia em certa medida as desigualdades de toda natureza.

É frente a esse cenário que a educação precisa utilizar as novas tecnologias para se reinventar, permitindo-se que professores e escola melhorem suas estratégias no modo de ensinar com as TIC's para subsidiar a expressividade da Biotecnologia, caso não queira se findar ao obsoleto do desenvolvimento, se a educação não se renova como mudará a percepção de seus professores e estudantes?

Não será a primeira vez que a educação precisará adotar a mudança como premissa às perspectivas e necessidades da sociedade, uma mudança que será necessária todas as vezes que o homem se colocar como autor das alterações sociais, políticas e econômicas. Frente a tais alterações, coloca-se toda a sociedade em adaptação ao novo.

A escola de qualidade terá que integrar as novas tecnologias de comunicação de modo eficiente e crítico, sem perder de vista os ideais humanistas da modernidade, mostrando-se capaz de colocar as tecnologias a serviço do sujeito da educação – cidadão livre- e não a educação a serviço das exigências técnicas do mercado de trabalho (BELLONI, 1998, p. 08).

Por fim, não se pode negar que as TIC's, as tecnologias de modo geral e, especialmente a Biotecnologia são usadas ou estão presentes no nosso cotidiano, por esse motivo devem ser objeto de reflexão dentro das escolas de qualidade, as quais devem constituir e dispor do aparato tecnocientífico da sociedade atual para proporcionar alternativas integradas com propostas pedagógicas como estratégia ao desenvolvimento da sociedade na era digital e tecnológica.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia dispõe de condições teóricas que prevê o andamento da pesquisa, de tal forma, mostra-se como o planejamento para alcançar os objetivos. Esta sessão apresenta os caminhos percorridos para a execução desta. Sendo assim, objetiva-se demonstrar as estratégias, local e público-alvo, métodos/teoria, tipos de pesquisa, instrumentos de coletas, etapas da pesquisa e a análise de dados que foram utilizados para responder à problemática e outras questões que surgiram no desenvolvimento deste trabalho.

4.1. Enfoque metodológico

Adotou-se nesta pesquisa uma abordagem do método Materialismo Histórico e Dialético (MHD), seguindo o princípio de que o conhecimento do ser social não é estático e, provém da relação dialética entre os indivíduos considerados racionais em sua totalidade. “A dialética em Marx não é apenas um método para se chegar à verdade, é uma concepção do homem, da sociedade e da relação homem-mundo” (GADOTII, 1983, p. 19).

[...] o **materialismo dialético** é assim chamado, porque a sua maneira de considerar os fenômenos da natureza, o seu método de investigação e de conhecimento é *dialético* e a sua interpretação, a sua concepção dos fenômenos da natureza é materialista. O **materialismo histórico** estende os princípios do materialismo dialético aos fenômenos da vida social, ao estudo da história da sociedade (STALIN, 1978, p. 13).

No MHD, entende-se que o sujeito constrói sua concepção da realidade por meio de um processo de tese, antítese e síntese sobre os objetos e fenômenos, utilizando instrumentos estabelecidos a partir das relações ditadas pela condição material de sobrevivência estabelecida historicamente, como aponta Sucupira Filho (1984, p. 81):

Tese (primeira fase) - proposição positiva, em que a contradição parece persistir em estado latente, característica da situação de identidade; provisória; estado de equilíbrio entre elementos opostos. Antítese (ou contradição) - primeira “negação” da tese, que por sua vez é “negada”, para formação de algo “novo”, com auxílio do antigo (do que persiste da fase anterior). Síntese (o “terceiro termo”) - “negação” da tese e da antítese, num grau superior, positivo, que surge como consequência de uma dupla “negação”, e provoca, por um salto, a mudança de quantidade em qualidade, ou vice-versa.

Diante do suposto, acredita-se que a utilização do MHD aplicada nesta pesquisa permitiu a investigação apurada do conhecimento em seu movimento de transformação e contradição de ideias permitindo análise da tese, antítese e síntese ditadas pela dialética.

O método dialético materialista apresenta-se, pois, como um instrumento eminentemente revolucionário de investigação e de análise. Essa característica

exprime-se no modo de conduzir a pesquisa de contradições básicas, e na capacidade de encontrar meios justos de superação (SUCUPIRA FILHO, 1984, p. 77).

Corroborando a este fato, é importante mencionar que:

O Materialismo dialético tem um duplo objetivo: 1º- como dialética, estuda as leis mais gerais do universo, leis comuns de todos os aspectos da realidade, desde a natureza física até o pensamento, passando pela natureza viva e pela sociedade. 2º- como materialismo, é uma concepção científica que pressupõe que o mundo é uma realidade material (natureza e sociedade), onde o homem está presente e pode conhecê-la e transformá-la (GADOTTI, 1983, p. 22).

O materialismo histórico estuda as formas de produção da vida material das sociedades em consonância com o materialismo dialético que busca entender o comportamento do ser social ao longo da história e independe da abordagem, podendo ser ou não na perspectiva quanti ou qualitativa, pois, se busca a interpretação do sujeito na totalidade dos fatos e na sua transformação como ser social.

4.2. Procedimento da coleta e análise dos dados

4.2.1. Pesquisa bibliográfica e documental

A pesquisa bibliográfica foi fundamental na compreensão da temática abordada para fundamentar as análises *a posteriori*. A pesquisa bibliográfica “abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc.” (MARCONI e LAKATOS, 2016, p. 166).

Inicialmente, realizou-se a revisão de literatura, durante toda a etapa de execução da pesquisa, bem como na fase de análises dos resultados, quando foi relevante para contraposição com os demais trabalhos realizados a respeito do tema. A consulta bibliográfica também foi importante para inteirar-se de teorias, conceitos, reflexões e até aquisição de ideias novas, possibilitando uma visão mais profunda a respeito do assunto, respondendo assim possíveis questionamentos.

Esta etapa da pesquisa consistiu em levantar um panorama do discurso teórico da Biotecnologia no seu contexto histórico e contextualizar o momento social e econômico vivido, levando-se em consideração a importância da abordagem no ensino superior para construção de um pensamento crítico dos estudantes quanto aos conteúdos de Biotecnologia.

Realizou-se o levantamento bibliográfico buscando-se a compreensão de como esta Ciência foi discutida na ordem cronológica de tempo, considerando sua classificação partindo de onde se tem registro até a contemporaneidade. A base de dados da pesquisa constituiu-se, além de material físico, repositório de trabalhos científico, como por exemplo, artigos que

tratavam o ensino de Biotecnologia na base virtual da SciELO.

Com intuito de saber o panorama sobre o ensino de Biotecnologia e a relevância sobre esta pesquisa, também foi feita revisão de literatura na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), desenvolvida e coordenada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), correlatando a realização das teses e dissertações pertinentes ao ensino e percepção de Biotecnologia entre 2000 a 2019 no espaço de tempo de 20 anos.

Na BDTD, utilizou-se a opção de busca avançada. Nesta opção, é possível usar quesitos de busca que vão do mais amplo ao menor critério. Entre todos os quesitos existentes na opção de busca avançada, foram utilizados apenas 03 (três) quesitos, sendo eles: “Todos os campos”; “Assunto” e “Título”.

Em se tratando de dissertações, teses e artigos científicos, para facilitar o processo de análise minuciosa dos trabalhos levantados em tais bases virtuais, foram utilizados os descritores: 1) Ensino de Biotecnologia, 2) Percepção sobre Biotecnologia.

Realizou-se a pesquisa documental a partir da leitura das Diretrizes Curriculares do Curso que foram constituídas a partir do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e ementas das disciplinas que orientam a construção do plano de ensino dos professores com base no parecer CNE/CES nº 1.301/2001 e na resolução CNE/CES nº 7.

Esta etapa teve a finalidade de caracterizar o tratamento dado ao ensino de Biotecnologia, implícito nestes documentos, e que registram de maneira formal a concepção do curso de graduação, os fundamentos da gestão acadêmica, pedagógica e administrativa, os princípios educacionais vetores de todas as ações a serem adotadas na condução do processo de ensino-aprendizagem do curso de graduação em Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do IEAA/UFAM-HUT.

É oportuno esclarecer que a avaliação da totalidade ou não dos planos de ensino dependeu de como o tema Biotecnologia era tratado no PPC, se como conteúdo específico de disciplinas, ou como tema transversal.

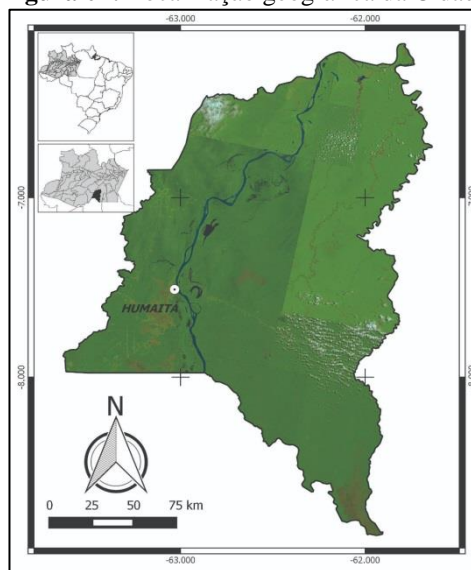
Foi feita uma verificação da pertinência dos títulos ao tema Biotecnologia. Essa verificação consistiu na observação da citação o no conjunto de palavras que melhor expressaram o conteúdo sobre Biotecnologia. Esse conjunto de palavras foi definido a partir das ementas identificadas e relacionadas com o tema Biotecnologia.

4.2.2. Pesquisa Descritiva

Para a coleta de dados, foi realizada a observação direta extensiva, na qual, inclui-se a aplicação de questionário. Esta é realizada através do questionário, do formulário, de medidas de opinião e atitudes e de técnicas mercadológicas (MARCONI e LAKATOS, 2003). Utilizou-se a técnica de questionário, “um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador” (MARCONI e LAKATOS, 2003, p. 201). O questionário foi enviado aos estudantes por meio do sistema do Google formulários, e depois de preenchido, o pesquisado devolveu ao pesquisador.

Esta pesquisa foi desenvolvida no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) Campus Vale do Rio Madeira da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) localizado na Avenida Circular Municipal, nº 1805, Bairro São Pedro, cidade de Humaitá-AM (Figura 01).

Figura 01: Localização geográfica da Cidade de Humaitá-AM



Fonte: FREITAS, 2019.

O município de Humaitá está associado à Mesorregião do Sul Amazonense e Microrregião do Madeira. Localiza-se no interior do Estado do Amazonas distando a 592 km da capital Manaus- AM. Possui uma população de 44. 227 habitantes [senso 2010] com população estimada para o ano de 2019 de 55.080 habitantes (IBGE, 2019).

Por se tratar de pesquisa realizada com seres humanos, solicitou-se à autorização para a direção da referida instituição (anexo- Termo de anuência) em seguida, esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sendo aprovada de acordo com o CEP/

CAAE: 25409319.4.0000.5020, com o número do parecer: 4.086.352 (anexo- Parecer consubstanciado do CEP).

Participaram desta pesquisa, estudantes periodizados e não periodizados que cumpriram o mínimo de 60% da carga horária completa no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química.

Ao estabelecer o critério para seleção dos sujeitos para participarem da pesquisa objetivou-se captar informações e consequente interpretação dos dados mediante a vivência acadêmica de estudantes que em tese, concluíram pelo menos 60% das disciplinas do curso de graduação.

Considerando o panorama social e a crise estabelecida na saúde mundial devido à pandemia da COVID-19, bem como o cumprimento do isolamento e distanciamento social recomendado pelo serviço de saúde, criou-se um grupo de WhatsApp com estudantes do curso de Bio/Qui que se enquadravam nos critérios, onde todos os integrantes passaram a ser administradores do mesmo, estes adicionaram outros colegas do curso que se enquadravam no critério dessa pesquisa. Os endereços eletrônicos foram disponibilizados pelos próprios estudantes.

Em seguida, os estudantes foram informados sobre a execução da pesquisa bem como os fins que justificam tal, utilizando diálogos formais. Com isso, optou-se por encaminhar aos mesmos o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Apêndice I) por meio do sistema virtual do Google formulários aos vossos e-mails. Os estudantes que concordaram em participar desta pesquisa deram o parecer favorável ao termo (termos em anexo), cumprindo com o disposto na Resolução N° 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012).

O TCLE foi disponibilizado entre 24-29 de junho, já o questionário (Apêndice II), ficou disponível entre os dias 29 jun. a 03 jul. do corrente ano. Sobre o TCLE, 20 estudantes deram ciência do mesmo, já em relação ao questionário, apenas 18 responderam de forma virtual, por este motivo, *a priori* a análise foi feita com base nesse quantitativo.

A cada questionário respondido, foi atribuído um código, ou seja, todos os questionários estão classificados por ordem de chegada no sistema virtual do Google formulário. Sendo assim, as respostas dos estudantes serão mencionados nesta pesquisa como E01 (Entrevistado 01, e assim por seguinte); E02; E03... E18.

Nesta etapa da pesquisa levou-se em consideração que o ser humano é um ser biopsicossocial, ou seja, que existem influências Biológicas, Psicológicas e Sociais que vão favorecer a construção da percepção cognitiva de mundo e que, implicará na sua formação.

O questionário virtual aconteceu mediante o sistema do Google formulários e teve como objetivo a busca de informações sobre o perfil dos estudantes e dados que permitiram entender a percepção dos mesmos por Biotecnologia e incitando-os a recordar ou relatar experiências que faziam alusão ao assunto, e também compreender como a abordagem de conteúdo pode ser um marcador de mudança de comportamento sobre assuntos que afetam o meio natural, elencando possíveis impactos dos efeitos da abordagem de conteúdos biotecnológicos percorridos em algum momento na carreira estudantil dos pesquisados.

O questionário virtual foi de cunho semiestruturado, composto de 20 (vinte) perguntas abertas, fechadas e mistas, as quais tiveram a finalidade de buscar compreender o entendimento do ensino de Biotecnologia na percepção dos alunos e com isso buscou-se elencar a discussão da totalidade das abordagens sobre o ensino dessa Ciência no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química numa contradição de ideias estabelecidas mediante as respostas dos estudantes.

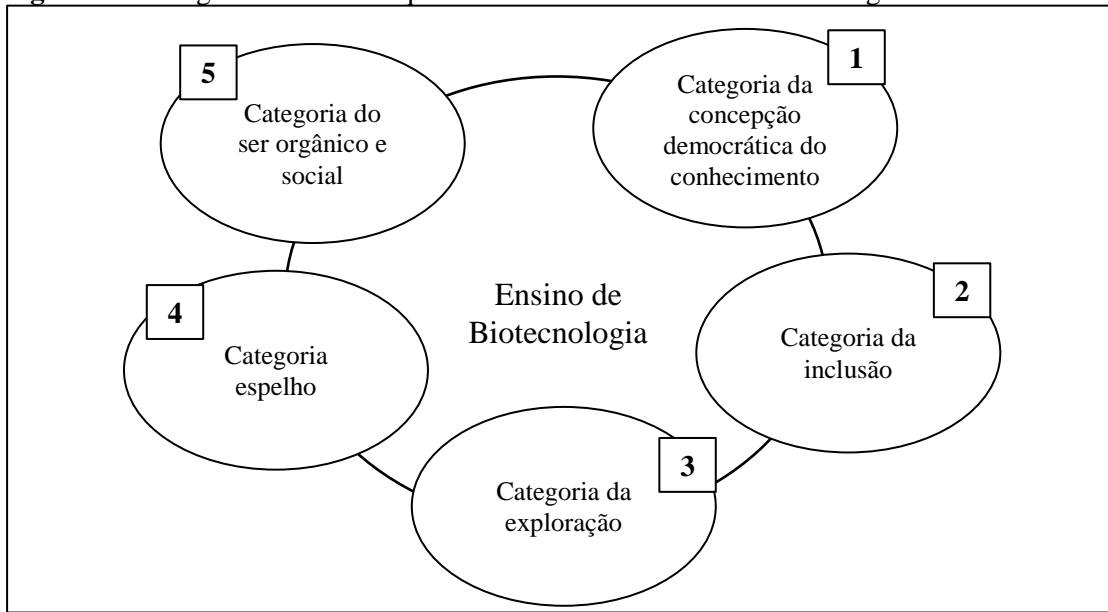
4.3. Análise dos dados

Na análise do arcabouço normativo do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, levou-se em consideração o parecer nº CNE/CES 1.301/2001, publicado no Diário Oficial da União de 7/12/2001, Seção 1, p. 25, que dispõe das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas, em consonância com a resolução Nº CNE/CES 7, de 11 de março de 2002 que estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, integrantes do Parecer 1.301/2001, no qual deve ser orientada a formulação do projeto pedagógico do referido curso.

Com relação ao questionário virtual, após aplicação, as unidades de análise foram agrupadas em alguns subtemas a fim de facilitar a análise, discussão e compreensão dos resultados. Em seguida, as análises foram baseadas nas categorias de análises do método de pesquisa denominado Materialismo Histórico e Dialético que foram determinadas a partir dos resultados obtidos da pesquisa e cumprimento dos objetivos específicos.

Foi possível projetar uma sequência de como pode ocorrer o ensino desta área do saber no Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente- IEAA/UFAM de Humaitá-AM, campus vale do Rio Madeira, por isso, a partir da pesquisa se determinou as categorias de análises consideradas determinantes para a popularização e o ensino de Biotecnologia, conforme a figura 02:

Figura 02: Categorias de análise que determinam o ensino de Biotecnologia



Quanto ao tratamento do questionário virtual, estes foram analisados numa abordagem quanti e qualitativa, onde foram usados dados expressos em porcentagens, figuras e quadros que facilitaram a sua interpretação e discussão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. O ensino de Biotecnologia em sua afirmação

A Biotecnologia tem despertado o interesse da sociedade em geral devido a possibilidade de aplicação de técnicas mais elaboradas na solução de uma variedade de problemas que envolvem questões sociais, éticas e ambientais. Problemas esses, geralmente ocasionados pela própria ação humana.

Sendo a Biotecnologia uma Ciência interdisciplinar, com enorme poder de impacto inerente às possibilidades de aplicação do conhecimento sobre os mecanismos que controlam a vida, torna-se necessário que as pessoas tenham um entendimento claro sobre esse poder usado na manipulação das formas de vida em favor das necessidades humanas, pois, somente assim as pessoas poderão fazer uso consciente dos produtos e serviços obtidos com a aplicação desse conhecimento.

Essa preocupação deve ser maior em um país como o Brasil, com notável potencial econômico associado à sua diversidade étnica e aos seus recursos naturais, dentre os quais, evidencia-se a diversidade biológica, além de enfrentar graves problemas sociais, como o baixo grau de instrução da maior parte de sua população.

O Brasil tem a frente um grande desafio, o de, por um lado, implementar o uso sustentável da sua valiosa diversidade biológica, uma grande riqueza natural com enorme potencial de uso atual e futuro, com geração de riquezas para o Brasil; por outro lado, os riscos ambientais potenciais do uso dessa diversidade. O país precisa amadurecer o debate sobre os diversos temas relacionados ao uso sustentável da diversidade biológica, entre eles a biotecnologia, e fortalecer os mecanismos sociais, políticos e institucionais que permitiram obter um benefício pleno deste enorme capital natural (FONTES, 1999, p. 30).

Além das questões materiais de sobrevivência, os indivíduos necessitam consolidar a construção de suas identidades como cidadãos críticos, sensatos e proativos, o que de certa forma é moldado pelas condições materiais de sobrevivência, mas, que depende também, do aprendizado que cada um recebe, seja pela educação informal ou pela educação formal. Sobre a escola formadora do estudante cidadão ciente de seus direitos e deveres, Freire (1997) apontado por Gadotti afirmou:

Escola cidadã é aquela que se assume como um centro de direitos e de deveres. O que a caracteriza é a formação para a cidadania. A Escola cidadã, então, é a escola que viabiliza a cidadania de quem está nela e de quem vem a ela. Ela não pode ser uma escola cidadã em si e para si. Ela é cidadã na medida mesma em que se exercita na construção da cidadania de quem usa o seu espaço. A Escola Cidadã é uma escola coerente com a liberdade. É coerente com seu discurso formado, libertador. É toda escola que brigando para ser ela mesma, luta para que os educandos - educadores

também sejam eles mesmos. E, como ninguém pode ser só, a Escola Cidadã é uma escola de comunidade, de companheirismo. É uma escola de produção comum do saber e da liberdade. É uma escola que vive a experiência tensa da democracia (2010, p. 69).

Nesse contexto, considera-se importante analisar as abordagens de ensino sobre Biotecnologia no Brasil, pois os cidadãos possuem diferentes necessidades e valores que se desenvolveram dentro de um espaço geográfico ao longo de um processo histórico de construção, fortemente influenciado pelo sistema formal de educação.

É pertinente a preocupação, não somente sobre a aplicação e o entendimento das técnicas de Biotecnologia, mas, também sobre como vem ocorrendo o ensino de Biotecnologia, pois são a partir dos valores construídos com a ajuda da educação que são estabelecidas as bases das relações entre os indivíduos, e desses com os recursos naturais.

Por isso, tal sessão foi elaborada com a intenção de apresentar um panorama das abordagens que foram dadas por trabalhos na área de Biotecnologia, especificamente, busca fazer uma análise do discurso teórico sobre o ensino de Biotecnologia no Brasil, contextualizando o momento social e econômico atual, levando-se em consideração a importância da abordagem dos assuntos dessa Ciência para a construção de um pensamento crítico quanto às possibilidades que ela nos oferece.

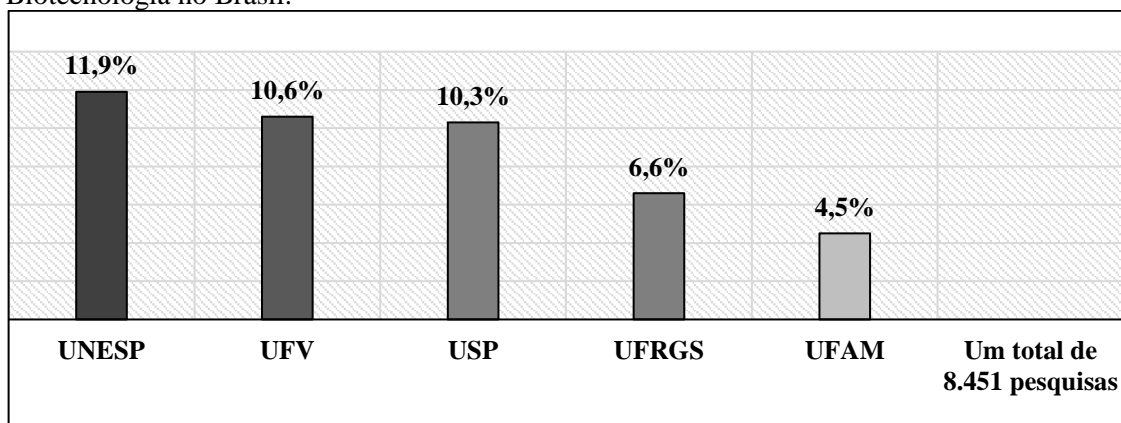
Após abordagem inicial constatou-se que na BDTD existiam, até novembro de 2019, um total de 580.886 (quinhentos e oitenta mil, oitocentos e oitenta e seis) trabalhos das mais diversas áreas do conhecimento, entre 116 instituições de ensino superior, sendo 427.161 (quatrocentos e vinte e sete mil, cento e sessenta e um) dissertações e 153.725 (cento e cinquenta e três mil setecentos e vinte e cinco) teses.

Em seguida, ao empregar-se o descritor *Biotecnologia* como critério de busca, na opção “todos os campos”, obteve-se um total de 8.451 (oito mil quatrocentos e cinquenta e um) trabalhos. Desse total, 5.422 (cinco mil, quatrocentos e vinte e dois) foram dissertações e 3.029 (três mil, e vinte e nove) teses. Isso significa que em comparação ao total geral de trabalhos cadastrados na BDTD, apenas 1,45% foram identificadas pelo descritor “Biotecnologia”.

Dos 8.451 (oito mil, quatrocentos e cinquenta e um) trabalhos de dissertações e teses que envolvem Biotecnologia, destacam-se cinco universidades: 1º- Universidade Estadual Paulista (UNESP) com 1.012 (um mil e doze); 2º- Universidade Federal de Viçosa (UFV) com 896 (oitocentos e noventa e seis); 3º- Universidade de São Paulo (USP) com 867 (oitocentos e sessenta e sete); 4º- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com 562 (quinhentos e sessenta e dois); 5º- Universidade Federal do Amazonas (UFAM) com 381

(trezentos e oitenta e um). Em termos percentuais, tem-se a seguinte distribuição mostradas na figura 03:

Figura 03- Participação percentual das Universidades que mais produzem DT envolvendo Biotecnologia no Brasil.



Fonte: Base de dados online BDTD, endereço eletrônico: <http://bdttd.ibict.br/vufind/>.

5.1.1. Quantitativo de obras sobre Biotecnologia no Brasil

Considerando os trabalhos cadastrados na BDTD desde o ano de sua criação, no final do ano de 2002, nota-se que 43,9% das dissertações e teses correspondem as 05 universidades que mais publicaram trabalho apresentadas na figura 03. Além disso, a região sudeste do Brasil é onde se localiza o maior número de teses e dissertações sobre Biotecnologia. Esta região apresenta três IES (instituições de Ensino Superior), a USP, UNESP e UFV, que se destacam pela sua alta produção científica em geral. Com exceção da USP, a UNESP e a UFV são consideradas como de alto desempenho em relação às demais, segundo o Índice Geral de Cursos (IGC/2018, atualizado em 15 de janeiro de 2020).

A UNESP oferece cursos de mestrado e doutorado em Biotecnologia dentro da grande área do conhecimento Multidisciplinar e de Ciências Agrárias. O curso de Biotecnologia (conceito 4) e o de Biotecnologia Animal (conceito 5), ambos a nível de mestrado e doutorado acontecem na cidade de Botucatu-SP. E na cidade de Araraquara-SP é ofertado o curso em Biotecnologia (conceito 6), a nível de mestrado e doutorado.

Outro fato relevante que é possível interpretar na figura 03 está relacionado com a região norte do Brasil, que se apresenta como a 3º região com maior número de pesquisas sobre Biotecnologia. A região está representada pela UFAM, ocupando o 5º lugar entre as IES que mais apresentam trabalhos sobre Biotecnologia no Brasil. Essa universidade de acordo com o relatório de avaliação 2013-2016 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na área de Biotecnologia quadrienal de 2017 apresenta em seu

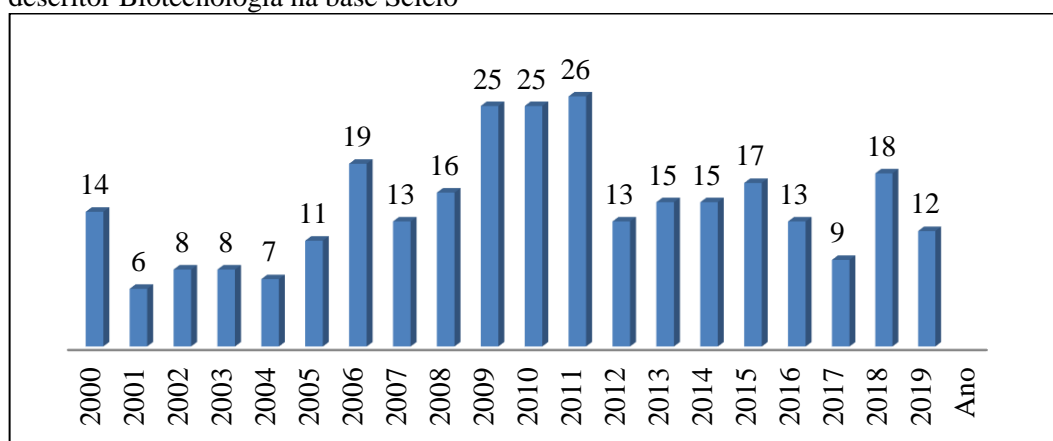
reduzido o curso em Biotecnologia (conceito 4) a nível de mestrado e doutorado, o curso de Biodiversidade e Biotecnologia-REDE a nível de doutorado (conceito 4), todos acontecem na capital do estado do Amazonas, Manaus, mas também oferece o curso de graduação em Biotecnologia, tanto em Manaus como no campus do município de Coari.

A Pós- Graduação em Biotecnologia oferecida pela UFAM ainda pode ser considerada como relativamente nova em relação às demais do País, o que torna expressiva sua colocação frente a outras Instituições que são referências na área de Biotecnologia.

Por outro lado, tendo em vista que a Amazônia é considerada a maior floresta tropical do mundo e também, por possuir uma grande biodiversidade, pode-se dizer que 4,5% do total de pesquisas que tratam sobre Biotecnologia são poucas. Isso se levar em conta o fato de que a biodiversidade é a matéria prima para o desenvolvimento dos produtos da Biotecnologia e pela ocorrência de problemas ambientais que acometem nessa região do Brasil. Problemas esses que poderiam receber uma atenção maior mediante ao uso dos processos biotecnológicos desenvolvidos nos últimos anos.

Com base nos resultados da busca, abrangendo os últimos 20 anos, realizada na base de dados Scielo, usando-se o descritor: *Ensino de Biotecnologia* obteve-se 06 (seis) artigos, e 02 (dois) com o descritor: *Percepção de Biotecnologia*. Porém, ao utilizar-se o descritor: *Biotecnologia*, foram identificados 290 artigos, publicados no período de 2000-2019, conforme a figura 04.

Figura 04: Distribuição temporal do número de artigos científicos identificados pelo descritor Biotecnologia na base Scielo



Fonte: Base de dados online Scielo, endereço eletrônico: <https://www.scielo.org/>

A figura 04 demonstra que entre 2009 a 2011 foi o período no qual se tem o maior número de artigos publicados por ano sobre o tema Biotecnologia, no entanto não se pode descartar a relação desses trabalhos com o ensino de Biotecnologia, pois, em sua íntegra os artigos são tratados como artigos de opinião, ou como de aplicação, ou seja, uso de técnicas

de Biotecnologia para gerar um produto ou serviço. Este fato foi consubstanciado com os resultados da análise sobre os artigos identificados pelo descritor: *Biotecnologia*, resultando em 290 artigos. A análise dos 290 artigos resultou na identificação de 05 artigos que se relacionaram com o ensino de Biotecnologia e 05 artigos com percepção de Biotecnologia, conforme quadro 01:

Quadro 01- Relação de artigos identificados na Scielo que apresentaram correspondência com o tema Ensino de Biotecnologia e Percepção sobre Biotecnologia no Brasil nos últimos 20 anos

BASE DE DADOS: Scielo			
ENSINO DE BIOTECNOLOGIA			
Item	Título do trabalho	Instituição	Ano
Scielo- 01	Você já comeu DNA hoje? Divulgação científica durante a Semana da Ciência e Tecnologia no Brasil	Netherlands Cancer Institute - NKI	2013
Scielo- 02	O corpo e seus limites: Entre o tecnicismo biológico e a narrativa estética	UNIFOR	2011
Scielo- 03	Educação em biossegurança e bioética: articulação necessária em biotecnologia	UFRJ	2009
Scielo- 04	Um rosto para vestir, um corpo para usar: Narrativa literária e Biotecnologia	UNIOESTE	2008
Scielo- 05	A produção de memória biotecnológica e suas consequências culturais	Lancaster University	2003
PERCEPÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA			
Item	Título do trabalho	Instituição	Ano
Scielo- 06	Controvérsias sobre os transgênicos nas compreensões de professores de química	UFSC	2018
Scielo- 07	Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético	CPM-BA	2013
Scielo- 08	Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: Possíveis Interconexões na Construção do Conceito de Biotecnologia	UEL	2012
Scielo- 09	Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas	USP	2012
Scielo- 10	Saber científico e conhecimento espontâneo: Opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos	UEM	2008

Fonte: <https://www.scielo.org/>

Em relação às dissertações e teses na BDTD, além de se fazer o uso dos mesmos descritores usados para busca de artigos, afinou-se a pesquisa ao se buscar nos quesitos “todos os campos”, “assunto” e “título”, porém, constatou-se que tal procedimento não se mostrou eficiente, pois, muitos dos trabalhos foram notados em todos os quesitos, independente do quesito utilizado, resultando-se nos quantitativos apresentados no quadro 02.

Quadro 02- Número de trabalhos identificados na BDTD que relacionam o Ensino de Biotecnologia e Percepção sobre Biotecnologia no Brasil nos últimos 20 anos

Relação de DT no quesito: Todos os campos				
Banco de dados	Descritores	Tipo de trabalho	Total por tipo	Total por descritor
BDTD	Ensino de Biotecnologia	Dissertação	108	171
		Tese	63	
BDTD	Percepção sobre Biotecnologia	Dissertação	23	39
		Tese	16	
Total geral				210
Relação de DT no quesito: Assunto				
Banco de dados	Descritor	Tipo de trabalho	Total por tipo	Total por descritor
BDTD	Ensino de Biotecnologia	Dissertação	05	10
		Tese	05	
Total geral				10
Relação de DT no quesito: Título				
Banco de dados	Descritores	Tipo de trabalho	Total por tipo	Total por descritor
BDTD	Ensino de Biotecnologia	Dissertação	01	02
		Tese	01	
BDTD	Percepção sobre Biotecnologia	Dissertação	01	01
		Tese	-	
Total geral				03

Fonte: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

No quadro 02 é possível notar que ao se efetuar a busca em “Todos os campos”, usando-se os descritores- “*Ensino de Biotecnologia*” e “*Percepção de Biotecnologia*” resultou-se em número relevante de pesquisas, mas, em comparação ao número de pesquisas que relacionam os mesmos descritores no campo “Assunto” e “Título”, nota-se contradição de resultados.

Também é possível notar que não houve correspondência de trabalhos quando se adotou o descritor: *Percepção sobre Biotecnologia* no campo “Assunto”. Esse fato, nos leva a pensar que a busca avançada nos campos “Assunto” e “Título” diminuiria as chances de se encontrar obras que de alguma forma guardam relação com os descritores: *Ensino de Biotecnologia e Percepção sobre Biotecnologia*.

Nessa situação, para facilitar a discussão dos dados obtidos e ao mesmo tempo melhorar a confiabilidade dos resultados, jugou-se necessário classificar as 210 pesquisas encontradas ao se adotar a estratégia “Todos os campos”.

Dos 210 trabalhos levantados, foram selecionados os que apresentaram alguma relação com os descritores mencionados, quando foi considerada a pertinência dos resumos e

metodologias adotadas nos trabalhos, os conceitos, palavras, frases que relacionaram de maneira integral os descritores já mencionados.

Nesse sentido, além de serem analisados do ponto de vista crítico, os trabalhos estão listados no tópico 5.1.2- Pesquisas sobre o Ensino de Biotecnologia no Brasil, e no tópico 5.1.3- Pesquisas sobre a Percepção de Biotecnologia no Brasil.

5.1.2. Pesquisas sobre o Ensino de Biotecnologia no Brasil

Para o descritor: *Ensino de Biotecnologia*, foram identificadas apenas 08 (oito) entre 171 trabalhos, listados no quadro 03.

Quadro 03- Relação de DT que apresentaram correspondência com Ensino de Biotecnologia no Brasil

DESCRITOR: ENSINO DE BIOTECNOLOGIA			
TIPO: DISSERTAÇÃO			
Item	Título do trabalho	Instituição	Ano
^[1] D-EB01	Biotecnologia no Ensino Médio e os Indicadores de Alfabetização Científica.	UNIFEI	2013
D-EB02	Formação complementar de professores de ciências biológicas: análise de um curso de atividades práticas envolvendo os conteúdos de genética, evolução e biotecnologia.	UEL	2015
D-EB03	Discursos de genética em livro didático: implicações para o ensino de biologia	UFSC	2016
D-EB04	Contribuições da Bioética às práticas docentes de Biologia em escolas públicas de ensino médio no Distrito Federal.	UnB	2017
TIPO: TESE			
Item	Título do trabalho	Instituição	Ano
^[2] T-EB01	O sujeito biotecnológico na viagem pelo reino das batatas transgênicas, porquinhos fosforescentes e almas codificadas.	PUCRS	2008
T-EB02	O Jogo do Genoma: um estudo sobre o ensino de Genética no Ensino Médio.	FIOCRUZ	2009
T-EB03	Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de biotecnologia por alunos do ensino médio.	UEL	2011
T-EB04	Bioética para estudantes de ciências biológicas: investigação sobre os fundamentos que compõem ou deveriam compor a área.	UNESP	2015

Fonte: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

É possível listar algumas observações sobre as dissertações e teses que foram selecionadas por apresentarem alguma relação com o ensino de Biotecnologia. Primeiramente, sobre a D-EB01 de Garcia (2013): a importância da pesquisa dar-se por seu

^[1] Dissertação- Ensino de Biotecnologia 01, e assim por diante.

^[2] Tese- Ensino de Biotecnologia 01, e assim por diante.

objetivo e intencionalidade. O trabalho discute a alfabetização científica para propiciar o ensino de Biotecnologia a estudantes do ensino básico numa perspectiva de postura ativa do ser social. Esse ponto de vista está em acordo com o que afirma Bybee (1977), citado por Cachapuz; Pérez, *et al.*, (2011, p. 19) sobre a alfabetização científica:

A expressão de um amplo movimento educativo que se reconhece e mobiliza atrás do símbolo da “*alfabetização científica*”, mas que acarreta, ao mesmo tempo, o perigo de uma ambiguidade que permite a cada pessoa atribuir-lhes significados distintos, e explica as dificuldades em conseguir um consenso sobre como e para onde direcionar a sua aplicação.

A alfabetização científica ainda é vista por muitos como um eixo que se preocupa apenas com o ato de ensinar o sujeito a ler e escrever. Com foco no ensino de Biotecnologia, a alfabetização científica deve fornecer conhecimento científico suficientes para que os indivíduos saibam interpretar os fenômenos, além de resolver problemas que são derivados da sua realidade e depois dos problemas mais globais. Cachapuz; Pérez, *et al.*, (2011, p. 19) apontam que “a ideia de alfabetização sugere objetivos básicos para todos os estudantes, que convertem a educação científica em parte de uma educação geral”.

Corroborando com a questão anterior, é compreensível dizer, que esses fatores estão materializadas no dia a dia do estudante, no movimento e transformação da sua realidade. Desse modo a alfabetização científica permite que o sujeito em sua condição de ser racional construa um pensamento crítico por meio da contradição, questionamentos, investigação das relações sociais que podem implicar na sua maneira de agir diante dos problemas.

Em se tratando do ensino de Biotecnologia, faz-se necessário considerar dois aspectos da alfabetização científica. Primeiramente, a contribuição para a formação dos valores do cidadão livre e dotado de direitos e deveres dentro de uma realidade social. Em segundo lugar, o fato de que a alfabetização contribui para inspiração de futuros cientistas, os quais terão suas decisões moldadas a partir do conjunto de valores formados com a contribuição da educação que tiveram.

Além disso, é válido apontar que o direcionamento nesse eixo se torna importante a medida que permite o estudante desenvolver atitudes e valores para agir de maneira consciente e obter a sensibilidade em atos concretos que foram determinados ou influenciados pelas abordagens do ensino de Biotecnologia.

O fato é que, questões como esta irão influenciar na formação acadêmica do estudante e posterior na sua atuação profissional. Esta preocupação é reforçada na dissertação D-EB02 de Carvalho (2015) ao analisar as atividades práticas de Genética, Evolução e

Biotecnologia, e investigar suas possíveis contribuições nas necessidades formativas de professores.

Em se tratando das Teses, destaca-se T-EB01 de Hüning (2008) no qual versa sobre a centralidade da Biotecnologia e a sua importância na constituição e compreensão da subjetividade na contemporaneidade, e também analisa o uso da Biotecnologia e a intensificação de enunciados sobre a mesma na vida cotidiana.

Na tese T-EB02 de Freire (2009) vislumbra-se discutir a genética clássica e moderna a partir da avaliação: 1) do espaço dedicado [aos esses] assuntos nos livros didáticos; 2) da análise dos posicionamentos dos estudantes a respeito dos novos conceitos da “Nova Biologia”; 3) do desenvolvimento e da discussão do uso do “Jogo do Genoma” entre estudantes de Ensino Médio.

E, no trabalho T-EB03 de Klein (2011) objetiva-se pensar sobre algumas questões que permeiam a linguagem do livro didático, mais especificamente no que se refere aos discursos de Genética. O interesse deste trabalho se volta para essa área da Biologia devido à importância adquirida nos últimos anos pelas inovações científicas e tecnológicas, principalmente no que toca a Biologia Molecular e Biotecnologia (Nova Biologia). Assim, a relação que permeia as abordagens entre os trabalhos mencionados apontam para as práticas didáticas no ensino de Biotecnologia como sendo essenciais na concretização formativa do sujeito social-crítico, ativo.

Às práticas de ensino, somam-se às ferramentas didático-pedagógicas para garantir a eficiência na abordagem de assuntos que envolvem de maneira geral as Ciências Naturais e em específico o ensino de Biotecnologia. Embora esta, já se apresente como algo fascinante, é importante estimular os estudantes com metodologias diferenciadas. Pensando nisso, é necessário entender que o método tradicional e as práticas de caráter demonstrativo não são procedimentos metodológicos únicos e imutáveis. Amaral (1988, p. 70) afirma que,

[...] Em ambos os casos, ela consiste basicamente na transferência de crescimentos para um aluno intelectualmente passivo. Além disso, caracteriza-se também por privilegiar os esquemas lógicos da Ciência e da mente adulta em detrimento da forma como o aluno pensa, por distanciar-se da realidade cotidiana do estudante, por deturpar a real natureza do conhecimento científico apresentado- o como algo necessariamente verdadeiro e definitivo, por mitificar a Ciência (e o cientista) apresentando- a como uma instituição política, social, econômica e culturalmente neutra [...].

O docente deve proporcionar aos estudantes, não somente a sistematização de conteúdos previamente estabelecidos pelos parâmetros normativos de onde atua, mas, permitir a realização de propostas que vão contribuir para que o estudante seja autor de ações que

serão refletidas em sua vida e de outras pessoas. As práticas didáticas atuam nesse sentido, ou seja, auxiliam o estudante a compreender com melhor propriedade os assuntos discutidos em sala de aula, previstos principalmente nos livros didáticos. A partir disso, surge uma outra questão a ser discutida: Qual abordagem de Biotecnologia vem sendo dada nos livros didáticos?

Na pesquisa de D-EB03 de Montalvão Neto (2016) foi feita uma busca sobre o discurso de conteúdo relacionado à Genética nos livros didáticos do ensino médio, sendo que o autor direciona sua preocupação para Biologia molecular e Biotecnologia. Percebe-se que o autor do trabalho reconhece o assunto de Biotecnologia apenas como um critério para constatar e entender o panorama sobre o ensino de genética no ensino médio, mas não trata sobre as implicações desse conteúdo na formação dos valores que os discentes poderão expressar quando tratarem questões relacionadas com as formas de vida em geral.

É notório que a abordagem sobre Biotecnologia nas escolas de ensino básico é feita de maneira superficial. Esse assunto recebe pouco espaço e tempo nas abordagens de conteúdos realizadas em sala de aula por parte dos professores.

Ainda que neste trabalho não se pretenda fazer uma análise da abordagem de ensino da Biotecnologia no ensino básico, se faz importante abrir um espaço para chamar a atenção para o que deveria ser tratado nas abordagens do tema durante a formação de professores de Ciências Naturais, os quais atuam no ensino básico, especialmente nas disciplinas de Biologia ofertadas aos cursos de licenciatura.

A preocupação com a abordagem que é dada ao tema Biotecnologia durante os cursos de licenciatura em Ciências Naturais ou em Biologia se justifica ao se considerar os efeitos sobre a motivação ou desmotivação do interesse sobre esse tema que tem valor estratégico para as futuras gerações de um país que possui a maior matéria prima para Biotecnologia, a biodiversidade, mas que ao mesmo tempo possui diversos problemas sociais associados ao desemprego de uma massa de Recursos Humanos desperdiçados pela falta de uma formação escolar adequada para atual realidade de organização do modo de produção. As abordagens que são dadas podem estar corroborando para o fracasso escolar do estudante que poderia ter interesse pelos estudos de Biotecnologia.

A nova metodologia de ensino delineada exige um professor de ciências bastante diferente daquele que atua hoje em nossa escola. O professor não mais poderá lidar com conteúdo prévio e unicamente estruturados segundo a lógica da Ciência, os conceitos não poderão ser representados na forma rígida e definitiva e o conhecimento científico e universal não mais poderá ser tratado dissociado da realidade cotidiana do

estudante. Consequentemente, o livro didático, pelo menos na forma como o conhecemos, não mais poderá ser o recurso didático por excelência, que substitui o professor nas tarefas de seleção e organização de seus objetivos, conteúdos e procedimentos didáticos. Cada realidade escolar e cada momento do processo de ensino e aprendizagem exigirá soluções singulares e apropriadas, muito distantes da padronização e estruturação rígida proporcionadas pelo livro didático usual (AMARAL, 1988, p. 72).

Diante do que afirma Amaral (1988), é provável que o estudante finalize o ensino básico com conhecimento singular sobre Biotecnologia. No Nível superior, nos cursos de Ciências Naturais, por exemplo, nos de Licenciatura em Biologia, as confusões conceituais sobre Biotecnologia tornam-se notáveis. Além disso, e não menos importante, pode-se perceber que há dificuldade do entendimento sobre a relação entre Biotecnologia como Ciência e a tecnologia que sustenta o cerne desta área do conhecimento, e que amplamente auxilia nos estudos da biologia para solução de problemas da humanidade.

Em se tratando do ensino de Biotecnologia é crucial que os docentes/educadores, pesquisadores/cientistas, técnicos, entre outros possam evitar o simplismo e as deformações que distanciam a realidade científica no tratamento de questões que afetam a sociedade como um todo, sendo necessária a intervenção de saberes científico.

Somos conscientes da dificuldade que implica falar de uma “imagem correta” da atividade científica, que parece sugerir a existência de um suposto método universal, de um modelo único de desenvolvimento científico. É preciso, evitar qualquer interpretação deste, mas não se consegue renunciando a falar das características da atividade científica, mas sim com um esforço consciente para evitar simplismos e deformações claramente contrárias ao que se pode compreender, no sentido amplo, como “aproximação científica do tratamento de problemas (CACHAPUZ, PÉREZ, *et al.*, 2011, p. 37).

É importante antes de tudo o entendimento da área de atuação de Biotecnologia, pois, quando utilizada de maneira correta pode agregar apoio de subsistência a um determinado grupo social. O fato é: para se entender a Biotecnologia é importante se fazer um retrospecto histórico de questões biotecnológicas que ganharam e passaram a ser reconhecidas como questões relacionadas à Bioética.

Nas pesquisas de D-EB04 de Guimarães (2017) e T-EB04 de Siebert (2015) as autoras chamam atenção para questões que envolvem a Bioética na construção do saber em Biotecnologia, principalmente para a Biotecnologia moderna em virtude de despertar dúvidas quanto aos benefícios ou não dessa Ciência quando são aplicadas técnicas que estão diretamente relacionadas com a vida humana. Não se pretende aqui realizar definições do

certo ou errado, mas, possibilitar questionamentos que sirvam de reflexões quanto a utilização da Biotecnologia. Garrafa (1999, p. 15) aponta que,

a Bioética não chegou pautada em proibições, limites ou vetos; muito menos na necessidade imperiosa que alguns veem de que tudo deve ser regulamentado, codificado e legalizado. Pelo contrário, está baseada no respeito ao pluralismo moral existente no mundo de hoje, no pluralismo religioso, de sexualidade, de ideologias, etc. [...] A bioética trabalha, portanto, o pluralismo moral e a liberdade, com responsabilidade.

Diante do que expõe Garrafa (1999) no texto acima, a bioética não se apresenta com objetivo de proibição às técnicas desenvolvidas pela Biotecnologia, mas, sob outra perspectiva, é interessante ressaltar sua importância como fator crucial para o equilíbrio entre as técnicas desenvolvidas pelo avanço das aplicações das ciências relacionadas a vida e os valores de uma sociedade, os quais devem ser cultivados com auxílio dos processos de ensino formativo.

Por isso, a bioética é útil para resolver, esclarecer, e de modo geral, subsidiar informações que servirão de delineamento a pesquisadores na solução de questões éticas aplicadas ao avanço das Ciências Naturais como a Biologia e principalmente a Biotecnologia.

5.1.3. Pesquisas sobre a percepção de Biotecnologia no Brasil

Entende-se que a percepção é um constructo de ideais que é construída pelo estudante a partir do processo de ensino-aprendizagem. O reflexo desse processo está implícito em boa parte, nas práticas de ensino que os docentes propõem como instrumento para o aprendizado, neste cenário, permite-se que o estudante possa pensar criticamente, agir e reproduzir determinado assunto. Por isso, é necessário organizar novas práticas de ensino para serem desenvolvidas com o público estudantil e que vão favorecer subterfúgio para a participação destes.

As estratégias de ensino podem ser construídas a partir da percepção, anseio ou opinião dos estudantes, conforme são realizados alguns trabalhos pensados nessa perspectiva. Então, pesquisando-se obras a partir do descritor- *Percepção sobre Biotecnologia* na BDTD no critério “todos os campos” e entre as 39 obras que apareceram, foram selecionadas 11 obras (quadro 04), considerando-se a pertinência dos resumos e metodologias adotadas nas dissertações e teses, bem como os conceitos, palavras, frases que relacionaram de maneira integral o descritor mencionado.

Quadro 04- Relação de DT que apresentaram correspondência com Percepção de Biotecnologia no Brasil

DESCRITOR: PERCEPÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA			
TIPO: DISSERTAÇÃO			
Item	Título do trabalho	Instituição	Ano
^[3] D-PB01	Não é ficção científica, é ciência: a genética e a biotecnologia em revista.	UFRGS	2001
D-PB02	Significados sociais das biotecnologias: interesses e disputas em torno dos organismos geneticamente modificados (OGMs) no Rio Grande do Sul.	UFRGS	2004
D-PB03	As concepções de cientistas brasileiros sobre a tecnociência: um estudo a partir da CTNBio.	UNICAMP	2009
D-PB04	Compreensões de professores sobre abordagens da biotecnologia no ensino de química.	UFSC	2014
DPB05	Os transgênicos na visão de professores e alunos do curso de Agronomia do IFNMG Campus Januária.	UFSC	2015
D-PB06	A percepção do consumidor sobre o uso de organismos geneticamente modificados em alimentos.	UNICAMP	2015
DPB07	A temática biotecnologia na formação inicial de professores de biologia: o que dizem licenciados em fase de conclusão do curso.	UNESP	2016
D-PB08	A identidade profissional docente do egresso do curso de Licenciatura Dupla em Ciências: Biologia e Química/ISB/UFAM Coari- AM.	UFAM	2016
D-PB09	A produção de corpos pelo discurso biotecnológico no currículo de formação em ciências biológicas.	UFS	2019
TIPO: TESE			
Item	Título do trabalho	Instituição	Ano
^[4] T-PB01	Conhecimentos básicos de genética segundo professores e docentes e sua apresentação em livros didáticos e na academia: aproximações e distanciamentos.	USP	2012
T-PB02	Biotecnologia, representação e tomada de consciência: aprendizagem nos cursos de ciência da saúde na UESB.	UFRGS	2013

Fonte: <http://bdt.d.ibict.br/vufind/>

Para se entender o processo de ensino é importante, compreender as relações que envolvem o pensamento na formulação dos conceitos e auxiliam na percepção do estudante sobre os conteúdos que são ensinados em sala de aula. É a sua percepção sobre algo, a maneira como aprende, pensa, entende e executa atividades partindo das abordagens sobre determinado assunto que outrora se faz presente no transcurso de sua carreira como estudante.

Na pesquisa de D-PB01 de Ripoll (2011) a autora aponta que nas mídias como jornais, redes sociais, páginas da web, livros como um todo estão comumente demonstrando as informações sobre a Biotecnologia e colaborando para sua visibilidade social, por outro

^[3] Dissertação- Percepção sobre Biotecnologia 01, e assim por diante.

^[4] Tese- Percepção sobre Biotecnologia 01, e assim por diante.

lado, é possível dizer que apesar disso as informações no espaço escolar são elementares, são informações que *a priori* necessitam que sejam exploradas.

Nota-se que grande parte das DT listadas no quadro 04 envolve parcial ou integralmente assuntos relacionados com a percepção sobre Biotecnologia. Essa questão motiva os sujeitos a se interessarem sobre como respectivos conteúdos vão influenciar na sua maneira de interpretar e posicionar-se sobre questões envolvendo a vida. Por esse motivo, é interessante o aperfeiçoamento das práticas didáticas, abordagens metodológicas-teóricas e práticas, utilizadas para discutir a Biotecnologia como Ciência capaz de contribuir com a mudança de comportamento social, daqueles que dela utilizam, de tal maneira que se consiga entender o processo que modificam as atitudes do homem por meio das práticas educativas. Ryan (1977, p. 188) citado por Victorino (2000, p. 138) menciona que:

O estudo sistematizado da vida social é relativamente recente na história das ciências. Não é por outro motivo que o estatuto epistemológico das ciências sociais tenha sido, desde seu início, construído com base nas ciências naturais. O comportamento social humano deveria ser investigado com o mesmo espírito objetivo que o biólogo, o físico e o químico empregam em suas observações. Não obstante o pressuposto das pesquisas sociológicas e antropológicas ser o de que o comportamento humano apresenta regularidades – e que isto seja a evidência da existência de regras.

É de suma importância compreender o sujeito em seu pleno estado de concepções de ideias, de objetos e das transformações naturais que acontecem e que os circundam rotineiramente. As atividades do dia a dia acontecem por alguém, este foi estimulado a realizá-las e, as realiza à medida que é influenciado por algo ou por alguém.

Por esse motivo é crucial buscar na percepção do sujeito, a maneira como ele entende a Biotecnologia e os assuntos relacionados com esta área do ensino. Também é importante, compreender o momento em que o estudante consegue perceber essa área e em qual circunstância.

A partir disso é possível estabelecer um elo entre os conteúdos de Biotecnologia propriamente ditos e a sua relação com a Ciência e Tecnologia. Essa relação é fortalecida até os dias atuais, especialmente na maneira como se constituem as técnicas de produção biotecnológicas. É essa ascensão que se reconhece como importante para se discutir e apresentar aos estudantes, enriquecendo o elo entre Biotecnologia, Sociedade, Ciência, Tecnologia.

Ninguém pretende hoje, evidentemente, traçar uma separação entre a ciência e tecnologia: desde a revolução industrial os técnicos incorporaram de uma forma crescente as estratégias da investigação científica para

produzir e melhorar os seus produtos. A interdependência da ciência e da tecnologia continua crescendo devido à sua incorporação nas atividades industriais e produtivas, e isso torna hoje difícil, e ao mesmo tempo, desinteressante classificar um trabalho como puramente científico ou puramente tecnológico (CACHAPUZ, PÉREZ, *et al.*, 2011, p. 39).

Então, como o ensino de Biotecnologia poderia atuar como fator de mudança de comportamento do ser social? Quando o docente instiga o estudante a conhecer os conteúdos sobre Biotecnologia, mesmo não sendo conteúdo obrigatório das Ciências Naturais, este estará possibilitando que o estudante seja apenas um reflexo (ainda que de maneira superficial) do aprendizado apenas das questões técnicas e éticas relacionadas com a Biotecnologia.

5.1.4. O ensino de Biotecnologia e suas implicações sociais

A questão que nos leva a refletir criticamente sobre as implicações sociais do ensino da Biotecnologia é que algumas áreas da Biologia como a Genética, Biologia Molecular tiveram seus impactos na maneira de pensar do homem, e por consequência no modo de desenvolver as atividades que estão relacionadas com a vida. Estas intervenções podem ser explicadas devido aos estímulos e influência do processo de evolução tecnológico que foi elementar para consolidar práticas que circundam o uso de seres vivos.

O ensino de Biotecnologia está relacionado com saberes de diversas outras áreas, por isso, acredita-se que as instituições de ensino público ou privado poderiam recorrer ao ensino de Biotecnologia para fortalecer o entendimento dos estudantes em assuntos como:

1) Questões de bioética que objetiva equilibrar as leis baseada no pluralismo moral e ético de práticas que relacionam a vida;

2) Biotecnociência, que “para algumas pessoas, nesse momento histórico pelo qual passa a humanidade, existe o perigo de a técnica vir a dominar o mundo, a sociedade e a natureza, sem mediação científica e anulando os conflitos sociais, como se eles não existissem” (GARRAFA, 1999, p. 15);

3) Políticas de biossegurança, no qual visa a prevenção, segurança, controle de qualquer procedimento científico que possa interferir na saúde humana, de animais e plantas. Seja ainda, para o profissional que dela utiliza, ou para os pacientes e meio ambiente envolvidos no processo;

4) Políticas públicas para o ensino de Biotecnologia a fim de fortalecer a trajetória dessa Ciência na elaboração e execução de projetos e programas para apoiar o seu desenvolvimento e ampliar seu debate nas instituições públicas e privadas de ensino.

De outra maneira, a evolução do entendimento do que deveria ser Biotecnologia passou por interpretações que nos dias atuais é irrisório. Nota-se que esta Ciência é entendida como área exclusiva de práticas de laboratório e principalmente de empresas privadas, uma concepção frágil e diminuta dessa área do conhecimento, fator que contribui para uma visão deformada da Ciência e da Tecnologia.

Por fim, é necessário que essa questão seja esvaziada no lugar onde a discussão científica é eficaz, ou seja, ainda nos cursos de graduação que abrangem às Ciências Naturais. Pode-se realizar debates que relacionam assuntos de Biotecnologia, e posterior que sejam implementadas com maior visibilidade nas práticas docentes, seja nas aulas teóricas ou práticas.

Após essa análise, nota-se que ainda há um entrave a ser superado para tornar o ensino de Biotecnologia mais evidente nos espaços de ensino, e isso é facilmente percebido ao se analisar os trabalhos científicos publicados nos últimos anos, onde uma margem relevante de trabalhos em Biotecnologia são discutidos como artigos de pesquisas/opinião.

É necessário desmistificar a ideia de que esta área de conhecimento está findada ao uso do laboratório, e mostrar que a Biotecnologia já faz parte de nossas vidas e vem nos afetando enquanto cidadãos, consumidores conscientes ou inconscientes de seus produtos.

É importante também, a intervenção dos professores e da comunidade escolar como um todo, não apenas aqueles que atuam no ensino básico, mas, principalmente aqueles que lecionam no ensino superior, pois, é desses espaços institucionais que irão emergir novos profissionais que poderão fortalecer as discussões sobre Biotecnologia, em sala de aula com os estudantes, ou em qualquer outro ambiente de aprendizagem, sendo crucial aprofundar uma reflexão sobre como a Biotecnologia, enquanto proposta de ensino para estudantes em todos os níveis da educação poderá colaborar para sua formação crítica do ser social.

5.2. O ensino de Biotecnologia em sua superação

5.2.1. Caracterização dos parâmetros normativos e diretrizes institucional para tratar a Biotecnologia

Nessa sessão, foi feito um levantamento, seguido de uma análise crítica sobre o arcabouço que normatiza questões funcionais e estruturais do Curso, e mais especificamente, buscou-se estabelecer uma análise integral da abordagem do ensino de Biotecnologia a partir do que dispõe o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e as abordagens de ensino-aprendizagem previstas nos planos de ensino executados no primeiro e segundo semestres do ano /2019, nas disciplinas da área de Biologia.

Com essa análise buscou-se entender o papel dos sujeitos na construção do PPC e, por conseguinte da sua história, pois, [...] “é o próprio homem que figura como ser produzindo-se a si mesmo, pela própria atividade, pelo modo de produção da vida material” [...] (GADOTTI, 1983, p. 20) e pelas atividades que podem gerir um futuro profissional promissor.

Nessa circunstância, a utilização da abordagem materialista dialética é crucial, pois, nesse panorama, se revela uma relação política-pedagógica, ou seja, se constitui naquilo que o pensamento marxista chama de práxis:

A ação, a atividade, e, no sentido que lhe atribui Marx, à atividade livre, universal, criativa e auto criativa, por meio da qual o homem cria (faz, produz), e transforma (conforma) seu mundo humano e histórico e a si mesmo; atividade específica ao homem, que o torna basicamente diferente de todos os outros seres (BOTTOMORE, HARRIS, *et al.*, 1988, p. 460).

A construção do currículo do curso deve ser pautada no sujeito como mediador do seu instrumento de trabalho, pois, [...] “a condição para que o homem se torne homem, é o trabalho, a construção da sua história. A mediação entre ele e o mundo é a atividade material” [...] (GADOTTI, 1983, p. 20). Essa atividade de construção do PPC, a qual se reduz ao trabalho da construção do currículo, vai moldar a história do curso, pois, é o principal documento que norteará os futuros profissionais, guiados e formados por ele, o PPC.

Por este motivo, dar-se-á ênfase no movimento de transformação e desenvolvimento, a antítese, que numa linguagem materialista dialética é a negação da negação, negar-se ao que existe (GADOTTI, 1983), negar-se por contradição. Então, ao se fazer uma reflexão crítica, e ao mesmo tempo construtiva, pode-se dizer que o currículo direciona o homem em sua ressignificação histórica para o convívio social, o que de certa forma, poderia ser um motivo plausível para que o assunto de Biotecnologia pudesse ser, pelo menos, nele contemplado.

De acordo com o PPC-Bio/Qui (2014/2018, p. 07), “o Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química foi criado pela resolução Nº 031/2005–CONSUNI, de 25 de novembro de 2005”, portanto, em 2020 engrena para o seu 15º ano de existência, um tempo razoável de atuação, suficiente para merecer uma análise.

Em virtude do tempo de sua existência, é plausível esperar que o PPC em análise disponha de um projeto para a formação da comunidade estudantil, estabelecendo condições mínimas que permitisse os estudantes construir opinião própria frente às diversas posições de enfrentamento socioambiental, econômico, político e cultural. Sendo assim, não se pode pensar na construção de um currículo dentro de um estado estruturado e estático, mas, como um documento formal dinâmico que esteja constantemente em sintonia com a realidade ao propor as atividades essenciais para a orientação e o pleno desenvolvimento de um determinado curso.

O PPC de graduação deve estar sintonizado com a nova visão de mundo, expressa nesse novo paradigma de sociedade e de educação, garantido a formação global e crítica para os envolvidos no processo, como forma de capacitá-los para o exercício da cidadania, bem como sujeitos de transformação da realidade, com respostas para os grandes contemporâneos. Dessa maneira o ensino de graduação, voltado para a construção do conhecimento, não pode orientar-se por uma estrutura curricular rígida, baseada no enfoque unicamente disciplinar e sequenciado de conteúdos, confinada aos limites da sala de aula, onde o ensino tem por base a exposição submissa aos conteúdos descritivos (CASTRO, BARBOSA e RAMIREZ, 2009, p. 48-49).

Acredita-se que o currículo fornece aos indivíduos um perfil ditado por orientações normativas que vão auxiliá-los a se posicionar no seu meio social. Além disso, o PPC, o principal documento da base curricular, pode ser entendido como um instrumento formal que indica, orienta e unifica a sua equipe a estabelecer ações que no exercício da prática podem corroborar no combate a diversos segmentos de investigação, a exemplo, aos fatores que interferem negativamente na Biodiversidade do planeta.

Pensando nisso, é indispensável dizer que a construção de um currículo é fundamental, pois, é a partir dele que serão estabelecidas as bases dos princípios educacionais que visam solidificar os valores morais e éticos do sujeito. Nessa condição, contribui-se para o desenvolvimento de uma educação que se apresenta como a interface de todos os segmentos do saber, especialmente aqueles que estão relacionados com a Biotecnologia enquanto área de formação de futuros profissionais.

Por isso, o curso deve ter um PPC construído em sintonia e articulado com o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), com o Projeto Pedagógico Institucional (PPI), com

as Políticas Nacionais de Educação (PNE), e com as Diretrizes Curriculares Nacionais (CASTRO, BARBOSA e RAMIREZ, 2009), devendo ser dinâmico e participativo, para satisfazer as necessidades de um todo, especialmente, nesse caso, da cidade de Humaitá-AM, na medida em que se compromete a inserir no mercado de trabalho professores com formação sólida e interdisciplinar em pelo menos duas áreas de atuação [...] (PPC-Bio/Qui, 2014/2018), neste caso em Biologia e Química.

Em consideração aos anseios dos que oferecem o curso e também ao foco principal que é direcionar a discussão no sentido de analisar criticamente como o PPC prevê o ensino de Biotecnologia, algumas questões norteadoras e outras pontuais serão consideradas nesta discussão, tais como:

1- Entender a relação de força e poder na construção do PPC. Se existem, quais são? E quem são os sujeito e objetos nessa relação de força e poder?

2- De que maneira as correntes ideológicas- proletária e burguesa, dominantes-dominados, opressor-oprimido emergem na relação entre estudantes, professores e de maneira geral, entre a comunidade escolar para fazer-aprender Biotecnologia no curso de Biologia?

3- Diante da materialização do homem no decorrer do tempo, faz-se necessário compreender como o ensino de Biotecnologia se relaciona entre Ciência, Tecnologia e Sociedade para responder a processos que estão relacionados diretamente com a vida neste século XXI.

4- Sugerindo a “Biotecnologia” como disciplina no curso de graduação. Quais os conteúdos estão relacionados à Biotecnologia? Como e quando ensinar? Quais as possibilidades e os caminhos para ensinar Biotecnologia?

O primeiro ponto a ser discutido são as relações de força e poder que são determinantes para a elaboração do PPC do curso, ou seja, a maneira de se fazer e/ou construir o currículo que será, diga-se de passagem, o documento mais importante. Este subjaz ao alcance futuro que permitirá o norteamento dos assuntos relacionados à Biotecnologia e que contribuirá para a formação da identidade dos estudantes sobre as formas de uso dessa Ciência enquanto acadêmicos.

É possível também, analisar sobre como a sua construção e o modo de sugerir os assuntos de Biotecnologia poderá refletir na vida dos futuros egressos e profissionais da educação em que o curso irá formar, então, é válido considerar na sua construção uma projeção da sua totalidade com vista no futuro, daí a necessidade de saber o que é um PPC e a força que este carrega quando prevê assuntos que são da própria Ciência Natural, Castro; Barbosa e Ramires (2009, p. 49), afirmam que,

o PPC é um documento de orientação acadêmica no qual constam, dentre outros elementos: conhecimentos e saberes considerados necessários à formação das competências estabelecidas a partir do perfil do egresso; estrutura e conteúdo curricular; ementário; recursos materiais, serviços administrativos, serviços de laboratório e infraestrutura de apoio ao pleno funcionamento do curso.

Dessa forma, em se tratando do PPC de Bio/Qui, constatou-se que os dispositivos legais utilizados para se fazer o PPC estão condizentes com os documentos oficiais, o parecer CNE/CES nº 1.301/2001 e a resolução CNE/CES nº 7 que orientam a construção do PPC, conforme consta no mesmo,

os dispositivos legais que fundamentam a elaboração deste Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química são: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional –Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996; Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015 que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura); Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas (Parecer CNE/CES 1301/2001 de 06/11/2001 e Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química (Parecer CNE/CES 1303/2001 de 06/11/2001) (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 10).

Todavia, em muitos casos, somente a teoria não é garantia de aprendizado, é necessário superar a teoria na medida do possível e desvelar um novo mundo de significações, especialmente as significações conceituais para que o estudante consiga obter condições de atravessar dialeticamente o ambiente abstrato em direção ao concreto, para o real, pois,

[...] “a atividade teórica por si mesma em nada altera a existência concreta do fenômeno. A alteração apenas se revela possível quando a atividade teórica orienta a intervenção prática transformadora da realidade, sendo sua função precípua” (MARTINS e LAVOURA, 2018, p. 230).

No que diz respeito ao aprendizado de Biotecnologia, é necessário romper a barreira da teoria proposta no PPC do curso e ir além. Se os professores dos cursos de licenciatura dispuserem de material didático para ensinar aos estudantes, estes por já estarem mais fortemente familiarizados com as tecnologias do século XXI, terão condições teórico-práticos de ensino no seu momento de atuarem como docentes. Neste sentido, o PPC deve prever uma formação do ponto de vista ético, moral ou cultural, e que se tenha um indivíduo culturalmente formado, inserido no seu contexto existencial.

Nessas condições se fortalece a legitimidade da autonomia das universidades públicas em ensinar, e a sua liberdade enquanto espaço que forma indivíduos críticos. Afinal de contas, a universidade, enquanto geradora de conhecimento, é legitimamente livre para atuar, superando os paradigmas impostos de maneira autoritária pelo sistema, e assim contribuir

para a descentralização do poder, pois somente com o conhecimento todos os indivíduos atuam de maneira igualitária.

A autogestão coletiva da universidade que seria a participação de todos os seus integrantes (professores, alunos e funcionários) na definição da política universitária e na escolha de seus dirigentes. A autonomia universitária só pode nascer da participação comunitária e da descentralização do poder (GADOTTI, 1983, p. 131).

Nos dias atuais, existe um conflito acadêmico que perpassou por muitas gerações, a luta de classe dentro das universidades, principalmente por melhores condições de trabalho em benefício da educação formal. É crucial intensificar os debates nos espaços de ensino para garantir uma aprendizagem significativa, e um espaço unificado.

Nesse panorama, não se pode negar que a educação formal ganhou espaço diante de remotas reestruturações do sistema educacional, especialmente por meio de investimentos. Nesse sentido, entende-se que o ensino de Biotecnologia pode está à mercê de tais investimentos, especialmente nos laboratórios de ensino das universidades. Mas, como superar problemas como este, onde claramente o estado não concebe a universidade e principalmente a educação brasileira como prioridade?

Com a materialização do trabalho, há muito que ser feito, por exemplo, salvaguardar o direito a educação, possibilitar que estudantes desenvolvam habilidade e competências que dentro de uma sociedade desigual, possam ainda que irônico, pensar o coletivo nas relações de subsistência do homem, por isso, [...] “é preciso transformar o debate em torno da reestruturação universitária num grande movimento histórico-social que envolva todos os setores da sociedade civil” [...] (GADOTTI, 1983, p. 132). Por contradição, é preocupante que apesar dos ganhos na universidade pública, esta tenha caminhado pouco em relação às estratégias que pudessem beneficiar especialmente o ensino de Biotecnologia.

Dessa maneira é possível constatar no PPC analisado que o único momento no qual consta a palavra “Biotecnologia” é na ementa da disciplina IEA064 – Microbiologia e Imunologia, a qual possui carga horária de 60h, com exceção disso, não se prevê no PPC o ensino de Biotecnologia, nem como disciplina, nem como conteúdo transversal.

Acredita-se, que apesar de tudo, seguir um protocolo, aparentemente é simplório, frente aos movimentos de lutas que ocorreram em benefício da educação brasileira nas últimas décadas, e continuar seguindo tal, mostra-se o quão essas intervenções foram diminutas no sentido de melhorar o cenário da autonomia universitária.

Além disso, é válido dizer que “a reestruturação universitária não pode ser concebida fora de um projeto social, fora de sua situação histórica.” [...] (GADOTTI, 1983, p. 132). É

preciso que a reestruturação considere o fato da materialização do trabalho humano que ganhou impacto com a inserção da tecnologia a partir da revolução industrial e que influenciou fortemente os avanços na área da Biotecnologia.

Acredita-se que um curso em sua construção deve cogitar a ideia de uma profissionalização universal para os egressos e a oportunidade de poder trilhar o sucesso profissional. Além do mais, com o avanço da tecnologia e da globalização a educação atravessou o movimento histórico-social em meio a crises, mas, que ao mesmo tempo a Ciência possibilitou descobertas que foram úteis para o avanço de muitas Ciências, especialmente na área das Ciências Naturais e especificamente em Biologia e a introdução da tecnologia aplicada ao ensino.

A tecnologia tem expressivo uso entre a comunidade acadêmica em seus afazeres diários, sendo assim, ensinar Biotecnologia e contribuir com as expectativas que surgiram neste século XXI não seria um problema de “outro mundo”, pelo contrário, estaria corroborando com as preocupações admitidas no PPC do Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química.

O País vive um momento de intenso desenvolvimento científico nas áreas de Química e Biologia. Os avanços tecnológicos e a interdisciplinaridade possibilitam que o desenvolvimento de estudos nestas áreas, sejam realizados de maneira mais rápida e com maior exatidão. Isso demonstra que estas áreas de estudo não são ciências estáticas no tempo, pois quanto mais se pesquisa, mais questões acabam surgindo e, para resolvê-las, investimentos são necessários para o estabelecimento de modernos laboratórios e na formação de recursos humanos especialmente de professores (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 11).

Considerando tal preocupação, é válido dizer que a educação viveu e vive um eterno movimento histórico-social por meio de lutas que não irão acabar tão cedo. Mais preocupante que isso, é pensar que uma grande maioria de profissionais da educação corrobora com a ideia de que os espaços de ensino não são suficientes para o compromisso que integram os pilares da educação: Ensino, Pesquisa e Extensão. De acordo com Seixas; Calabro e Sousa (2017, p. 290),

a vivência, a reflexão e a sistematização das atividades de ensino, pesquisa e extensão nos designaram à construção de um repertório de conhecimentos que, junto ao contato com diferentes professores da Educação Básica, vivenciando suas práticas e inseguranças, colocando-os como autores do processo de ensino e refletindo acerca deles, permitiu delinear um perfil dos professores de Ciências da Natureza em um processo contraditório entre formação acadêmica e prática pedagógica em sala de aula.

Visto isso, provavelmente muitos docentes em sua formação acadêmica tiveram uma passagem breve por esses assuntos, por isso, talvez adotem uma posição destoante entre a formação acadêmica e a prática pedagógica, nesse sentido, estes precisam se adequar as novas possibilidades de ensino que são fatos reais na contemporaneidade, evitando-se a alienação de práticas tradicionais frente aos ganhos da educação no decorrer do tempo.

Além do mais, existe uma soberba alimentada por interesses particulares, é o egocentrismo atuando. Nota-se em muitos casos que se tornou comum e mais conveniente buscar por aquilo que lhe convém, não se busca a unificação para melhoria do processo de ensino-aprendizagem que possa favorecer o todo, é mais uma competição por busca de direitos de forma individualizada, e isso favorece a supressão na cobrança pelos deveres dentro das atividades do trabalho público. Cria-se em tal caso, a figura de um profissional que apenas reproduz a cultura dominante. É importante dizer que se infere partindo do princípio que o espaço de ensino deve garantir também o bom senso. A essa questão Gadotti (1983, p. 146), afirma que:

Por isso tudo, propõem a formação do educador e não do especialista, com conhecimento profundo da nossa realidade educacional e social, portanto uma sólida formação teórica, um educador compromissado não com a burocracia escolar, mas muito mais com os interesses dos alunos, dos pais e ainda com os explorados que estão hoje fora da escola. Formar o dirigente, isto é, o educador político e técnico. Um educador organizador da cultura e não um simples reproduzidor da cultura dominante.

Na área de Biologia, muitos profissionais podem dispor de razões que a sua luz justificam a precariedade da educação e fatores para não ofertarem uma educação de qualidade à comunidade estudantil, como por exemplo: falta das melhores condições de trabalho, laboratórios não equipados, a falta de reagentes-soluções em estoque, a necessidade de professores mais qualificados, ausência de material de expediente, entre outras questões que são apontadas como premissa ao desfalecimento da educação. Por outro lado, Gadotti (1983, p. 146) menciona que “não se trata de uma prática espontaneísta, mas de uma experiência refletida e sistematizada. Pensar a prática é a melhor maneira de pensar certo”.

Desse modo, quando se faz uma autorreflexão da prática didático-pedagógica no seu sentido universal é possível propor novas maneiras de ensinar, e assim, evita-se a sistematização de conceitos e pressupostos ociosos que podem se estagnar em remoto espaço de tempo e que de certa maneira remete o profissional a rever a sua formação acadêmica.

Pensando nisso, a formação de futuros professores deve garantir que estes encontrem a satisfação de doar-se pela profissão e contribuir como o aprendizado de outros sujeitos, pois,

o estudante é de certa maneira, a imagem do professor refletida, ou seja, o estudante se realiza no seu exercício profissional, seja no ensino básico ou superior, perpassando métodos e práticas educativas ensinadas. Para Seixas; Calabro e Sousa (2017, p. 290):

Quando pensamos ou falamos em escola, associamos, primeiramente, à figura do professor, uma vez que, cada um de nós traz consigo a recordação daquele que, durante nossa vida discente, deixou sua imagem na memória. Esse professor exerce um papel essencial nos processos de mudança da sociedade ao contribuir com seu saber, valores e experiências na difícil tarefa de melhora na qualidade da escolarização.

Todavia, a formação de professores deve suprir a carência de profissionais nas instituições de ensino, especialmente no lugar onde é ofertado o curso de formação docente. Se isso não ocorre, o PPC pode estar fadado ao fracasso, logo, necessita-se no seu escopo de uma constante revisão didático-pedagógica. Pensando nisso, o PPC do curso de Lic. em Ciências: Biologia e Química, mesmo engrenando para o seu 15º ano de existência demonstra algo peculiar,

[...] No município de Humaitá, segundo dados da representação da Secretaria de Estado da Educação do Amazonas-SEDUC, nas cinco escolas de Ensino Médio existentes no município de Humaitá, nenhum dos professores que ministram as disciplinas de Biologia e Química tem formação nestas duas áreas (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 12).

É preocupante o fato dessa informação não ter sofrido quaisquer alterações tendo em vista que o PPC sofreu atualização no ano de 2018, e o curso em questão existiu a quase 15 anos. Onde estão os egressos? Por que a área de Biologia não está sendo preenchida pelos profissionais da área? Quem são os profissionais que ocupam essa disciplina nas escolas? Quem são os estudantes que o curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química está formando? Aliás, quem os forma? A instituição? Os professores? O sistema? A comunidade? O próprio estudante (compreendido como sujeito autodidata)?

São muitas questões que contrariam a própria construção do PPC, pois, se este documento foi pensado para compactuar e direcionar os princípios legais de ensino-aprendizagem na formação de professores Licenciados em Ciências: Biologia e Química, o que explica essa defasagem no campo de atuação profissional? Vale lembrar que no município de Humaitá-AM, além dessa problemática, existe a necessidade de ensinar Biotecnologia, principalmente por sua localização e atividade de produção humana.

Humaitá situa-se na mesorregião do Sul Amazonense e na microrregião Madeirense, sendo a porta de entrada do Amazonas para quem vem do Centro Sul do país. Desenvolve a pecuária de bovinos, piscicultura, agricultura de arroz, soja, milho, cupuaçu e hortaliças além de artesanatos, extrativismo vegetal e garimpo. É, portanto, importante a formação de

profissionais, educadores, que tenham a consciência de preservação ambiental e que possam servir de referência no convívio harmônico entre o homem e o meio ambiente, entre o progresso e a preservação ambiental [...] (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 13).

Humaitá-AM é um município que tem enorme potencial de crescimento derivado das produções do setor primário que incluem no geral, produtos e serviços da agricultura, porém, em se tratando da aplicação da Biotecnologia nesses serviços, estas devem se realizadas de forma esclarecedoras frente às questões éticas e morais que implicam na propriedade intelectual desta área do saber.

O tema propriedade intelectual em biotecnologia quando divulgado ao alcance de todos, terá capacidade de despertar a população para um campo técnico pouco conhecido. Os fundamentos dos avanços preponderam pelo respeito aos princípios éticos e morais sob o viés de desenvolvimento, oportunamente buscando solucionar antigos problemas técnicos, efetivando o respeito à dignidade da pessoa humana e seus direitos de personalidade, gerando o desenvolvimento econômico e social, beneficiando os adeptos a essas mudanças (ARAUJO e COVALESKI, 2015, p. 137).

O convívio harmônico entre o homem e a natureza pela qual está imposta no PPC do curso de Bio/Qui é o que se entende no materialismo dialético como a categoria do trabalho, especificamente a força do trabalho, em outras palavras, o homem retira da natureza a matéria prima e intensifica a sua força de produção, materializando em seu próprio benefício como subsídio de sobrevivência.

Força de trabalho é a capacidade de realizar trabalho útil que aumenta o VALOR das mercadorias. É a sua força de trabalho que os operários vendem aos capitalistas em troca de um salário em dinheiro. A *força de trabalho* deve ser diferenciada do *trabalho*, que é o próprio exercício efetivo da capacidade produtiva humana de alterar o valor de uso das mercadorias e de acrescentar-lhes valor. Os produtos do trabalho podem ser comprados e vendidos como mercadorias. É impossível, porém, dar um sentido exato à ideia de compra e venda do próprio trabalho enquanto atividade produtiva. O produtor que não pode vender o seu produto de trabalho deve vender a sua capacidade de trabalhar, comprometendo-se a exercer o trabalho no interesse e sob a direção do comprador, em troca de uma soma de dinheiro, ou seja, do salário (BOTTOMORE, HARRIS, *et al.*, 1988, p. 253).

Em se tratando do município de Humaitá-AM, este compreende um vasto campo de produção material, e quem pode contribuir com o desenvolvimento das estratégias de produção, ou seja, de transformação dos recursos naturais em riqueza, é o espaço de ensino superior, principalmente os cursos na área de Ciências Naturais, na medida em que se garante a sobrevivência dos profissionais que irão atuar dentro de suas comunidades ou população.

Mediante ao supracitado é possível dizer que são desses entraves sócio-políticos que poderiam surgir políticas públicas para o uso da Biotecnologia com a ampla discussão nas universidades, pois, é diante dos debates educacionais que se percebe a relevância de intensificar as discussões sobre a Biotecnologia nas universidades (sejam públicas ou privadas) e garantir que esta área enquanto Ciência possa subsidiar ações de intervenção do homem e do trabalho como forma de sobrevivência.

Por esse ângulo, o ensino de Biotecnologia não seria limitado a existir apenas nos cursos de Biotecnologia, mas, em qualquer formação docente que tenha relação com Ciências Naturais. Longe de ser um ideal, porém, é necessário obter-se bom senso de uma totalidade que deve vislumbrar preocupações com a formação do indivíduo crítico para a tomada de decisões dos futuros professores em Biologia, especialmente o curso de Bio/Qui, já que se preocupa em agregar a interdisciplinaridade.

Para dar continuidade na manutenção do curso em formação, tanto em Biologia quanto em Química, “as competências e habilidades de ambos profissionais devem fundir-se, abrangendo mais campos e áreas de estudo, ensino, pesquisa e extensão” [...] (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 17).

Entende-se que nem sempre a aplicação de conteúdo em laboratório é garantia para uma aprendizagem significativa, se reforça a ideia que há necessidade do equilíbrio entre a teoria e prática e principalmente, sobre as diversas possibilidades de constituir o conhecimento, especialmente em Biotecnologia. Portanto, atuar na proposta de ensino, pesquisa e extensão é uma alternativa para que o processo ensino-aprendizagem concentre esforços para a contextualização da Biotecnologia com a vida cotidiana dos estudantes.

Assim, ensinar Biotecnologia torna-se uma tarefa menos exaustiva uma vez que é possível por meio dos pilares da educação, propor atividades que possam prever o ensino dessa área de conhecimento tendo em vista algumas específicas competências e habilidades dispostas no PPC, tais como:

Atuar em pesquisa básica e aplicada nas diferentes áreas das Ciências Biológicas e Químicas, comprometendo-se com a divulgação dos resultados das pesquisas em veículos adequados para ampliar a difusão e ampliação do conhecimento; Portar-se como educador consciente de seu papel na formação de cidadãos, inclusive na perspectiva socioambiental; Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade; Desenvolver ações estratégicas capazes de ampliar e aperfeiçoar as formas de atuação profissional, preparando-se para a inserção no mercado de trabalho em contínua transformação; Atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado a contínua mudança do mundo; Organizar e usar laboratórios de

Biologia e Química; Escrever e analisar criticamente textos científico-tecnológicos, livros didáticos e paradidáticos e indicar bibliografia para o ensino de Biologia e Química (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 18-19).

Entre as 20 (vinte) competências e habilidade dispostas no PPC do curso pelo menos 07 (sete) podem dar subsídio para possibilitar, de maneira eficaz, o ensino de Biotecnologia no seu sentido amplo, são elas: Atuar em pesquisa básica e aplicada; Portar-se como educador consciente de seu papel na formação de cidadãos, inclusive na perspectiva socioambiental; Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade; Desenvolver ações estratégicas capazes de ampliar e aperfeiçoar as formas de atuação profissional, preparando-se para a inserção no mercado de trabalho em contínua transformação; Atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparada a contínua mudança do mundo; Organizar e usar laboratórios de Biologia e Química; Indicar bibliografia para o ensino de Biologia e Química, em específico para o ensino de Biotecnologia. Por isso, acredita-se que o seu ensino possa despertar nos estudantes a compressão da realidade local e a *posteriori* a propagação em outros espaços de ensino.

A postura de um estudante como um indivíduo crítico e ativo diante dos problemas sociais, deve ser a de perceber sua representação e importância profissional para estabelecer ações efetivas por meio do seu domínio científico para modificar sua realidade, combatendo os problemas socioeconômicos e político-sociais, entre os quais a notória degradação do ambiente.

Dessa forma, é plausível e justificável analisar os objetivos do Curso, pois, este carrega o âmago das pretensões que se espera alcançar ao executar o PPC em determinado sistema de ensino.

Geral: Formar professor de Ciências, Biologia e Química para atuar no ensino fundamental, médio e tecnológico a fim de suprir a carência de profissionais dessas áreas, principalmente para região amazônica; **Específicos:** a) Exercer sua profissão com espírito dinâmico e criativo, na busca de novas alternativas educacionais, enfrentando como desafio as dificuldades do magistério; b) Identificar no contexto da realidade escolar os fatores determinantes no processo educativo, tais como o contexto socioeconômico, a existência de estudantes com necessidades especiais, política educacional e fatores específicos do processo de ensino-aprendizagem em Biologia e Química; c) Analisar criticamente livros didáticos e paradidáticos de Biologia e Química do ensino fundamental, médio e tecnológico (PPC-Bio/Qui, 2014/2018, p. 19-20).

Percebe-se que os objetivos do curso são amplos, mas, que carregam dubiedade e contrariam de certa forma às habilidades e competências dispostas no corpo do PCC, o que

torna difícil a compreensão das finalidades dos objetivos bem como pode comprometer as orientações para uma melhor didática na área das Ciências Naturais.

A didática das ciências na atualidade constitui um campo de saber em que convergem reflexões e contribuições de diferentes naturezas provenientes de diversos campos do conhecimento, entre os quais historicamente se destacam a filosofia, a psicologia e a pedagogia. Estas áreas são em grande parte, orientadoras de futuros desenvolvimentos no âmbito da didática e apontam para certas tensões em virtude das realizações em cada um deles e na didática das ciências (ALZATE, 2014, p. 27) [tradução nossa].

Refutam-se questões sobre o PPC do curso no sentido de: se este deve compreender o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, se deve privilegiar a formação de futuros professores em Ciências, Biologia e Química apenas da região amazônica, ou se são objetivos meramente para cumprir o currículo e com as expectativas autoritárias do sistema.

Seria interessante como proposta de inserção aos objetivos específicos, utilizar as TIC's (Tecnologia de Informação e Comunicação, que inclusive está prevista no PPC) na formação docente como suporte às práticas didático-pedagógicas que colaborem para o processo de ensino-aprendizagem. Tal sugestão terá a finalidade de abranger os interesses do curso na formação de professores licenciados aptos a atuarem em Ciências, Biologia ou Química no ensino básico (fundamental e médio) neste século XXI com intensivo uso da ciência e tecnologia.

Diversos teóricos e investigadores ou investigadoras tem discutido sobre esta sociedade nascente. Há quem denominam Sociedade da informação; para outros se trata de uma Sociedade do conhecimento, e outros mais a consideram a Sociedade digital ou de redes (AGUILAR, 2012, p. 83)[tradução nossa].

Ao prever as TIC's como um dos objetivos centrais do PPC amplia-se a relação do processo de ensino-aprendizagem e posteriormente melhora-se à intensidade nas investigações acadêmico-científicas ao envolver a aplicação das tecnologias que já estão previstas nas competências e habilidades. Estreita-se nessa circunstância a discussão sobre o ensino de Biotecnologia nas universidades públicas e privadas, especialmente no curso que envolve a Biologia. Para Aguilar (2012, p. 804) [tradução nossa],

já sabemos que as TIC podem converter-se em instrumentos úteis para melhorar a qualidade e eficiência dos processos educativos. Isso ocorre porque elas ajudam a criar ambientes de aprendizagem que promovem a criatividade e inovação dos estudantes e das estudantes, revolucionando a forma em que se obtém, se almeja e se interpreta a informação.

A vantagem em ensinar Biotecnologia é a facilidade de envolver tecnologias para compreender processos que relacionam a vida, mais que isso, é um momento em que os estudantes poderão melhorar o entendimento dos assuntos teorizados em sala de aula, podendo ser visto em sua totalidade, na prática pedagógica do professor.

Dito isso, ao tempo em que a teoria é aplicada em processos elaborados em laboratórios, os professores podem predispor desse momento para ensinar Biotecnologia aos estudantes, demonstrando habilidades que poderão direcionar novas competências na vida profissional dos indivíduos, mediante a inserção da tecnologia, para explicar fenômenos da vida, papel este que pode ser atribuído, entre outras Ciências, à Biotecnologia.

Cabe reforçar a ideia que um PPC direcionado a envolver assuntos de cursos das Ciências Naturais, em específico ao curso de Biologia ou área a fim deve ser construído pensando na totalidade dos conteúdos e similares, e isso inclui o ensino de Biotecnologia. Além disso, é preciso que professor e estudante pensem o processo de ensino-aprendizagem um ato unificado, somente assim, será possível pensar na construção de competências e habilidades que moldarão o estudante frente aos problemas do século XXI, pensando o ensino de Biotecnologia como um artifício para possibilitar intervenção social.

5.2.2. Matriz Curricular

As discussões sobre educação na atualidade eclodem em meio a uma crise global, entre uma superpopulação mundial, nas metodologias inovadoras que incluem a arte de ensinar numa era pós-moderna, pós-industrial, e Gadotti (1983, p. 15) reforça ao dizer que, “nunca nossas escolas discutiram tanto autonomia, cidadania e participação [...]. Essa preocupação tem-se traduzido, sobretudo, pela reivindicação de um projeto político-pedagógico próprio, específico de cada escola”.

Nessa perspectiva a construção de um PPC demonstra antes de tudo a identidade de um curso, seja em nível básico ou superior. É nessas circunstâncias que todo material a ser proposto como guia de auto direcionamento aos profissionais, serão no seu teor teórico/prático parte de um conjunto de normas que direta e indiretamente nortearão a formação de futuros profissionais.

Pensando nisso, é preponderante levar em consideração questões normativas que de cima para baixo, guiam a construção de um PPC próprio, reconhecendo as relações sociais que emergem dentro de um espaço temporal e territorial concebendo o seu movimento histórico. De acordo com o PPC-Bio/Qui (2014/2018, p. 21).

a matriz curricular do curso de licenciatura dupla em Biologia e Química foi concebida de forma atender as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores para a Educação Básica – Resolução CNE/CP nº 02 de 1 de julho de 2015, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas (Parecer CNE/CES 1301/2001 de 06/11/2001 e para os Cursos de Química (Parecer CNE/CES 1303/2001 de 06/11/2001).

Como é possível perceber, a matriz curricular do curso posterga exclusivamente a formação inicial de professores para a educação básica. Diante disso, entende-se que os assuntos discorridos no ensino superior permitirão que os acadêmicos os levem para o exercício de sua profissão e em contrapartida que os estudantes do ensino básico tenham noção dos conteúdos vistos pelos dirigentes no ensino superior.

O curso de formação docente deve, entre outras coisas, prevê um currículo, que tenha a sua distribuição de carga horária pensando no envolvimento dos conteúdos mínimos na área de atuação. Tal distribuição deve contribuir com habilidades e competências que vão corroborar para a atuação do homem na sociedade, ainda que seja um papel extremamente complexo, principalmente para o curso em discussão que compreende pelo menos 03 (três) áreas de interesse, sendo elas em Ciências, Biologia e Química.

No que se refere à Carga horária do curso de Bio/Qui, para a sua construção considerou-se a resolução CNE/CP nº 02 de 1 de julho de 2015 que estabelece a carga horária mínima para os cursos de licenciatura. Portanto, a organização curricular ficou distribuída com a seguinte carga horária de acordo com o quadro 05:

Quadro 05: Organização curricular do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química

Organização curricular	Carga Horária
Prática como componente curricular	405 horas
Estágio supervisionado	405 horas
Para disciplinas pedagógicas	180 horas
Disciplinas específicas obrigatórias de Ciências Biológicas	900 horas
Disciplinas específicas obrigatórias e de Química	810 horas
Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra	480 horas
Fundamentos Filosóficos e Sociais	210 horas
Comunicação e Informática	150 horas
Trabalhos de Conclusão de Curso	120 horas
Total de horas de formação	3.660 horas

Fonte: ALVES, 2020. Adaptado do PPC do curso de Bio/Qui do IEAA-UFAM-AM

É possível perceber no quadro 05 que o total de horas de formação ultrapassa o tempo recomendado pela resolução nº 95 de julho de 2019 a qual estabelece o regulamento de carga horária total de duração de cursos, onde os currículos não podem exceder a CH mínima de 10%, equivalente a $3.200 \text{ horas} + 10\% = 3.520 \text{ horas}$. Além disso, as disciplinas específicas

obrigatórias de Ciências Biológicas, compreendem de 900 horas, porém, nenhuma é específica para Biotecnologia, conforme quadro 06:

Quadro 06: Disciplinas obrigatórias de Ciências Biológicas

Eixo estruturante	Disciplinas	CR.	CH.
Ciências Biológicas	Biologia Celular	3.2.1	60
	Histologia e Embriologia	5.4.1	90
	Microbiologia e Imunologia	4.4.0	60
	Anatomia e Fisiologia Humana	5.4.1	90
	Genética e Evolução	5.5.0	75
	Biologia Molecular	3.3.0	45
	Saúde e Ambiente	3.3.0	45
	Botânica I	3.2.1	60
	Botânica II	4.3.1	75
	Botânica III	3.2.1	60
	Zoologia I	3.2.1	60
	Zoologia II	3.2.1	60
	Zoologia III	3.2.1	60
	Ecologia Geral	3.2.1	60
Total		50	900

Fonte: ALVES, 2020. Adaptado do PPC do curso de Bio/Quí do IEAA-UFAM-AM

Nota-se no quadro 06 que não há distribuição de disciplina específica em Biotecnologia, e que claramente os assuntos são concentrados nas disciplinas de Botânica e Zoologia, compreendendo 41,66% da carga horária total em Biologia, existindo uma disparidade quanto à dedicação de carga horária a estas disciplinas, principalmente quando se leva em consideração que o curso é licenciatura dupla. No entanto, consta no PPC-Bio/Qui (2014/2018, p. 21) o seguinte,

Assim espera-se que a matriz curricular contemple uma formação sólida dos conteúdos específicos, filosóficos-sociais, comunicação e informática e pedagógicos, contribuindo desta forma, para a formação intelectual e crítica dos discentes e, também possibilite a articulação entre ensino, pesquisa e extensão e a interdisciplinaridade.

Em consideração ao movimento histórico, por muitos anos, o espaço de ensino, público ou privado, perpassaram por remotas discussões sobre a educação tradicional e moderna. Questões que influenciaram o modo de aprender dos estudantes e no mesmo sentido a arte docente de ensinar no mundo. Paralelo a essas questões surge um novo campo de se fazer pensar o ensino nas instituições, e que tenta responder as situações atuais da educação no campo pós-moderno, pós-industrial.

A Biotecnologia é uma Ciência que obedece a um sentido histórico e ao mesmo tempo, contribuiu com o desenrolar da Ciência, Tecnologia e Sociedade. A Biotecnologia ultrapassa o conteúdo específico das áreas Biológicas, e aparentemente, não cabe nos

interesses do curso de Lic. em Ciências Biologia e Química do IEAA/UFAM-AM, por isso, sua matriz curricular não contempla a Biotecnologia como uma disciplina capaz de contribuir com a formação sólida dos indivíduos.

É irônico pensar, que se deva conceber a educação apenas num plano linear, sem suas curvaturas e processo de luta de classes, ascensão, e movimentos acadêmicos importantes na reestruturação das escolas formadoras de sujeitos críticos. Essa tentativa linear demonstra que os indivíduos tentam encontrar alternativas que justifiquem o atual panorama da educação, sem reconhecer as peculiaridades que foram cruciais para a transformação do processo de ensino-aprendizagem e que historicamente provém de um processo fechado da educação.

A matriz curricular de um curso ao sugerir uma formação sólida de professores, deve antes de tudo, considerar que a educação atual não pode ser interpretada fora do seu movimento histórico e dialético, pois, este fator é antes tudo o processo que dentro das suas diretrizes e leis universais, interpreta a comunidade escolar ou acadêmica na sua totalidade.

Pode parecer estranho quando se põe essas questões supracitadas a margem do processo dialético de construção do conhecimento. Mas, pretende-se com isso, dizer que a Biotecnologia vem também de um processo histórico, nesse sentido, é necessário colocá-la como via de discussão dentro dos espaços de ensino.

No materialismo histórico e dialético é possível pensar que a Biotecnologia enquanto Ciência ultrapassou as barreiras do tempo e continua em seu movimento no processo de tese, antítese e síntese, introduzindo especialmente, alternativas que auxiliam a sociedade no século XXI com relação ao entendimento de processos relacionados à vida por meio do avanço da Ciência e Tecnologia, assim como outras Ciências na área Biológica, e especialmente nas questões de formação profissional pautadas nos fatores técnico, científico e humanístico.

5.2.3. Estratégia para organizar os conteúdos de Biotecnologia

Sobre as estratégias possíveis para ensinar Biotecnologia, Malajovich (2016) aponta para o método por infiltração. Nesta pesquisa este método de ensino é essencial para a aplicação dos conteúdos de Biotecnologia, o qual ganhará uma maior abordagem em sequência, pois, a autora não esclarece com propriedade o que exatamente deveria ser, diante disso, será discorrido e ganhará a interpretação do ponto de vista do autor desta pesquisa.

Nas turmas de Biologia e Química sugere-se o método por infiltração. Entende-se que os assuntos poderão ser abordados de forma menos sucinto, mas, com abrangência nos eixos temáticos. Nesse caso, pode-se dizer que não significa que o curso em questão deva

formar biotecnólogos, mas, que os estudantes tenham, além da concepção do que deveria ser Biotecnologia, também tenham a percepção ativa para quem sabe, desenvolver habilidades que podem colaborar com as atividades de produção material da sociedade.

Nos cursos de Biotecnologia (ver RAMOS, MELO e SILVA, 2016), propriamente dito, os eixos temáticos podem ser distribuídos por tecnologia ou setores de produção contemplados pela natureza do próprio curso, suas intencionalidades, objetivos e metas que formarão o indivíduo para atuar em laboratórios ou na produção em massa de produtos por indústrias. Tal interesse se desdobra na mão de obra eficiente e qualificada para finalidades específicas da empresa contratante. Nessa perspectiva é possível apresentar algumas sugestões que podem favorecer o ensino de Biotecnologia, entre as quais, estão:

1. Montagem de atividades experimentais - As atividades experimentais quando bem elaboradas são metodologias que atraem a atenção dos estudantes, pois, é um momento em que a dicotomia perde sentido e a teoria-prática são favorecidas: As atividades experimentais podem ser montadas seguindo algumas premissas, como por exemplo, a partir da utilização de recursos bibliográficos disponíveis nas mídias de informação, no acervo da própria instituição ou pelo docente que dela utiliza. Além disso a experimentação pode ocorrer a partir da construção/elaboração e/ou aplicação de projetos de pesquisa ou extensão. E por fim, as práticas experimentais podem ocorrer por meio da reutilização de materiais de baixo custo e da abordagem dos parâmetros éticos e de biossegurança que envolvem a Biotecnologia.
2. A Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's)- Como já foi dito, a Biotecnologia pode ganhar melhor evidência quando abordada pelas TIC's, ferramentas que abrem possibilidades para gerar novas técnicas e aprimorar as existentes na área dessa Ciência.

Em qualquer atividade de ensino, vale muito a máxima de que o estudante aprende fazendo. No ensino de Biotecnologia os resultados de aprendizagem podem ser potencializados ao se fazer cumprir com as questões éticas e de biossegurança que estão relacionadas com a vida e com as técnicas que são desenvolvidas em Biotecnologia. Para isso é necessário que o docente seja o principal mediador, aquele que enxerga no seu estudante uma projeção de futuro.

O docente não pode criar rótulos e abrir mão da capacidade cognitiva e científica de fazer pensar e agir do estudante em se reinventar. É por isso que a dialética é tão importante

para entender esse processo, pois, dispõe de leis universais e vive o movimento da transformação. Nesse sentido, se faz necessário perceber no estudante, a sua bagagem de conhecimento, o que se pode oferecer. Na dialética chama-se de tese, aquilo que existe, passando a negar-se sobre esta (antítese). É nessa conjuntura que o docente enxerga, no sujeito, expectativas que o farão um ser social menos passivo, mas, com reais chances de melhorar a capacidade crítica, de observação, de investigação, mudança de comportamento e de tomada de decisão no seu meio social.

Tais caminhos são essenciais para desmitificar a ideia da Biotecnologia como sendo exclusividade dos laboratórios, porém, na insistência dessa ideia se conserva um perfil dicotômico e tradicional do biólogo, e especialmente do licenciado em Biologia ou Ciências Biológicas.

Acredita-se que os assuntos de Biotecnologia são claramente inseridos nas evidências científicas e podem ser inseridos no arcabouço normativo dos documentos oficiais dos cursos de graduação que relacionam o ensino da Biologia, pois, o seu poder de mudar as ações dos indivíduos são reais num cenário onde a educação do Brasil ainda caminha a passos curtos.

Esse contexto nos faz pensar que a comunidade universitária federal, ao mesmo tempo em que depende exclusivamente do apoio financeiro federal para custeio de seus espaços, ainda que tenham engrenado nas lutas por uma educação de qualidade, sofrem atualmente com o desmazelo das ações governamentais que deveriam gerir melhor os impostos e converter estes recursos para realizar a restauração da educação no país.

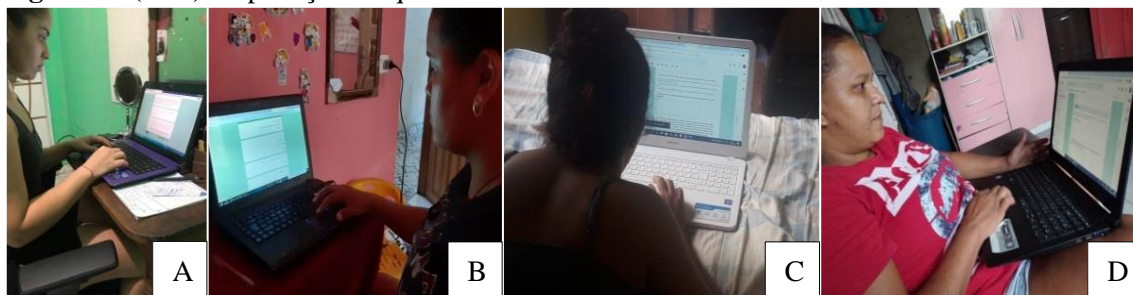
As condições físicas de oferta de qualquer curso são fundamentais para o seu sucesso, mais ainda quando se trata do ensino de Biotecnologia. O qual, não necessariamente precisa ser desenvolvido unicamente em laboratórios, mas, se reconhece que no ensino de qualquer Ciência, um laboratório é crucial, podendo ser um laboratório de pesquisa, de produção de um bem material, de Ciência ou qualquer outro que obtenham o mínimo de condições para a realização de aulas experimentais.

São esses entraves que muitas das vezes desestimulam o profissional a buscar metodologias que podem ser eficientes na aprendizagem significativa. Por outro lado, acredita-se que o professor é o principal agente a encontrar, primeiramente, maneiras de renovar as suas práticas de ensino, abrindo novos caminhos frente a uma era globalizada.

5.3. O ensino de Biotecnologia na formação de futuros professores de Biologia

Para fins de registro foi feito um mosaico fotográfico a partir das imagens cedidas por alguns dos participantes que registraram o momento de participação da pesquisa identificados na figura 05:

Figura 05 (A-D): Aplicação do questionário.

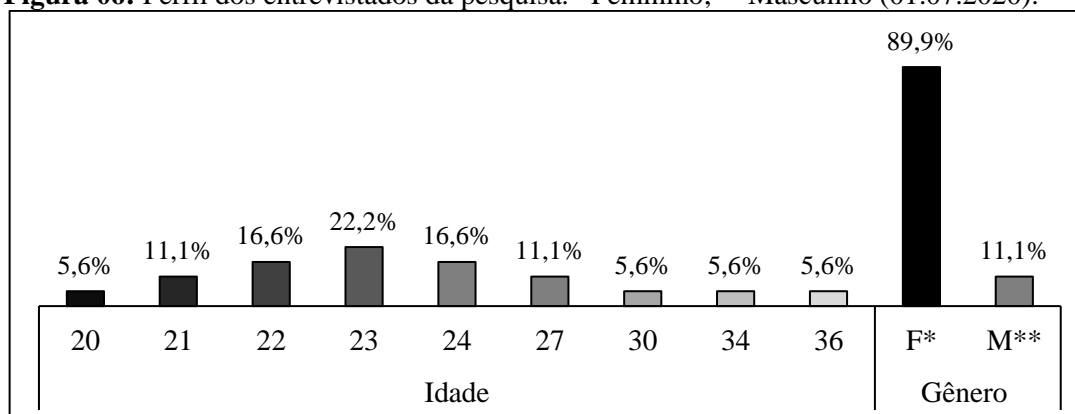


Fonte: Próprios entrevistados.

5.3.1. Perfil dos entrevistados

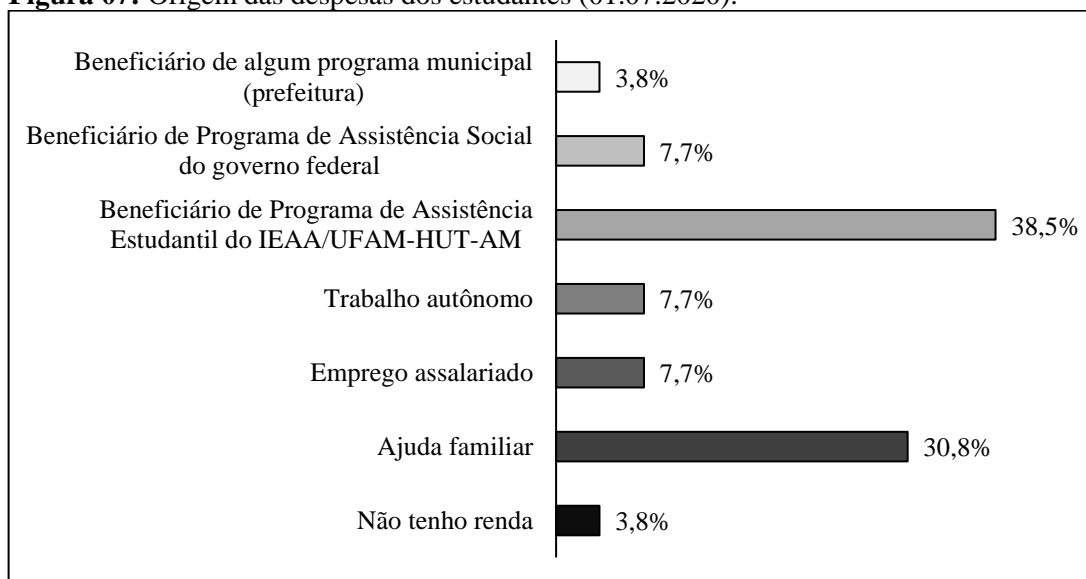
O perfil dos entrevistados compreende uma maior parte de estudantes do gênero feminino e idade que variam entre 20 a 36 anos, conforme a figura 06.

Figura 06: Perfil dos entrevistados da pesquisa. *Feminino; **Masculino (01.07.2020).



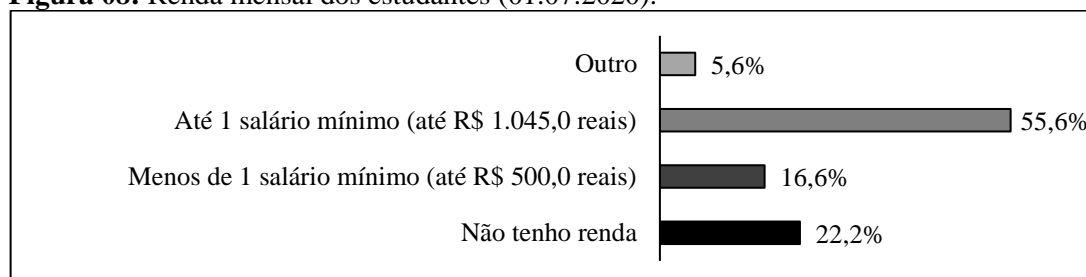
É possível notar que os entrevistados compreendem idade jovem equivalente a uma média de $\cong 26$ anos, o que significa que boa parte dos entrevistados pertencem à geração do século XXI.

Por outro lado, o estudante também tem desafios, os quais muitas das vezes compreendem questões relacionadas ao custo de fazer um curso de ensino superior, por exemplo, da sua condução a outra localidade é concomitantemente um dos fatores que implica na sua realidade. Por isso, em relação à origem dos recursos para as despesas com a manutenção material do estudante na cidade de Humaitá onde realizam o curso, e de acordo com a figura 07, obteve-se o seguinte resultado:

Figura 07: Origem das despesas dos estudantes (01.07.2020).

É possível perceber na figura 07 que a grande maioria (38,5%) dos participantes da pesquisa são beneficiários de algum programa de assistência ao estudante e também da ajuda que provém da família. São estudantes que possivelmente obtém tempo de dedicação parcial ou integral/exclusiva para o curso em discussão.

Todavia, é possível prever que a renda dos entrevistados é restrita se, considerarmos que a grande maioria não obtém uma renda acima de 1 salário mínimo, assim, “nos possibilita compreender melhor as contradições da sociedade capitalista” (MASSON, 2007, p. 106) apresentada no método marxiano ou marxista, e que está representada na figura 08.

Figura 08: Renda mensal dos estudantes (01.07.2020).

Em relação aos resultados, estes estão divididos em categorias de análises, tais quais, representam no método de análise adotado, o delineamento da discussão. A análise das respostas está pautada na interpretação da realidade do sujeito ao falar por si, especialmente na maneira como estes percebem o ensino de Biotecnologia na sua formação docente. Nesse entendimento, leva-se em consideração a realidade do sujeito, este fala por si, e por isso,

buscam-se na subjetividade (partindo do real ao abstrato através) os fatos narrados pelos estudantes mediante o método marxista, como aponta Masson:

O método marxiano aponta que é necessário partir do real, do concreto, da visão caótica do todo, e através de uma determinação mais precisa, através de uma análise, chegar a conceitos cada vez mais simples; do concreto figurado às abstrações cada vez mais delicadas, até atingir as determinações mais simples (2007, p. 110).

5.3.2. A concepção democrática do conhecimento para Biotecnologia

Notadamente, uma relevante porcentagem dos estudantes não se integrou em quaisquer momentos das discussões que trataram sobre o PPC do curso. Este fato foi notado ao se questionar dos entrevistados se estes já haviam participado de algum debate sobre a elaboração do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do seu curso. Sobre esta questão, 11,1% disseram que sim, todavia, 88,9% dos estudantes responderam que não participaram.

Não se pretende saber se os entrevistados foram ou não convidados a participarem deste momento, porém, esta situação tem implicações nas abordagens dos assuntos de Biotecnologia no curso de Bio/Qui, pois, os estudantes poderiam e podem fortalecer a inserção dos assuntos de Biotecnologia, visto sua abordagem superficial no ensino básico.

O PPC é o documento que orienta parte das práticas docentes e também é a diretriz mãe a qual prevê legalmente os princípios que norteiam toda a base pedagógica do curso de graduação. Então, pode-se supor que uma pequena falta de interesse vai interferir negativamente no consenso coletivo para a inserção dos conteúdos de Biotecnologia no currículo do curso, pois, a sua construção deve acontecer em sintonia com toda a comunidade acadêmica.

É importante que os estudantes entendam que esse é um momento para demonstrarem o interesse por áreas que talvez não sejam tão discutidas no ensino básico e que merecem uma maior abordagem, como é o caso da Biotecnologia. Tal comportamento passivo pode contribuir para o ensino-aprendizagem isolado desta área do conhecimento.

Questionou-se dos entrevistados se estes sabiam o que era Alimentos transgênicos, a resposta foi unânime, todos afirmaram que sim, conforme quadro 07.

Quadro 07: Concepção dos estudantes sobre Alimentos Transgênicos (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E01	<i>“Alimentos que foram modificados geneticamente por meio de técnicas da engenharia Genética”.</i>
E02	<i>“São alimentos que sofrem alterações em seu DNA devido às técnicas das engenharias”.</i>

E03	<i>“Penso que seja aqueles alimentos que possuem modificações em sua genética”.</i>
E04	<i>“São alimentos modificados geneticamente”.</i>
E05	<i>“Alimentos geneticamente modificados”.</i>
E06	<i>“Alimentos Transgênicos são alimentos que possuem modificações genéticas, isto é modificações em seu DNA, visando aperfeiçoamento do "produto" em grande escala”.</i>
E07	<i>“Alimentos geneticamente modificados”.</i>
E08	<i>“São alimentos que passam por modificações genéticas”.</i>
E09	<i>“São alimentos mais resistentes a pragas”.</i>
E10	<i>“São alimentos geneticamente modificados”.</i>
E11	<i>“São alimentos que sofrem alteração no seu DNA para aprimorar e/ou dar novas características a ele”.</i>
E12	<i>“São alimentos que durante o seu desenvolvimento são acrescentados agrotóxicos, que não são de origem natural, que são adicionados a eles produtos artificiais para que fiquem exuberantes e mais atrativos para os clientes”.</i>
E13	<i>“São alimentos modificados geneticamente alterando seu DNA ter seu tamanho maior, embora muitas vezes não tem o mesmo gosto dos alimentos originais”.</i>
E14	<i>“Alimento transgênico é aquele geneticamente modificados”.</i>
E15	<i>“São alimentos geneticamente modificados”.</i>
E16	<i>“São alimentos que de alguma forma sofreram alterações a fim de buscar característica esperadas pelo manipulador”.</i>
E17	<i>“São os alimentos Geneticamente modificados”.</i>
E18	<i>“São alimentos no qual sofreram algum tipo de modificação”.</i>

É de conhecimento que os alimentos transgênicos são organismos que possuem um ou mais genes de outras espécies e que foram modificados artificialmente. São também, oriundos de um processo a qual, denomina-se de Organismo Geneticamente Modificado (OGM) são subprodutos desencadeados da produção da Biotecnologia, com potencial de melhoramento genético das plantas e resistência a pragas. É possível explanar a seguinte questão, que os estudantes possuem uma clara concepção de OGM, mas, que ainda assim, não desenvolveram uma percepção sobre o assunto e a relação com a Biotecnologia. Para Testart (2011, p. 221):

Os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) são plantas, animais ou seres unicelulares cujo genoma foi intencionalmente manipulado, geralmente com a finalidade de introduzir um ou mais genes estranhos à espécie em questão. O objetivo dessa manipulação é atribuir ao OGM novas propriedades, que nem a evolução, em longo prazo, conseguiu inventar, pois é altamente improvável, por exemplo, que um gene de peixe venha a integrar

naturalmente o genoma do morango... Espera-se assim conferir à espécie qualidades inéditas, ou fazê-la produzir substâncias úteis.

Percebe-se que as respostas retratam claramente a significação da sigla OGM, mas, pode ser ínfima perante o que realmente compreende o conhecimento sobre os alimentos transgênicos. Podem-se citar como percepções melhor desenvolvidas, aquelas apresentadas pelos entrevistados E01, E02, E03 e E06.

É possível notar também, uma desconectividade na relação sobre alimentos transgênicos (OGM) e Biotecnologia. Sabe-se que OGM é conteúdo de Biotecnologia, e os estudantes demonstraram saber. Por outro lado, os entrevistados reconhecem que sabem o que é Biotecnologia, mas, na prática existe um conceito formal/científico não relacionado e confuso.

Assim como outras áreas das Ciências Naturais, a Biotecnologia tem suas ramificações de assuntos. Se a Biotecnologia não for alvo de discussão nos espaços de ensino, dificilmente poderá proporcionar aos estudantes que estes construam uma relação de entendimento entre os seus diversos conteúdos, pois, a Biotecnologia não se restringe somente a OGM. Sobre, a concepção dos estudantes sobre que seria Biotecnologia de acordo com o quadro 08, obteve-se o seguinte resultado:

Quadro 08: Concepção dos estudantes sobre Biotecnologia (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E01	<i>“É uma associação da tecnologia e da biologia, que visa modificar ou alterar produtos, como alimentos e outros, a fim adaptar pra utilizações específicas”.</i>
E02	<i>“Biotecnologia é a área de estudo e desenvolvimento de seres modificados em laboratório para promover os estudos de desenvolvimento das técnicas em análise em vários setores como na área da saúde e da indústria”.</i>
E03	<i>“Nada mais que ciência e tecnologia juntas”.</i>
E04	<i>“É a junção da Biologia com a tecnologia”.</i>
E05	<i>“Área da Biologia com o intuito de promover um aprimoramento de vários produtos da sociedade”.</i>
E06	<i>“Biotecnologia é o ramo da tecnologia que utiliza técnicas de aprimoramento genético, em diversas formas de vida (plantas, animais), visando a qualidade e a quantidade dos mesmos”.</i>
E07	<i>“Biotecnologia é o estudo a partir de organismos vivos tem que seu DNA modificados para utilização específica”.</i>
E08	<i>“Área de estudo que busca melhorar geneticamente os produtos por meio da ciência e tecnologia”.</i>
E09	<i>“É a transformação do natural com o tecnológico”.</i>

E10	<i>“É a área de estudo que visa promover as ciências biológicas”.</i>
E11	<i>“Ciência que estuda a manipulação genética de organismos para obter aprimoramento, bem como desenvolver novos produtos de interesse econômico”.</i>
E12	<i>“Como bio é "vida", seria a utilização da tecnologia para o melhoramento da vida”.</i>
E13	<i>“São estudos que desenvolve técnica de laboratórios que preparam os alimentos e medicamentos para melhor aprimoramento, estudos laboratoriais que desenvolve varias técnicas tanto em setores de empresa e indústrias como para ensino superior”.</i>
E14	<i>“É o estudo e desenvolvimento de modificação genética em seres vivos, visando aprimorar técnicas em diversas áreas”.</i>
E15	<i>“É a tecnologia, baseada nas áreas biológicas”.</i>
E16	<i>“É uma área de estudo que busca o desenvolvimento de seres modificados em laboratório visando o aprimoramento de técnicas que irá ser usado em vários setores industriais”.</i>
E17	<i>“Uso da tecnologia nos meios das indústrias, para melhorar os meios de produção”.</i>
E18	<i>“É uma área que estuda seres modificados, cujo propósito é promover uma melhoria nas técnicas utilizadas por setores como industriais e saúde, isto é, utilização de um organismo para realizar um processo no qual objetiva-se um uso específico”.</i>

Fatos interessantes são apontados pelos entrevistados E05, E10 e E15, estes destacam que a Biotecnologia é uma área da Biologia que visa à produção de um bem para a sociedade e que promove a área das Ciências Biológicas. É necessário analisar também, que uma grande maioria considera a Biotecnologia uma tecnologia capaz de gerar um produto ou serviço por parte das indústrias e que vão fomentar a economia (E02, E06, E08 e E0).

São respostas que nos remete a reforçar a importância da Biotecnologia, pois, além de não ser um conhecimento atual, esta se enquadra no desenvolvimento da sociedade, pois, abrange a dimensão da tecnociência, capaz de fazer entender processos relacionados à vida.

No entanto, um fato curioso é que 89,9% afirmaram que sabem o que é Biotecnologia, 11,1% disseram que não sabem, e, mesmo que a Biotecnologia não seja tratada como disciplina no curso de Bio/Qui, de acordo com a opinião dos estudantes, um quantitativo considerável sabe o que é, embora superficialmente.

Por se tratar de uma análise onde se tem como referência o conhecimento do estudante sobre o ensino de Biotecnologia ocorrido no transcurso da sua formação, será levado em consideração somente 16 respostas que afirmaram saber o que é Biotecnologia. As

questões apresentadas por eles são pontuais que dizem respeito a uma maior interpretação dessa Ciência e que requer conhecimento apurado para respondê-las.

5.3.3. A importância da inclusão dos assuntos de Biotecnologia no ensino superior

O ensino superior é a formação continuada de quem obrigatoriamente concluiu o ensino médio, com isso é razoável que toda proposta curricular dos cursos de graduação possam contemplar conteúdos específicos nos determinados cursos.

Nessa preocupação, ao se questionar dos estudantes sobre a aquisição de conhecimento dos assuntos de Biotecnologia antes ou após o seu ingresso no curso se constatou que 37,5% dos entrevistados ouviram falar de Biotecnologia antes de adentrar no ensino superior; 50% após; 6,25% não soube responder e 6,25% não respondeu. Os entrevistados destacaram a temporariedade de onde tiveram os assuntos de Biotecnologia antes de adentrar no curso superior, descritas no quadro 09.

Quadro 09: Aquisição temporal do conhecimento de Biotecnologia (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E03	<i>“Durante as aulas na escola no período do ensino fundamental”.</i>
E08	<i>“Ouvir falar sobre a Biotecnologia na escola, quando estava no ensino médio, no qual, a docente por meio de aulas explicativas expôs de forma resumida o conceito aos estudantes”.</i>
E10	<i>“Na escola, no ensino médio, nas aulas de biologia. A professora mencionou uma vez sobre modificações nos genes e sobre a Ovelha Dolly”.</i>
E12	<i>“Entre os anos de 2013 a 2015 quando estava no ensino médio e assistia na televisão através dos jornais, quando o jornalista apresentava alguma matéria envolvendo o teste de novos medicamentos em laboratórios de universidades públicas. E no ensino médio quando a professora explicava indiretamente os estudos de cientistas do passado”.</i>
E17	<i>“No terceiro ano do ensino médio”.</i>
E18	<i>“A primeira vez que eu ouvir falar sobre a Biotecnologia antes de entrar no curso foi na disciplina de Farmacologia, realizada no curso técnico em enfermagem, no qual foi apresentado a definição e sua utilização na área da saúde”.</i>

Como é possível notar no quadro 09, a Biotecnologia é pouco abordada no ensino básico, geralmente é comentada no ensino médio nas turmas dos anos finais, e essa situação perpassa para o ensino superior, onde os assuntos de Biotecnologia ainda continuam sendo abordados de forma superficial e aleatoriamente distribuída nas disciplinas do curso de

Bio/Qui, e a Biotecnologia não é expressa no seu arcabouço que normativa o curso em questão.

Por isso é crucial que os assuntos de Biotecnologia sejam contemplados no PPC, preferencialmente como disciplina do curso, assim, haverá um continuidade de aperfeiçoamento sobre o entendimento dessa área do conhecimento no ensino superior, pois, se trata de uma área que está relacionada diretamente com as Ciências Biológicas.

5.3.4. A exploração dos assuntos de Biotecnologia no ensino superior

O conhecimento é construído dentro de vários ambientes que possibilitam o debate, seja acadêmico, científico ou empírico, mas, geralmente em sala de aula. Além disso, é no espaço institucional de ensino que se busca a interpretação dos fenômenos que estão relacionadas com as diversas áreas do conhecimento e que proporciona a aquisição do saber.

As áreas do conhecimento dependem da ampla divulgação dos seus conteúdos. Existe uma inter-relação que vai da teoria a prática, e que estão imersas na metodologia didático-pedagógica do professor.

A metodologia didático-pedagógica apresentada para construir uma passagem de interpretação das significações conceituais dos assuntos vai permitir que os estudantes possam internalizar conceitos e construir a sua maneira de socializar tal conhecimento.

Uma situação percebida nas respostas dos entrevistados é a fragilidade de socialização dos conhecimentos que dizem respeito à Biotecnologia, pois, 50% dos entrevistados afirmaram que ouviram falar de Biotecnologia no ensino superior, porém, constatou-se no discurso dos mesmos uma lembrança quase imperceptível do momento que tiveram o assunto de Biotecnologia no curso, destacada no quadro 10.

Quadro 10: Período, disciplina e lugar que o entrevistado ouviu falar de Biotecnologia no curso de Bio/Qui (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E04	<i>“6 período Biologia molecular e 8 período Genética e evolução o assunto faz parte da ementa.”</i>
E05	<i>“Na disciplina de Botânica 2, no sexto período”.</i>
E06	<i>“Assuntos que envolvem Biotecnologia são estudados de maneira interdisciplinar, uma vez que a mesma não encontra-se de maneira isolada durante a graduação. Deste modo, assuntos que envolvem Biotecnologia foram estudados em disciplinas com Botânica III, Bioquímica e Biologia Molecular (5º e 6º período, respectivamente) citando a importância das modificações genéticas sofridas por alimentos que consumimos diariamente, visando a qualidade e quantidade dos produtos modificados”.</i>

E07	<i>“Não me recordo a disciplina e o período que estudei algo sobre biotecnologia, se foi nas disciplinas de biologia celular ou bioquímica”.</i>
E08	<i>“A Biotecnologia foi apresentada aos discentes na disciplina de Saúde e Ambiente no 5º período”.</i>
E09	<i>“Foi no 4º período que fizemos um debate sobre as tecnologias e as principais áreas, foi quando lemos um artigo pra ter um pouco de conhecimento pra o debate”.</i>
E10	<i>“Biologia Molecular e Genética foram as que mais me deparei com a biotecnologia. Pois, são assuntos que estão dentro dessa área”.</i>
E11	<i>“Saúde e Ambiente: 3 período. Biologia molecular: 6 período Botânica: 7 período”.</i>
E12	<i>“Nas aulas de saúde e ambiente, quando o professor explicou sobre os primeiros estudiosos que chegaram a conclusão de determinadas vacinas”.</i>
E14	<i>“Genética, só superficial pois ainda não terminei a disciplina”.</i>
E15	<i>“Sim, escutei está frase em uma das aulas de biologia molecular, onde o professor se referia ao teste de bioluminescência”.</i>
E17	<i>“5º período na disciplina de Saúde e Ambiente”</i>
E18	<i>“Infelizmente no atual curso da UFAM que estou cursando não me recordo qual a disciplina nem período específico que estudei sobre tal assunto, mas lembro vagamente que vi sobre tal conteúdo também pelo curso da UFAM, principalmente nas disciplinas que envolviam a utilização de laboratório”.</i>

O entrevistado E06 no quadro 10, dispõe de opinião até bem estruturada com percepção apurada da Biotecnologia. Por outro lado, é possível perceber ainda no quadro 10 que existe uma carência de conteúdo na percepção dos estudantes sobre o ensino de Biotecnologia no curso de Bio/Qui, no qual se fortalece a ideia de que esta área é falada/apresentada em diferentes contextos das disciplinas já existentes no curso, daí a sua interdisciplinaridade, mas, que superficialmente como bem coloca o entrevistado E18.

Diante do contexto acima, pode-se dizer que a Biotecnologia é interdisciplinar porque recebe uma pequena atenção nos discursos de outras disciplinas como Botânica, Saúde e Ambiente, Genética e Biologia Molecular. Tal situação restringe envolver as suas especificidades e por esse motivo dificulta ao estudante possuir um melhor entendimento do que seria Biotecnologia.

5.3.5. A prática docente como reflexo do ensino-aprendizagem em Biotecnologia

Como já foi dito no tópico anterior, a metodologia didático-pedagógica para ensinar, dependendo do procedimento adotado auxilia no processo de ensino-aprendizagem. Sobre o

ensino de Biotecnologia, pode-se utilizar as aulas práticas, nesse caso de experimentação, pois, se trata de uma área que aplica a tecnologia nos processos de produção biológica.

As aulas experimentais despertam significativamente o interesse dos estudantes, especialmente quando aplicadas ao ensino de Biotecnologia, que utiliza técnicas com tecnologias avançadas e por esse motivo traz um olhar de empolgação ao estudante que se dispõe a aprender assunto sobre Biotecnologia.

Sobre a realização de atividades experimentais que envolvessem Biotecnologia no curso de Bio/Qui, 81,25% afirmaram não ter feito; 12,5% já fizeram (quadro 11); e 6,25% disseram que não recordavam ter feito qualquer aula experimental que envolvesse esta Ciência.

Quadro 11: Realização procedimental de aulas experimentais em Biotecnologia no curso de Bio/Qui do IEAA/UFAM-AM (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E04	<i>“Sim modificar geneticamente um DNA no computador”.</i>
E07	<i>“Não me recordo de atividades experimentais, porém, lembro que tive aulas didáticas que abordava o assunto de forma mais clara e apresentações de seminários em sala.”</i>
E18	<i>“Sim, recordo vagamente de uma experiência referente a fabricação de combustível”.</i>

Nota-se no quadro 11 que há uma fraca interpretação sobre aulas experimentais que envolveram Biotecnologia no curso, pois, apenas 03 estudantes responderam que já realizaram experimentos em Biotecnologia. O entrevistado E18 demonstra que utilizou de alguma técnica derivada desta Ciência. Diante de tal situação, é possível reforçar que em grande parte as abordagens de Biotecnologia se limitam as aulas teóricas, realizadas em sala de aula.

É possível confirmar que a Biotecnologia é limitada em sala de aula quando se perguntou aos entrevistados se estes tiveram alguma abordagem dos conteúdos em sala de aula que melhorasse o seu entendimento sobre Biotecnologia. Sobre as abordagens em sala de aula, 6,5% disseram que não; 12,5% não recordam; 12,5 não responderam; 6,25 não soube responder e 62,5% dos entrevistados afirmaram que sim e, relataram o tipo abordagem dada a Biotecnologia conforme o quadro 12.

Quadro 12: Abordagens em sala de aula sobre Biotecnologia no curso de Bio/Qui do IEAA/UFAM-AM (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E05	<i>“Apresentação de Slides e alguns Artigos”.</i>
E06	<i>“Os conteúdos abordados nessa área foram sempre de modo superficial, porém houve uma discussão na disciplina de Bioquímica sobre o Projeto Genoma Humano, onde o professor responsável pediu que os alunos realizassem uma leitura em artigos sobre tal assunto”.</i>
E07	<i>“Debates em sala de aula, apresentação de seminários e aulas didáticas”.</i>
E08	<i>“Durante as aulas houve a abordagem e discussão sobre a Biotecnologia, por meio de apresentações em sala de aula que melhorou o entendimento e conhecimento em relação ao assunto”.</i>
E09	<i>“Em aula prática e teórica, eram abordagem mais superficiais e sem muito interesse da própria turma, mais é fascinante, entendi mais sobre o assunto”.</i>
E10	<i>“Não profundamente, apenas superficial. Como artigos e métodos que são utilizados na biotecnologia”.</i>
E11	<i>“Artigo sobre melhoramento genético de plantas, criação da vacina, remédio dentre outros”.</i>
E12	<i>“Explicações conceituais trazidos de livros”.</i>
E14	<i>“Apenas citações e conversas informais, muito interessante, que despertou minha curiosidade”.</i>
E17	<i>“Teve apresentação de seminários”.</i>

A Biotecnologia tem um viés de despertar o fascínio dos estudantes (E09 e E14) e por isso, é atraente para quem se envolve nos seus conteúdos. Algumas respostas no quadro 12 chamam atenção para a abordagem desta área, como exemplo, as respostas dos entrevistados E06, E10 e E11, aos quais elencam assuntos inerentes a ao tema discutido, tais como o Projeto Genoma Humano, os métodos que se aplicam em Biotecnologia e os produtos que são derivados dela. Para Leite (2007, p. 21):

Se a promessa de revolução econômica, médica e social da Biotecnologia tivesse de ser simbolizada por um único evento tecnocientífico, esse seria sem dúvida o sequenciamento do genoma humano, ou seja, a complicação das mais de três bilhões de permutações bioquímicas entre bases nitrogenadas de quatro tipos (adenina, A; timina, T; citosina, C; e guanina, G) enfileiradas nos 24 cromossomos da espécie *Homo sapiens*.

São questões como essa que despertam nas pessoas o fascínio para a utilização da Biotecnologia, pois, é uma maneira de se fazer entender fenômenos que estão relacionadas com a nossa espécie humana, utilizando uma abordagem mais tecnológica do que científica.

5.3.6. O ser orgânico e social: Que concebe, percebe, internaliza e reproduz os assuntos de Biotecnologia

Nas abordagens de ensino se utilizam as metodologias didático-pedagógicas para a explanação de conteúdos a fim de facilitar o entendimento dos estudantes, onde a concepção intelectual avança para uma percepção científica. É dessa forma que os estudantes se posicionam ativamente para compartilhar saberes científicos das experiências vividas e conhecimento internalizado.

O ser orgânico é aquele que diretamente está sujeito a receber inferências do meio social, biológico e psicológico, por isso o ser humano utiliza os sentidos orgânicos (visão. Audição, paladar, olfato e tato) para perceber os fenômenos que influenciam no conhecimento.

Assim, numa tentativa de entender os sentidos orgânicos que fazem os estudantes perceberem a Biotecnologia no curso, obteve-se o seguinte resultado: 50% dos entrevistados responderam de forma inconclusiva ou não souberam responder, isso demonstra o ínfimo conhecimento sobre a Biotecnologia, demonstrando-se que o conhecimento até então colocado pelos entrevistados é superficial quanto a área da Biotecnologia. Além disso, 12,5% não responderam e 37,5% responderam de forma satisfatória conforme o quadro 13:

Quadro 13: A percepção do ser biopsicossocial (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E06	<i>“A Biotecnologia na Universidade é vista de maneira escassa ou quase inexistente, tendo em vista a falta de laboratório de Biologia capacitados para atividades experimentais na área, porém durante a graduação notou-se a participação da mesma de forma interdisciplinar como supracitado anteriormente, em Bioquímica, Molecular e Botânica, usufruindo dos sentidos visuais e auditivos presenciados em sala de aula”.</i>
E07	<i>“No paladar, pelo fato de estar presentes todos os dias no nosso cotidiano, nas refeições, pois muitos alimentos hoje chegam a nossa mesa modificados”.</i>
E08	<i>“Acredito que na visão, paladar e tato, no sentido que se é analisado o exercício da Biotecnologia, seja através de mudanças e modificações físicas que determinados produtos estudados são submetidos com os processos biológicos”.</i>
E10	<i>“Nos experimentos de laboratório consigo notar a biotecnologia pela visão; em vídeos demonstrativos a visão e audição; no crescimento de plantas modificadas a visão”.</i>
E14	<i>“Percebo a biotecnologia através dos sentidos da audição e visão, quando ouço e vejo plantas genética modificados”.</i>

Se pararmos para entender, a Biotecnologia está no nosso dia a dia, especialmente nos alimentos que ingerimos derivados da industrialização, que utilizam de técnicas para dar uma maior durabilidade e rentabilidade aos produtos que chegam a nossa mesa como expõe o entrevistado E07 no quadro 13.

Muitas técnicas são aplicadas para o melhoramento das espécies vegetais, no caso dos alimentos transgênicos ou Organismos Geneticamente Modificados estes são produzidos para obterem maior resistência às pragas e uma aparência mais vistosa. Além disso, “os alimentos industrializados podem conter alguns componentes de origem transgênica (soja, milho) assim como substâncias produzidas por microrganismos geneticamente modificados (enzimas, aditivos etc.)” (MALAJOVICH, 2011, p. 191).

Também, é possível citar a Micropropagação ou cultura de tecido *in vitro*, onde se busca pelo desenvolvimento de plantas em laboratório, no qual, objetiva-se aumentar a produção de algumas espécies em curto espaço de tempo e com melhor qualidade.

A produção das vacinas que é claramente uma técnica biotecnológica. Recentemente, a saber, em dezembro de 2019, o mundo foi abalado pela crise na saúde devido à pandemia do vírus denominado de COVID-19, e muitos pesquisadores no mundo todo disputam uma corrida em busca de uma vacina que possa combater tal problema.

Uma vacina deve reunir várias qualidades, principalmente eficiência, pureza, segurança e baixo custo. O processo industrial varia em função do microrganismo utilizado para a produção de uma vacina, e responde a critérios estritos de qualidade (BPL ou Boas Práticas de Laboratório; BPF ou Boas Práticas de Fabricação). Atualmente, o controle de qualidade ocupa 70% do tempo dedicado à produção de uma vacina (MALAJOVICH, 2011, p. 206).

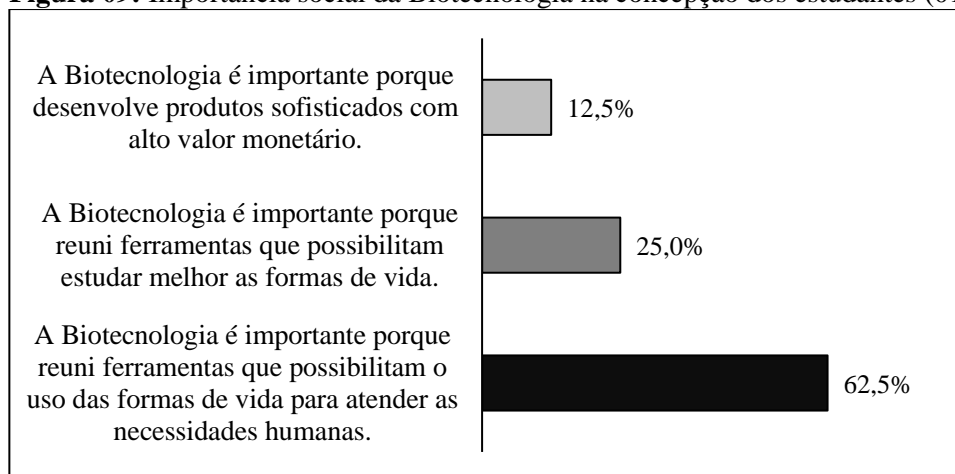
Na produção do queijo, onde se utilizam bactérias para dar sabor e textura ao produto, sendo várias espécies bacterianas utilizadas para fermentar o leite: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, entre outras.

São temas entre vários outros que podem ganhar destaque no meio acadêmico por meio da abordagem teórica ou prática para proporcionar aos estudantes uma percepção apurada do ensino de Biotecnologia.

Ensinar Biotecnologia é um gesto de pensar que a sua gama de conteúdos pode influenciar muitos estudantes a trilharem caminhos utilizando esta Ciência para melhorarem as relações de subsistência material da sociedade. Fato que ficou claro ao perguntar a opinião dos entrevistados sobre a importância da Biotecnologia para a sociedade, sobre essa questão é

possível perceber que 62,5% disseram a sua utilização pode atender as necessidades do ser humano conforme a figura 09.

Figura 09: Importância social da Biotecnologia na concepção dos estudantes (01.07.2020).



Não se pode negar que a Biotecnologia está entranhada em nossas atividades rotineiras, tão importante como as outras disciplinas já previstas no curso de Bio/Qui, sendo assim, só valorizaria um curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, para a formação docente. Tal situação pode ser reforçada pela opinião dos estudantes ao mencionarem produtos mais simbólicos da Biotecnologia para a sociedade, de acordo com o quadro 14:

Quadro 14: Opinião dos estudantes sobre o(s) produto (s) mais simbólico (s) da Biotecnologia (01.07.2020).

Entrevistado	Resposta
E03	<i>“Acho que a obtenção de alimentos através da fermentação”.</i>
E04	<i>“Tomates trans”.</i>
E05	<i>“Pesticida”.</i>
E06	<i>“Uva, sem semente ou mais adocicada foi um dos alimentos citados durante a disciplina de Botânica III, a mesma sofre modificações genéticas o que possibilita aumento de produtividade e diminuição de pragas e insetos nas plantações”.</i>
E07	<i>“Na saúde, bem como a produção de vacinas”.</i>
E08	<i>“A produção de determinados medicamentos possuem uma grande importância em questão ao avanço na tecnologia”.</i>
E09	<i>“Fermentação láctico”.</i>
E10	<i>“Modificação no DNA, podendo alterar aspectos físicos e em alimentos como a melancia sem caroço”.</i>
E11	<i>“Vacina”.</i>
E12	<i>“A mão de obra, pois já vi relatos de vidas serem salvas pelo fato do estudo realizado no laboratório através das análises clínicas, que levou a</i>

	<i>preocupação de um biotecnólogo diante uma análise poder indicar para os médicos exames mais rigorosos em pacientes e diante disto, ser iniciado o tratamento mais cedo de alguma doença”.</i>
E13	<i>“Os testes de DNA”.</i>
E14	<i>“purificação da água e desenvolvimento de medicamentos entre outros”.</i>
E15	<i>“Leite fermentado e chocolate são mais comuns para minha pessoa. Mas é mais comum pra mim ouvir sobre a modificações dos grãos de soja”.</i>
E17	<i>“Produção de medicamentos”.</i>
E18	<i>“Penicilina. Como a penicilina é utilizada para o tratamento de infecções bacterianas, como a sífilis, considero que a mesma seja um exemplo de produto da Biotecnologia no qual eu considero mais simbólico desse avanço tecnológico, tendo em vista que a mesma contribui significativamente para a saúde da população que possui tal doença”.</i>

É compreensível entender que existe um limite para a utilização da Biotecnologia, pois, o seu uso de forma negligenciada pode romper com as barreiras da compreensão quanto ao seu uso por parte da aceitação das pessoas.

Então, mais do que aceitar a inserção da Biotecnologia no curso de Bio/Qui, é fazer entender questões jurídicas e bioéticas quanto à utilização de biotécnicas utilizadas nessa área. Assim, quando se questionou dos estudantes se estes concordavam ou discordam sobre a seguinte afirmação: “A Biotecnologia não deve ter seus avanços regulados por Lei e deve ser livre para gerar qualquer produto”. Sobre a opinião dos estudantes 6,25% concordam (concorda, porém, não apresentou justificativa); 6,25% abstenção; 6,25% não souberam responder; 12,5% não responderam e 68,75% discordam de acordo com as justificativas dispostas no quadro 15.

Quadro 15: Opinião dos estudantes sobre a não regulamentação da Biotecnologia.

Entrevistado	Discordam
E04	<i>“Discordo, ao mexer no DNA das pessoas mexemos com a vida. Até certo ponto o ser humano está certo em melhorar sua vida. Mas quando ele se acha no direito de escolhe a cor do filho e outras coisas. Isso é inaceitável do ponto de vista ético e na minha opinião também. Temos que ter lei, se não para que existiria os direitos humanos. Somos uma sociedade e isso exige organização”.</i>
E06	<i>“Discordo, pois toda modificação genética seja ela de natureza animal ou vegetal, deve respeitar a conservação das espécies, visto que tais mudanças, só podem ser feitas por laboratórios qualificados e por profissionais da área, pois modificações "fora da lei", implicaria em impactos ambientais, sociais e econômicos”.</i>
E08	<i>“Discordo, pois a Biotecnologia é uma área que precisa ter determinados pontos regulamentadas por leis, pois é necessário que somente profissionais da área possam ter acesso e desenvolver determinados produtos”.</i>

E10	<i>“Discordo. Pois, se as coisas não forem restringidas as pessoas deixam a ganância e outros sentimentos crescerem sem controle. As leis servem para isso, ter um controle sobre as coisas, é importante tê-las, senão tudo pode se descontrolar e crescer drasticamente em aspectos negativos”.</i>
E12	<i>“Discorda, pois existem muitas fraudes de empresas sem permissão que produzem alimento, remédio e objetos sem a devida qualidade, enganando os clientes e trazendo malefícios para a saúde das pessoas, com a regulação por Lei, todas as empresas precisam de uma inspeção para poder ser regulada a vender produtos sem causar danificação”.</i>
E13	<i>“Discordo, pois muitas vezes podem ser usado de má fé pra fabricação de produtos ilegais levando riscos a sociedade”</i>
E14	<i>“Não concordo, pois o ser humano em sua infinita arrogância se sente o próprio Deus, tomando atitudes indevidas”.</i>
Entrevistado	Abstenção
E15	<i>“Se não ferir nenhum direito humano e não prejudicar a sociedade diretamente, não ter por que não deixar que as fronteiras dos estudos sejam barradas”.</i>

As questões jurídicas e éticas que envolvem a Biotecnologia são fatores que merecem ser discutidas, principalmente pelos riscos que esta representa caso seja utilizada de forma descontrolada. Pensando nessa situação, o que então explicaria a importância da inserção da Biotecnologia no curso de Bio/Qui? Para este pesquisador, a importância se torna efetiva na medida em que uma área de conhecimento consegue refletir positivamente a sociedade, a quem ela pode afetar, e com qual intensidade a sua condição de mudar o meio social pode acontecer.

Então, ao questionar a opinião dos entrevistados sobre qual seria a importância da Biotecnologia para a sociedade, os mesmos relataram fatores coerentes e importantes que merecem ser analisados, onde 6,25% não souberam responder; 12,5% responderam e 81,25% responderam satisfatoriamente conforme o quadro 16.

Quadro 16: Opinião dos estudantes sobre a importância da Biotecnologia para a sociedade

Entrevistado	Resposta
E03	<i>“Importância da Biotecnologia para a sociedade, a partir de organismos vivos, cria produtos para melhorar a forma como vivemos”.</i>
E04	<i>“Importantíssima, pois além de fator econômico, através dele podemos melhorar a vida do ser humano descobri doenças. Por exemplo se tiver um gene do tomate que cause doenças no ser humano e possível manipular o material genético com isso isolado a ação desse gene”.</i>
E05	<i>Várias. Pois muitas vacinas, antibióticos são derivadas da Biotecnologia</i>
E06	<i>“Biotecnologia é de suma importância nas lavouras, aumentando a produtividade e reduzindo perdas por doenças ou pragas (inseticidas). É válido ressaltar, outros benefícios como no ramo farmacêutico, na produção de remédios e tratamentos medicinais. Logo, é crucial o avanço da mesma para melhoria em diversas áreas em que esta atua, beneficiando a qualidade de vida”</i>
E07	<i>“A biotecnologia é de grande importância para a sociedade, pois através</i>

	<i>dela é possível desenvolver produtos e soluções para aplicação em diversas áreas, como na agricultura, na alimentação, na pecuária, na saúde (humana e animal), dentre outros. Pois a biotecnologia faz parte do nosso cotidiano”.</i>
E08	<i>“A biotecnologia possui uma grande importância social, no sentido que auxilia no processo de melhoramento de determinados produtos fornecidos, assim como contribuem para os estudos de medicamentos no combate a doenças que vem surgindo. Outra importância a se destacar é em relação ao mercado de trabalho, no qual, aumentam as áreas de pesquisas dentro do ramo da Biotecnologia, expandindo o acesso de profissionais nessa área”.</i>
E09	<i>“Descoberta de novas técnica, para beneficiar em todos os sentidos”.</i>
E11	<i>“Através dela foi possível descobrir as vacinas que imuniza o homem, bem como as medicações. Os alimentos que encontramos facilmente”.</i>
E12	<i>“A sociedade depende da biotecnologia, pois ela de todas as formas possibilita o melhor uso de objetos e rendimento de produtos para o ser humano”.</i>
E13	<i>“Seria de bom uso para grandes avanços tecnológicos para fabricação de produtos de boa qualidade e para gerar empregos e termos oportunidade de avançar os estudos”.</i>
E14	<i>“A importância é gigantesca, na produção de medicamento, na degradação de resíduo, entre outros”.</i>
E15	<i>“De suma importância, pois em todo tempo consumimos produtos gerados através da biotecnologia”.</i>
E17	<i>“Na área da saúde com a produção dos medicamentos que todos necessitam”.</i>

Diante do exposto é possível dizer que ainda há muito que ser feito, é necessário romper as barreiras do conhecimento superficial e mitológico da Biotecnologia e garantir que os futuros professores do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química tenham a percepção do que é Biotecnologia e como estes poderão trabalhar com vossos futuros estudantes.

A Biotecnologia é ampla, constitui-se de variados conteúdos que de forma interdisciplinar não dão conta de aprimorar o seu entendimento para os estudantes, cabe assim, um incentivo do curso em perceber tal importância a ponto de colocar em discussão a Biotecnologia como Ciência que resistiu ao tempo e se reinventa em uma sociedade globalizada e capitalista que muitas vezes reconhece somente o valor monetário.

5.4. As categorias que implicam no ensino de Biotecnologia em sua síntese

Como resultados dessa pesquisa foram identificadas categorias de fatores que podem determinar ou implicar positivo-negativamente o ensino de Biotecnologia no Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do IEAA/UFAM-HUT-AM.

A exemplo, a categoria de trabalho e a categoria da práxis, ambas utilizadas para corroborar a discussão na construção do PPC e na maneira de prevê os conteúdos de Biotecnologia, sendo dispensadas nesta sessão a qual será dedicada a expor outras categorias que estão incluídas na maneira de ensinar Biotecnologia em específico.

No Materialismo Histórico e Dialético se analisa o objeto de estudo em movimento ou transformação. Para o método, as transformações sociais e econômicas são determinadas pela produção material, moldada pelo trabalho de qualquer natureza, seja ela mecânica, física ou até mesmo intelecto-cognitiva. Por isso, é necessário analisar como a Biotecnologia, sendo um meio de produção é capaz de contribuir com um curso de graduação para o exercício do desenvolvimento do ser social direcionando o seu ensino aos estudantes. Antes disso, é crucial deixar transparente que o materialismo é:

Toda concepção filosófica que aponta a matéria como substância primeira e última de qualquer ser, coisa ou fenômeno do universo. Para os materialistas, a única realidade é a matéria em movimento, que, por sua riqueza e complexidade, pode compor tanto a pedra quanto os extremamente variados reinos animal e vegetal, e produzir efeitos surpreendentes como a luz, o som, a emoção e a consciência (ALVES, 2010, p. 01).

Quando a análise se volta para a subjetividade do objeto, nesse caso, para o ensino de Biotecnologia é comum, no materialismo, à utilização de categorias de análises, que corroboram para o entendimento do campo universal do objeto que está implícito na verdade dos sujeitos, nesse caso, dos estudantes.

Categoria, no materialismo histórico e dialético, tem fundamento ontológico, ou seja, objetiva-se analisar a natureza do ser e da realidade, ou em outras palavras, pode ser considerado um protocolo do trato do objeto, originado com a pesquisa e a partir do objeto analisado, são as formas de ser e o modo de construção do ser social. Masson (2007, p. 111) menciona que as categorias,

são fundamentais na pesquisa, pois possibilitam compreender o objeto nas suas articulações entre as dimensões macro e micro, contribuindo para que o pesquisador não se limite a apreender o fenômeno investigado de maneira contingencial, bem como para demonstrar que pesquisas desenvolvidas numa perspectiva marxiana não são macro-teorizações.

As novas categorias serão demonstradas em ordem, pois, estão configuradas em níveis que expressam uma ascensão sobre as implicações na abordagem do ensino de Biotecnologia.

A primeira categoria notada diante do desenrolar desta pesquisa é **1- Concepção democrática do conhecimento**: trata-se da gênese da Biotecnologia como conhecimento democrático previsto na construção da formação do currículo do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química.

Para a democratização do conhecimento de Biotecnologia, levam-se em consideração dois sentidos que permitem interpor a discussão no modo de construir um currículo, pautado em orientações que aproximam a realidade do curso à área de Biotecnologia, são elas: Historicidade e Valoração.

O primeiro ponto a ser considerado é a historicidade. Nesse caso, se analisa o contexto histórico desde a Biotecnologia tradicional à sua existência atual, sendo esta última advinda da produção de biotécnicas utilizadas em diversos seguimentos das áreas de conhecimento.

A importância de um estudo bem contextualizado historicamente permite conhecer como se dá a atividade científica, contribuindo para que se formem cidadãos críticos e reflexivos, capazes de se posicionar sobre as implicações que o uso da biotecnologia traz para a sociedade e a natureza (KOVALESKI e ARAÚJO, 2013, p. 162).

É de conhecimento que a Biotecnologia está marcada historicamente por discussões que mostram uma relação polêmica, geralmente, ético-científico e social sobre a utilização das biotécnicas em seres vivos.

A biotecnologia moderna tem sido uma pauta recorrente de discussão, considerando-se suas formas de atuação, que provocam questionamentos ético-científicos quanto ao manuseio, à produção e o consumo dos bens e serviços advindos dessa técnica. Atualmente, essa biotécnica interfere no universo jurídico na medida em que se exige do Direito o papel de resguardar e conservar o meio ambiente e proteger a saúde humana e animal. Nesse sentido, vale anotar que é uma técnica muito antiga, já que o seu surgimento está atrelado a fenômenos sociais como, por exemplo, a agricultura, que acompanha os seres humanos desde os primórdios. Entretanto, esta técnica se aprimorou ao longo do tempo, adquirindo um novo formato, cuja potencialidade é transformar a vida (BERTOLDI, 2015, p. 212).

Como é possível notar no texto de Bertoldi (2015), é perceptível que a história da Biotecnologia é marcada por questões que ainda não foram equacionadas, uma delas é justamente o entendimento do que seria, então, Biotecnologia, pergunta complexa, que requer uma análise de toda a sua historicidade. Deve ser observado que esta questão também está

atrelada à percepção de intervenção que a Biotecnologia proporcionava nas relações estabelecidas pelo modo de organização de produção em cada época.

Sabe-se que a Biotecnologia enquanto atividade humana, inicialmente e de forma inconsciente era utilizada por muitas pessoas desde os primórdios na domesticação de plantas para a cura de diversas enfermidades.

Todavia, a história da Biotecnologia é marcada por avanços que nos dias atuais insere a sociedade em um novo cenário, e talvez seja nessa transição de uma Biotecnologia tradicional para uma moderna que se instaurou uma visão confusa desta Ciência, julgada muitas das vezes por dispor de técnicas que beneficiam o homem a obter apenas um produto ou serviço.

Outra questão são as limitações que dizem respeito ao uso prático e isolado da Biotecnologia, pois, contribui para uma visão estereotipada desta área de conhecimento como uma prática restrita aos laboratórios de grandes empresas. Então, entende-se que ao difundir o seu caráter cotidiano aumenta-se a capacidade de mobilizar os indivíduos por soluções práticas do dia a dia para conter problemas sociais, ambientais e econômicos por meio do seu poder técnico-científico.

Então, para democratizar o ensino de Biotecnologia do ponto de vista histórico e social cabem algumas medidas, uma das possibilidades seria propor na ementa da disciplina de IEA063- História da Ciência, cuja está prevista no 1º período do curso em discussão, o assunto sobre “Abordagem histórica da Biotecnologia”, se tal proposição for incrementada, espera-se que os estudantes obtenham uma base sobre como o processo histórico desta Ciência conseguiu engrenar para uma Biotecnologia moderna em uma roupagem que desperta atenção para quem a utiliza, valorizando-a integralmente em todos os seus processos.

Nota-se que boa parte dos assuntos de Biotecnologia estão inseridos no contexto das empresas industriais, cujas atualmente, adotam a atividade de produção biotecnológica. Além disso, percebe-se uma abrangência dos conteúdos que remetem em sua maioria a aplicação da Biotecnologia nos textos de divulgação científica, artigos de opinião, ora publicados por revistas científicas.

“A compreensão da Biotecnologia na atual conjuntura social implica a análise das suas bases de formação e suas constituições científicas, sociais, ambientais e econômicas [...]” (BERTOLDI, 2015, p. 212). Nessa perspectiva, renova-se a ideia da democratização do ensino de Biotecnologia, pois, será passível de obter uma abordagem menos isolada quando houver a inclusão de discurso sobre essa área do saber, discutida na categoria seguinte.

A **2- Categoria da inclusão dos assuntos de Biotecnologia** representa a importância das propostas e/ou políticas públicas que asseguram as práticas político-pedagógicas docentes em prol das abordagens dos assuntos que envolvem a área da Biotecnologia. A inclusão dos assuntos dessa Ciência vão reunir habilidades que serão cruciais para o desenvolvimento das competências do estudante, e, sobretudo, porque beneficia toda a comunidade estudantil e envolve a sociedade como um todo, corroborando com o desenvolvimento das tomadas de decisão.

No entanto, apesar de haver uma constante preocupação com a inclusão dos assuntos dessa área do saber, é necessário reforçar a ideia de que a distribuição da sociedade em níveis sociais não é equivalente, fator que pode contribuir para o fracasso do ensino da Biotecnologia, pois, a segregação social dos indivíduos limita a possibilidade de troca de experiências oriundas de diferentes realidades.

Para melhor abordagem da Biotecnologia, as instituições de ensino necessitam de apoio para ampliar as condições de oferta para ensinar Biotecnologia aos estudantes, tais como laboratórios equipados, que incluem especialmente insumo para pesquisas, equipamentos e instrumentos de trabalho, assim como dispor de mão de obra especializada, nesse caso manter o acesso dos profissionais para uma formação continuada.

Notadamente a Biotecnologia é explorada por empresas que envolvem as cadeias de produção. Percebe-se que um dos principais objetivos é a exploração da natureza e a mão de obra humana, que se dedicam a gerar a economia com premissa à centralidade do lucro e a exploração de novas técnicas biotecnológicas. Tais informações e conhecimentos geram produtos, e em virtude disso, gera patentes da empresa que a gerou, findando-os ao anonimato e distante de uma reprodução nos espaços de ensino.

Nesse compasso, por que se faz necessário pensar ações no sentido da inclusão dos assuntos de Biotecnologia? Tão importante quanto formar o indivíduo com percepção sobre Biotecnologia, é pensar que na sua atuação profissional o licenciado poderá fomentar a seus estudantes na educação básica ou superior as inter-relações entre o “entendimento científico”, onde se realiza uma aproximação quanto à estruturação da Biotecnologia em geral, mas, também com o seu viés que se aplica na indústria.

Vale salientar que a inclusão dos assuntos de Biotecnologia permitirá que se discutam as questões de Bioética e Tecnociência, cujas, são as “novas tecnologias” produtivo-inovadoras que são a base para constituir a Biotecnologia que se entende atualmente. Para Araujo; Covaleski (2015, p. 123):

O conjunto de tecnologias que geram novos formatos organizacionais criam soluções práticas para antigos e novos problemas técnicos, sob o aspecto de desenvolvimento e avanço, implantando novos paradigmas sociais, inovando o mercado econômico e gerando meios de produção.

Além disso, “Entender a estruturação da indústria biotecnológica é essencial não somente para compreender a sua importância e suas relações com o mercado econômico mundial, mas também para conhecer a sua base científico-tecnológica institucional” (RAMOS, MELO e SILVA, 2016, p. 53). Os autores também discorrem sobre uma preocupação da importância dos grupos ou setores técnico-científicos especializados para a realização da transição para se chegar a novas biotécnicas,

raramente, produtos-alvos de pesquisas científicas saem direto das bancadas dos laboratórios acadêmicos para as linhas de produção das grandes indústrias. Geralmente, essa transição passa por um processo adaptativo que implica a intervenção de grupos ou setores técnico-científicos especializados, capazes de transformar a pesquisa básica em produtos e processos industriais (RAMOS, MELO e SILVA, 2016, p. 54).

Nota-se que as ações serão possíveis se o curso como um todo estabelecer um diálogo compartilhado prevendo possibilidades reais de manter uma relação conjunta entre a educação na formação do sujeito e o desenvolvimento humano que inclui uma abordagem das novas tecnologias.

Com a chegada do século XX e entrada do século XXI houve grandes avanços tecnológicos nos campos da biotecnologia e da genômica, evidenciando uma nova problemática referente a patenteamento de materiais biológicos e o desenvolvimento de novas técnicas terapêuticas voltadas a identificar e tratar doenças que paulatinamente atingem nossa sociedade (ARAUJO e COVALESKI, 2015, p. 124).

Por esse motivo, a inclusão dos assuntos de Biotecnologia permite pensar o seu ensino em um terceiro momento, a **3- Categoria de exploração dos assuntos de Biotecnologia**, tal categoria é importante porque permiti às possibilidades de explorar as habilidades dos estudantes para desenvolver conhecimentos utilizando os assuntos dessa área do saber.

Em virtude de um menor quantitativo de profissionais que obtém formação em Biotecnologia ou área afim a esta Ciência, nota-se de forma geral, mas, não com um ato de estranheza que os professores condicionam os estudantes a desenvolverem projetos de pesquisas que estão relacionadas em sua maioria com a sua área de conforto de atuação no curso, garantindo a sua própria proposta de trabalho materialista. Nota-se também que muitas

das vezes, o estudante não desenvolve pesquisa diante de um assunto problematizado por ele próprio, mas, se vê na condição de realizar pesquisas que são oferecidas pelos professores.

É necessário que haja a mediação, nesse caso, o corpo docente obtém maior parte da responsabilidade de intervir positivamente na realidade do sujeito. Dito isso, a Biotecnologia por despertar nos estudantes a curiosidade pela investigação científica pode, entre outros motivos, ser colocada no papel de protagonista de intervenção social e cultural, como aponta Leite (2007, p. 164), ao apresentar o- Projeto Genoma Humano (PGH), como precursor da curiosidade popular:

A Biotecnologia só se torna protagonista incontestante, assim, quando se encontram em tela seus efeitos sociais e culturais, mais marcadamente as promessas e os temores que suscita. Foram esses ingredientes que atraíram tanta atenção pública para a divulgação dos resultados preliminares do- Projeto Genoma Humano (PGH), e da iniciativa concorrente da empresa privada norte-americana Celera, que fizeram de 2000 o aclamado ano do genoma.

Talvez nem toda tecnologia utilizada para entender processos relacionados à vida, necessariamente conduzirão a sociedade para a geração de problemas sociais. A utilização da tecnologia, bem como das técnicas que move a Biotecnologia atual, dependendo de quem utiliza e das finalidades operantes sobre ela, podem sim, ser benéficas para as atividades materiais do homem, Garrafa (1999, p. 17) chama atenção ao dizer que “a técnica não pode ser nem eticamente submissa nem historicamente dominadora”.

Não se trata de estabelecer ou impor a abordagem dos assuntos de Biotecnologia e criar um sentimento afetivo por esta área nos espaços de ensino, porém, é necessário que o corpo docente entenda que o estudante é o sujeito que faz parte de um espaço institucionalizado e público pronto a ser mediador da Ciência, cujo papel não é neutro, e, sobretudo, possibilita a construção do ser social crítico para soluções de problemas a partir da intervenção, nesse caso, do professor, tal qual é o principal mediador do processo de ensino-aprendizagem. Para Freire (2007, p. 77),

nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. É por isso também que não me parece possível nem aceitável a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra de quem estuda, seja o físico, o biólogo, o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação. Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra [...].

Por esse motivo, todo estudante precisa ser dotado de uma base conceitual no seu sentido dinâmico, flexível, educador, promissor e por fim progressista que podem ser

moldados por meio do desenvolvimento de projetos de ensino, extensão ou pesquisa, que até então, pode ser problematizado em sala de aula.

A exploração dos assuntos que envolvem a Biotecnologia devem respeitar as condições humanas, principalmente numa relação entre professor e estudante. Peixe; Pinheiro, *et al.*, (2017, p. 180) colaboram ao dizer que “pensar a realidade no processo de aprendizagem demanda diálogo/comunicação entre realidades docente-discente e o material didático que vai fomentar/estimular a interpretação das culturas”.

Vislumbra-se no momento, o equilíbrio e o uso controlado e consciente da Biotecnologia, cuja, não é ausente de riscos, mas, no seu outro sentido é capaz de proporcionar ações que colaborem para a vida social. “Então, não é, mais uma vez, questão de limitar, de proibir e, sim, de controlar. A ciência tem um lado bom e ruim” [...] (GARRAFA, 1999, p. 16).

A figura do professor que se posiciona positivamente ao ensinar Biotecnologia recai em seus estudantes quando este passa a conceber a tecnologia como um instrumento de apoio nas suas atividades pedagógicas. “Trata-se, portanto, de estimular o desenvolvimento, da ciência dentro das suas fronteiras humanas e, ao mesmo tempo, de desestimulá-la quando esta passa a avançar na direção de limites desumanos” (GARRAFA, 1999, p. 19).

Em tal perspectiva surge a quarta categoria, **4- Categoria espelho**, nesta, entende-se que os estudantes ao aprenderem os assuntos de Biotecnologia os reproduzirão, ou seja, serão fortemente influenciados pelo anacronismo- teoria que se presume no conhecimento ideal, porém, antes disso e para isso, o mesmo deve ser colocado como protagonista das intervenções didático-prático-pedagógico realizadas no espaço de ensino, nestas condições, acredita-se que este desenvolverá a sua capacidade de tomada de decisões.

Não se pode negar que os sujeitos reproduzem o que aprendem em sala de aula a partir de um processo de ressignificação, mais do que isso, aqui recai a responsabilidade do professor em conduzir a abordagem dos assuntos de Biotecnologia para o estudante para que se possa vislumbrar esta área do conhecimento como reflexo de possibilidades reais na sua construção de ser social, direcionando-se a preocupação para o que deveria ser a aprendizagem significativa em Biotecnologia.

Nesse contexto de impregnação da informação, o professor é muito mais um mediador do conhecimento, um problematizador. O aluno precisa construir e reconstruir o conhecimento a partir do que faz. Para isso, o professor também precisa ser curioso, buscar sentido para o que faz e apontar novos sentidos para o que fazer dos seus alunos. Ele deixará de ser um *lecionador* para ser um *organizador* do conhecimento e da aprendizagem. Poderíamos dizer que o professor se tornou um aprendiz

permanente, um construtor de sentidos, um cooperador, e, sobretudo, um organizador da aprendizagem (GADOTTI, 2007, p. 13).

Por isso que a formação docente é tão importante, pois, é o principal veículo de responsabilidade, dedicação, compromisso e missão de formar outros cidadãos de bens. E, apesar de muitos profissionais da educação utilizarem, na maioria das vezes do autoritarismo em vez do rigor, ainda assim, continuarão na missão de ensinar indivíduos para o seu exercício profissional no/para o mundo. Segundo Kovalesski; Araújo (2013, p. 165) [...]“o professor precisa ser um condutor nesse processo, a partir do momento em que estimula os alunos ao debate e reflexão”[...].

Todavia, os mesmos requisitos básicos didático-práticos e metodológicos exigidos para o ensino de outras áreas do conhecimento, também servirão para ensinar Biotecnologia num ato de relação entre aquilo que o professor precisa saber/conhecer para então fomentar estratégias para o seu ensino, sem um entendimento prévio não tem como dispor de um ensino satisfatório.

Além da questão anterior, quando os docentes buscam realizar uma alfabetização em Ciência e Tecnologia, criam-se maiores oportunidades para se familiarizarem ao letramento científico-tecnológico como contributo para suas aulas e, dessa forma, por que não dizer-poderão contribuir com o ensino-aprendizagem dos estudantes de forma mais efetiva à medida que se reinventam e caminham junto com o progresso da sociedade.

Há também, influências que vão motivar o estudante a uma reflexão, sendo, cruciais para colocá-los frente à realidade desta geração, assim, dar-se início a próxima categoria, denominada de **5- Categoria do ser orgânico e social**. É a partir da correlação entre as categorias anteriores que o estudante vai conceber um estado cognitivo e desenvolver a sua concepção.

Quando o sujeito (o estudante) desenvolve o estado do saber, este permite sistematizar os assuntos/conteúdo que surgiram a partir das suas experiências e passa a construir o seu conhecimento com base nos elementos orgânicos que são essenciais para moldar a concepção em percepção do acúmulo de saberes em Biotecnologia, ou seja, concebe um mundo de significações capazes de argumentar com base em fundamentação conceitual.

Nesse sentido, o sujeito poderá socializar o conhecimento em qualquer espaço de tempo, lugar e hora, tendo em vista que o conhecimento foi então, internalizado no sujeito, com potencial científico e proativo, para isso, Direito; Figueiró *et al.*, (2014, p. 118) colabora ao dizer que “os jovens devem compreender as inter-relações entre o entendimento científico

e as mudanças tecnológicas, e também devem considerar o impacto que as tecnologias podem produzir na sociedade e em decorrência sobre a qualidade de vida”.

A partir de uma concepção moldada durante as abordagens de assunto da Biotecnologia no curso de graduação, o estudante poderá obter a concepção de como os assuntos dessa Ciência poderão ser replicados na sociedade considerando a sua benfeitoria e as questões éticas e jurídicas, numa relação essencialmente Multi e interdisciplinar. Para Ramos; Melo e Silva (2016, p. 22):

A biotecnologia é uma ciência diversa, cujas atividades permeiam várias outras áreas do conhecimento que tenham alguma relação com a biologia. A biotecnologia é, por essência, multidisciplinar. Assim, podemos encontrar biólogos, médicos, agrônomos, engenheiros de alimentos, farmacêuticos, químicos e tantos outros profissionais, assim graduados, inseridos na cadeia produtiva da biotecnologia. O maior diferencial de um profissional formado em biotecnologia é que ele tem sempre uma visão integrada entre a pesquisa biológica e a sua aplicação prática associada ao comércio monetário.

Longe de esperar que o curso de Bio/Qui forme biotecnólogos. A preocupação se volta para uma área que muito pouco se discute dentro dos espaços de ensino, especialmente nos cursos de Biologia, daí a necessidade de apresentar as proposições que podem ganhar destaque no século XXI, uma vez que a biotecnologia “se caracteriza por compreender um conjunto de técnicas que, utilizadas de modo integrado, permitem o uso da matéria prima biológica para a criação de produtos e definição de processos de interesse humano” (RAMOS, MELO e SILVA, 2016, p. 22).

Em tal categoria, pressupõe-se ainda, que as práticas de ensino sendo instrumento didático-pedagógico poderão ser utilizadas para gerar a construção de conhecimento dos estudantes. A didática permite ao estudante criar percepções próprias, que por outro lado serão metabolizadas constituindo a sua identidade.

O estudante ao momento que formalizar uma aproximação de interesses particulares sobre a Biotecnologia poderá entender os riscos e benefícios da utilização dos recursos da Biotecnologia, sendo de interesse também de autores/pesquisadores que esperam por informações claras a essa questão.

Acredita-se, que o ensino de Biotecnologia irá transcender no indivíduo, habilidades únicas, possibilitando encontrar soluções rápidas aos problemas dessa geração globalizada.

Apesar da visão econômico-desenvolvimentista pura, a discussão sobre o uso da biotecnologia moderna envolve divergências quanto aos benefícios e riscos. As Nações Unidas clamam por uma maior produção de alimentos em todo o mundo, pois estima que será necessário que até 2030 essa produção seja aumentada em 50% para atender a demanda²⁵. No

entanto, afirma Capra que há má-fé na ideia de que a biotecnologia é necessária para alimentar os famintos, já que as causas da fome no mundo não têm relação com a produção de alimentos. Para esse autor, a pobreza, a desigualdade e a falta de acesso aos alimentos e à terra são as causas principais da fome (BERTOLDI, 2015, p. 220).

Pode-se perceber que há divergências de opiniões sobre o uso ou não da Biotecnologia para resolver o problema da fome. Uma questão social associada ao ensino de Biotecnologia, provavelmente surge diante das demandas criteriosas que as empresas utilizam para buscarem por profissionais da área, ou seja, limita-se a uma busca pontual e específica de formação. Então, como minimizar esse efeito segregador? Ramos; Melo e Silva (2016, p. 44) afirmam que é necessário,

formação teórico-prática, que permita aos profissionais atuar, com toda plenitude, na indústria de biotecnologia, ou seja, sólidos conhecimentos teóricos e práticos em Biologia Molecular, Bioquímica, Microbiologia, Genética, Imunologia, Cultura de Células e Tecidos, além de disciplinas tecnológicas de Engenharia como Matemática, Física, Química, Informática, Computação e Engenharia de Processos Industriais.

No entanto, o discurso anterior só reforça a preocupação em formar indivíduos para a prática laboratorial de empresas na área. Diante disso, acredita-se que a sala de aula é o principal momento para constituir um ser social crítico, pois nela, o aprendizado científico é moldado a partir das percepções prévias que trajam os estudantes de experiências perpassadas.

A preocupação surge principalmente das novas maneiras que constituíram o campo da Biotecnologia nos últimos anos deste século XXI, inclusive por despertar na sociedade especulações sobre a aplicação desta Ciência, por um lado dos seus benefícios como solução para os problemas desta geração globalizada e por outro, dos seus malefícios que implicam especialmente nas questões éticas com a vida dos indivíduos de todo o planeta.

O “X” do problema, portanto, está no fato de que, dentro de uma escala hipotética de valores vitais, para a humanidade, a ética ocupa uma posição diferenciada em comparação com a pura ciência ou com a pura técnica; nem anterior, nem superior, simplesmente diferenciada. Além de sua importância qualitativa, no caso dos transgênicos, especificamente, a ética serve como instrumento preventivo contra abusos atuais e futuros que venham trazer lucros abusivos para poucos em detrimento do julgamento e sofrimento de grande parte da população mundial e do próprio equilíbrio biossociopolítico do planeta. (GARRAFA, 1999, p. 20).

Além de investir em Ciência e Tecnologia que apoiam o desenvolvimento da Biotecnologia, também é importante discutir nas instituições de ensino uma política voltada para a bioética, pois, “existe pouco espaço, tanto em escolas quanto em universidades para o ensino de Bioética, devido às dificuldade encontradas na compreensão de uma área nova e

complexa” (KOVALESKI e ARAÚJO, 2013, p. 157). Desse modo, permite-se equilibrar a produção material advinda desta área do saber, com o cumprimento da ética humana e do respeito, especialmente, aos bens naturais.

Com base no que foi dito anteriormente, não basta apenas ensinar sobre Organismos Geneticamente Modificados, os transgênicos (OGM)- tecnologia do DNA recombinante- clonagem- terapia gênica- projeto genoma- ou sobre as novas tecnologias que permitiram gerar um produto a partir de organismos vivos, é necessário dizer que nessas abordagens, entender processos relacionados à vida faz parte daquilo que chamamos de Biotecnologia.

Um fator que colabora para uma visão estereotipada da Biotecnologia e que muito tem dificultado a abordagem dos assuntos que envolvem tal área nos espaços de ensino é a ausência da abordagem sobre as novas tecnologias. Borém (2005, p. 10) menciona que “não restam dúvidas de que a Biotecnologia do século XXI é muito diferente daquela quando este termo foi, pela primeira vez, usado no século passado para descrever procedimentos de produção de vinhos, pães e derivados lácteos”, esta é fortemente apoiada pela utilização de tecnologias que constantemente se renovam, tornando-se mais sofisticadas. No entanto, Kovaleski; Araújo (2013, p. 157), mencionam que:

No Ensino de Biologia, é necessário saber trabalhar os conteúdos para além da técnica, abordando o contexto e as implicações da produção desse conhecimento nas sociedades, propiciando aos alunos um arcabouço conceitual, atitudinal e procedimental para a tomada de decisões diante de conflitos éticos.

As novas tecnologias são essenciais para entender questões polêmicas da atualidade, nessa circunstância o estudante finaliza o ensino básico e engrena para o ensino superior com dificuldade de contrapor opinião das bases conceituais da Biotecnologia.

Todavia, não havendo o interesse para questões fundamentais que oferecem um entendimento linear da Biotecnologia, todo esforço feito até aqui para problematizar a importância dessa área do saber ainda continuará no seu anonimato e num discurso frágil, dicotômico-provido da necessidade das abordagens do ensino de Biotecnologia nos espaços de ensino, ou até mesmo pela ausência de interesse e opiniões contrárias a essa proposta, que pode surgir, por exemplo, da população que é leiga sobre o assunto.

Existe um ciclo, e este necessariamente precisa acontecer e fluir de forma dinâmica, pois, as áreas das Ciências Naturais recebem importância por igual, de quem as vê, se identifica, se especializa e por fim propõem-se a disseminar o autoconhecimento das experiências vividas.

A Biotecnologia é Ciência, que extrai informação de organismos vivos para melhorá-lo geneticamente, apresentando-lhes formato e durabilidade de melhor qualidade a partir de procedimentos técnicos de um constructo de biotécnicas que são desenvolvidas para instruir o ser humano a adotar medidas que poderão solucionar problemas advindos da globalização, da superpopulação, de interesses sócio-político, da ação antrópica. Parafraseando Henrique Leff (2013) a evolução natural já não será mais o “simples” resultado de mutações e adaptações “naturais”, do “acaso e da necessidade”, existem interferências do meio externo e que precisam ser combatidos.

Nesse cenário o homem precisa urgentemente contrapor soluções para equacionar problemas que envolvem os diversos seguimentos da sociedade, vale ressaltar que o homem na sua maneira de entender a vida tem utilizado os recursos biológicos de forma negligenciada e insustentável. Os problemas decorrentes de tal comportamento interferem nas inter-relações dos níveis econômicos, políticos, sociais, culturais que emergiram da sua própria necessidade de consumo exacerbado para a sua sobrevivência material. Bertoldi (2015, p. 219) colabora ao dizer que,

O esperado equilíbrio entre as necessidades econômicas, ambientais e sociais, cuja ausência leva inexoravelmente à pobreza e à degradação do ambiente, remete à questão da dificuldade da efetiva valoração das capacidades. A exclusão social está presente mesmo em países ricos, quando a capacidade não é talhada para decidir prioridades com razoabilidade. Com efeito, o valor da capacidade pode mover uma comunidade a demandas por moderna tecnologia, a qualquer custo, ao invés de investimento em educação e cultura, por exemplo [...].

A educação é de longe o único meio para motivar os indivíduos ao consumo consciente. No entanto, é necessário que os estudantes sejam instruídos a adotarem a posição de autores, cientistas ou pesquisadores amantes da Biotecnologia para gerarem opinião crítica a fim de buscar um futuro melhor frente ao cenário de conflitos que marcam negativamente esta geração, respeitando questões ético-jurídicas que envolvem a Biotecnologia para o seu uso consciente, pois, segundo Kovalski; Araújo (2013, p. 166) [...] “é preciso romper com as antigas concepções de ensino que priorizam os conteúdos técnicos, e passar a dar importância maior à formação de valores e atitudes”.

Por fim a Biotecnologia pode ser utilizada em benefício da preservação e conservação dos recursos naturais, bem como a favor da sobrevivência ou da subsistência da humanidade, uma vez que é o meio de produção que molda a consciência dos indivíduos. Nesse sentido, a educação ainda move o mundo, ou pelo menos deveria moldar o ser social crítico, todavia, cabe a este render-se ao conhecimento, pois, sem ele, não há progresso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao ensino de Biotecnologia no Brasil, constatou-se que muito pouco se discute sobre o seu ensino, pois, dos trabalhos de dissertações e teses apenas 9,0% das 210 pesquisas analisadas tiveram correspondência com os descritores ensino e percepção de Biotecnologia, este cenário piora, quando se leva em consideração os artigos científicos, uma vez que dos 290 artigos analisados 3,4% tiveram relação com os mesmos descritores, demonstrando a urgência na publicação de literaturas, de modo geral, que tange o ensino de Biotecnologia. Foi possível notar também, que os trabalhos pesquisados entre 2000 a 2019 destacam-se por apresentarem resultados de pesquisas experimentais aplicadas, e de opinião, todavia, não se discute a importância do processo de ensino-aprendizagem da Biotecnologia na formação de professores. Esse problema nos leva a pensar que tal situação pode ser decorrente da ínfima abordagem sobre os conteúdos dessa ciência nos espaços de ensino.

É necessário levar em consideração que no Brasil, tratando-se sobre dissertações e teses, o estado do Amazonas é a 3ª região com maior número de pesquisas sobre Biotecnologia, sendo ainda, a UFAM a 5ª Universidade entre os IES com maior quantitativo de trabalhos publicados nesta área do conhecimento, porém, apresentou ínfima abordagem sobre o ensino de Biotecnologia, uma vez que, a maioria dos trabalhos encontrados e que tiveram relação com os descritores ensino e percepção de Biotecnologia estão relacionados com trabalhos realizados e publicados por outras instituições. Este problema contribui para o anonimato dessa área do saber nos espaços de ensino, bem como, reflete na formação dos futuros professores que irão encarar a vida profissional no ensino básico com pouco ou nenhuma percepção sobre o que a Biotecnologia representa na atualidade.

Faz-se necessário ampliar o ensino das abordagens de conteúdos da Biotecnologia no curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do IEAA/UFAM. Esta premissa terá o propósito de possibilitar que esta área do conhecimento que sobrevive nos dias atuais decorrente de um movimento dialético, ultrapasse as barreiras do pragmatismo que foram discriminadas na sua construção histórica.

Acredita-se que os empecilhos que colaboram para o ensino de Biotecnologia no curso pesquisado, precisam ser superados, pois, constatou-se que a Biotecnologia é pouca abordada e é prevista apenas como conteúdo da disciplina IEA064 – Microbiologia e Imunologia.

Sobre as respostas dos questionários, apesar de 88,9% dos estudantes terem afirmado saber o que era Biotecnologia, na análise, tal afirmação é insuficiente para dizer de fato que

há um entendimento apurado sobre esta Ciência por parte dos entrevistados. Com isto se reforça a ideia de que apesar do seu tempo de existência a Biotecnologia depende de uma maior aceitação nos cursos de formação de professores em áreas das Ciências Naturais, superando dessa forma, os paradigmas que impedem uma melhor abordagem dos seus conteúdos.

Diante disso, é possível dizer, que há uma inserção tardia em aproximar a abordagem do ensino de Biotecnologia. Necessita-se equacionar tal problema a fim de proporcionar aos estudantes um panorama que se discuta o processo de ensino-aprendizagem sobre os conteúdos básicos de Biotecnologia, e também, dos assuntos relacionados às questões jurídicas e bioéticas dessa área do saber.

Se a Biotecnologia como Ciência obtém capacidade transformadora sobre o comportamento humano, especialmente para contribuir com tomadas de decisões que surgem na contemporaneidade em paralelo à utilização de organismos biológicos para produção de um bem ou serviço, é crucial estar prevista nos documentos oficiais do curso de Bio/Qui, especificamente no PPC e ementário do curso. A inserção da Biotecnologia no arcabouço normativo do curso poderá ser considerada quando se admitir a sua importância clássica, moderno-contemporânea e a sua interdisciplinaridade relatada nas diversas áreas da Biologia integradas de conhecimentos tecnológico-científico no contexto social, econômico, cultural e principalmente ambiental.

Assim, se faz necessário dispor de um ensino teórico e prático da Biotecnologia na formação de professores, considerando a sua dimensão tecnológica nos diferentes níveis de ensino básico, mas, especificamente no ensino superior, no qual, formam-se professores com a missão de contribuir com as mudanças da realidade do ser social numa relação do saber e fazer da Ciência e Tecnologia. Além disso, instaura-se na sociedade uma cultura técnico-científica que irá contribuir para o desenvolvimento do indivíduo culturalmente formado atento nas mudanças sociais decorrentes do desenvolvimento humano.

REFERÊNCIAS

Obras Citadas

- AGUILAR, M. Aprendizaje y tecnologías de información y comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. **Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud**, v. 10, nº 2, p. 801-811, 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/4a2f/4ac8ea2a806a5e264507ea313f9edb70eb89.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2020.
- ALVES, A. M. O método materialista histórico dialético: alguns apontamentos sobre a subjetividade. **Revista de Psicologia da UNESP**, v. 9, nº 1, Março 2010. Disponível em: <<http://seer.assis.unesp.br/index.php/psicologia/article/view/422/400>>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- ALZATE, Ó. E. T. Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias. **TED**, v. 1, nº 36, p. 25-46, Julio-Diciembre 2014. ISSN 0121-3814. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1085.9470&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 10 maio 2020.
- AMARAL, I. A. D. O ensino de ciências e o desafio do fracasso escolar. In: HAHN, A., et al. **A universidade e o ensino de 1º e 2º graus**. Campinas-SP: Papirus, 1988. p. 236.
- ARAÚJO, T. L. R. D.; COVALESKI, J. P. Biodiversidade, Biotecnologia e propriedade intelectual: A questão da proteção jurídica dos materiais biológicos e da diversidade biológica. **Revista Direito e Inovação**, v. 3, nº 3, p. 123-137, jul 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.fw.uri.br/index.php/direitoeinovacao/article/viewFile/2445/2347>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- ARBIX, G. Biotecnologia sem fronteiras. **Novos estudos**, v. 78, p. 5-10, Julho 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/nec/n78/01.pdf>, acesso em: 01 abr. 2019.
- BELENS, A. D. J.; PORTO, C. D. M. Ciência e tecnologia, uma abordagem histórica na sociedade da informação. **Difusão e cultura científica: alguns recortes**, Salvador, p. 23-43, 2009. ISSN 78-85-2320-912-4. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/68/pdf/porto-9788523209124-02.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- BELLONI, M. L. Tecnologia e formação de professores: Rumo a uma pedagogia pós-moderna? **Educ. Soc.**, Campinas, v. 19, nº 65, p. 143-162, 1998. ISSN 1678-4626. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73301998000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- BERTOLDI, M. R. Biotecnologia moderna e desenvolvimento humano sustentável: uma composição possível. **Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades**, Araucaria, v. 1, nº 33, p. 211-227, Janeiro 2015. ISSN 1575-6823. Disponível em: <<https://institucional.us.es/revistas/Araucaria/A%C3%B1o%2017%20%20N%C2%BA%203%20%202015/Biotecnologia%20moderna.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2020.

BORÉM, A. A história da Biotecnologia. In: AL., A. B. E. **BIOTECNOLOGIA, Ciência & Desenvolvimento**. 34. ed. Brasília: KL3 publicações Ltda, v. 1, nº 34, 2005. Cap. 1, p. 10-12. ISBN 1414-6347. Disponível em:

http://www.uel.br/pessoal/rogerio/genetica/textos/historia_biotecnologia.PDF, acesso em: 17 abr. 2019.

BOTTOMORE, T. et al. **Dicionário do pensamento Marxista**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1988. 705 p. ISBN 978-85-378-0611-1. Edição em língua portuguesa, 2012. Edição digital: abril 2013.

BRUZZI, D. G. Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual. **Polyphonia**, v. 27, nº 01, n. v. 27 n. 1 (2016): Dossiê Escolas Criativas, p. 475-483, jan./ jun 2016. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/sv/article/view/42325/21309>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 264 p.

CASTRO, V. L. C. D.; BARBOSA, L. L.; RAMIREZ, L. A construção da proposta pedagógica em instituições de educação superior. **Diálogo**, Canoas, v. 1, nº 15, p. 43-58, Jul-dez 2009. Disponível em: <https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/artigos/dialogo/Aguardando_liberacao_direitos_autorais/2009_n15/2009_n15%20-%20vlccastro.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

CUNHA, P. L. P. D.; CUNHA, S. D.; ALVES, P.. **MANUAL DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA INTEGRATIVA: A pesquisa baseada em evidências**. Grupo Ânima Educação. ed. Belo Horizonte: GRUPO ÃNIMA EDUCAÇÃO, v. 1, 2014. Disponível em: http://biblioteca.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/manual_revisao_bibliografica-sistematica-integrativa.pdf, acesso em: 16 jul. 2020.

DIREITO, I. C. N. et al. Conhecimento Científico em Biotecnologia de estudantes do Ensino Médio de escolas públicas na Zona Oeste do Rio de Janeiro. **Revista Práxis**, v. 1, nº 11, jun 2014. ISSN impresso: 1984-4239, online: 2176-230. Disponível em: <<http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/671>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

FONTES, E. M. G. Desenvolvimento, estágio no Brasil e requisitos para uma política nacional de Biossegurança. In: FEDERAL, S. **Anais do Seminário internacional sobre Biodiversidade e transgênicos**. Brasília: Senado federal- Secretaria especial de editoração e publicações, 1999. Cap. 1, Sessão 2, p. 236.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GADOTTI, M. **Concepção dialética da educação: um estudo introdutório**. 2ª. ed. São Paulo: Cortez editora: Autores associados, 1983. Coleção educação contemporânea.

GADOTTI, M. Projeto Político-Pedagógico da escola cidadã. In: SEED, S. D. E. A. D.- **Salto Para o futuro: Construindo a escola cidadã, projeto político pedagógico**. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, v. 5, 1983. p. 96. ISBN 1516-2079.

GADOTTI, M. **A escola e o professor: Paulo Freire e a paixão de ensinar**. 1ª. ed. São Paulo: Publisher Brasil, 2007. ISBN 978-85-85938-45-1.

GADOTTI, M. **Histórias das ideias pedagógicas**. 8ª. ed. São Paulo: Ática, 2010.

GARRAFA, V. Ciência, Poder e Ética. In: FEDERAL, S. **Anais do Seminário internacional sobre Biodiversidade e transgênicos**. Brasília: Senado federal- Secretaria especial de editoração e publicações, 1999. Cap. 1, Sessão 1, p. 236.

GUIMARÃES, W. A. **Ensino de Biotecnologia: representações sociais de professores de biologia**. Mogi das cruces: [s.n.], 2007. 171 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Mogi das Cruzes, área de concentração: Ciências Biológicas, 2007. Disponível em: <http://pergamumweb.umc.br/pergamumweb/vinculos/000000/00000088.pdf>, acesso em: 28 mai. 2019.

GUSMÃO, A. O. D. M.; SILVA, A. R. D.; MEDEIROS, M. O. A Biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, nº 1, p. 135-154, 2017. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/4979/3357>, acesso em: 22 mar. 2019.

HAYNE, L. A.; WYSE, A. T. D. S. Análise da evolução da tecnologia: uma contribuição para o ensino da ciência e tecnologia. **Revista brasileira de ensino de ciências e tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, nº 3, p. 37-64, set./dez 2018. ISSN 1982-973X. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5947/pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

IBGE. Cidades e estados. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/humaita/panorama>>. Acesso em: 21 out. 2019.

KOVALESKI, A. B.; ARAÚJO, M. C. P. A história da ciência e da bioética no ensino de genética. **Gnética na escola**, v. 8, nº 2, 2013. Disponível em: <<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/biotecnologia/bioetica.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2020.

LEFF, E. **Saber ambiental**. Petrópolis: [s.n.], 2013.

LEITE, M. **Promessas do Genoma**. 1ª. ed. São Paulo: UNESP, 2007. 243 p. ISBN 978-85-7139-733-0.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia 2011**. [S.l.]: Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2011. 320 p. ISBN 85-7323-223-4.

MALAJOVICH, M. A. M. **Biotecnologia**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: ACTE C&T no ensino, 2016. 312 p. ISBN 978-85-921077-0-3.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003. ISBN 85-224-3397-6.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARTINS, L. M.; LAVOURA, N. Materialismo Histórico-dialético: Contributos para a investigação em educação. **Educar em revista**, Curitiba, v. 34, nº 71, p. 223-239, set-out 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/er/v34n71/0104-4060-er-34-71-223.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MASSON, G. Materialismo Histórico E Dialético: uma discussão sobre as categorias centrais. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 2, nº 2, jul-dez 2007. ISSN 1809-4031. Disponível em: <<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/312/320>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MORAES, M. C. **Novas Tendências para o Uso das Tecnologias da Informação na Educação**. [S.l.]: [s.n.], 1998.

PEIXE, P. D. et al. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de Biologia: Abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, nº 1, p. 177-191, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/2726>>. Acesso em: 23 maio 2020.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. 2ª. ed. São Paulo: Pearson makron books, v. 1, 1997.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W.. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, Santa Catarina, v. 49, nº 01, n. Vol. 49 Núm. 1 (2009): Número especial, p. 14, Março 2009. ISSN 1681-5653. Disponível em: <<https://rieoei.org/historico/deloslectores/2846Maciel.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

QUEIROZ, F. A. D. A revolução biotecnológica: História e indústria no Brasil. In: ANPUH, S. N. D. H.- **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH**. São Paulo: ANPUH-SP, 2011. p. 24. ISBN 978-85-98711-08-9. Disponível em: <http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300844653_ARQUIVO_AREVOLUCA_OBIOTECNOLOGICA.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.

RAMOS, M. V.; MELO, F. D.; SILVA, A. L. C. D. **Biotecnologia: A ciência, o bacharelado, a demanda socioeconômica**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 114 p. ISBN 978-85-7485-244-7.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, ; SOUSA, D. O. A formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, v. 14, nº 1, p. 289-303, 2017. Disponível em:

<<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/413/296>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M. D.; AZEVEDO, J. L. D. **Biotecnologia na agricultura e na agroindústria**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 463 p.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24^a. ed. São Paulo: Cortez, 2016. 317 p.

SILVA, L. H. P. D. CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E BIOTECNOLOGIA: Realidades e virtualidades. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n° 3, p. 60-67, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n3/9773.pdf>, acesso em: 26 set. 2019.

STALIN, J. **Materialismo Dialético e Materialismo Histórico**. São Paulo: Parma Ltda, 1978.

SUCUPIRA FILHO, E. **Introdução ao pensamento dialético**. São Paulo: Alfa e ômega, 1984. 104 p.

TESTART, J. PLANTAS TRANSGÊNICAS: Inúteis e Perigosas. In: ZANONI, M.; FERMENT, G. **TRANSGÊNICOS PARA QUEM? Agricultura, Ciência e Sociedade**. 1. ed. Brasília: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, v. 1, 2011. Cap. 9, p. 520. ISBN 978-85-60548-77-4.

VICTORINO, V. I. P. A revolução da Biotecnologia. **Tempo social**, São Paulo, v. 12, n° 2, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ts/v12n2/v12n2a10.pdf>, acesso em: 12 nov. 2019.

ZUIN, V. G. et al. Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciências & Cognição**, São Carlos, v. 13, n° 1, p. 56-64, 31 Março 2008. ISSN 1806-5821. Disponível em: <http://cienciasecognicao.org/pdf/v13/cec_v13-1_m318244.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

Obras Consultadas

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Informação e documentação. Referências — Elaboração**. 2^a Ed. ABNT NBR 6023:2018, ISBN 978-85-07-07757-2, 2018. Disponível em <http://www.fkb.br/arquivos/nbr.pdf> acesso em 19 de Jul de 2019 às 13h45.

ANDRADE, J. A. P. de. Biotecnologia, representação e tomada de consciência: aprendizagem nos cursos de ciência da saúde na UESB. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Biotecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.

BONIS, M. de.; COSTA, M. A. F. da. Educação em biossegurança e bioética: articulação necessária em biotecnologia. **Ciência & Saúde Coletiva**, 14(6):2107-2114, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/17.pdf> acesso em 29 de fev de 2020 às 15h30min.

CARVALHO, E. de. Formação complementar de professores de ciências biológicas: análise de um curso de atividades práticas envolvendo os conteúdos de genética, evolução e biotecnologia. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

CARVALHO, J. C. Q. de.; COUTO, S. G. do.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 897-912, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n4/v18n4a10.pdf> acesso em 22 de fev de 2020 às 14h45min.

FERREIRA, J. A produção de memória biotecnológica e suas consequências culturais. **RBCS** Vol. 18 n°. 53 outubro/2003. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v18n53/18080.pdf> acesso em 29 de fev de 2020 às 16h05min.

FRANZOLIN, F. Conhecimentos básicos de genética segundo professores e docentes e sua apresentação em livros didáticos e na academia: aproximações e distanciamentos. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Programa de Pós Graduação em Educação.

FREIRE, Alexandre de Sá. O Jogo do Genoma: um estudo sobre o ensino de genética no ensino médio. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2009.

GARCIA, G. M. P. Biotecnologia no Ensino Médio e os Indicadores de Alfabetização Científica. 2013. 148 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – 2013.

GOYA, P. R. DE L. Y. A temática Biotecnologia na formação inicial de professores de biologia: O que dizem licenciados em fase de conclusão do curso. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016

GUIMARÃES, M. P. Contribuições da Bioética às práticas docentes de Biologia em escolas públicas de ensino médio no Distrito Federal. 2017. 86 f., il. Dissertação (Mestrado em Bioética) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

HÜNING, Simone Maria. O sujeito biotecnológico na viagem pelo reino das batatas transgênicas, porquinhos fosforescentes e almas codificadas. 2008. 144 f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

KLEIN, T. A. da S. Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de biotecnologia por alunos do ensino médio. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

KLEIN, T. A. da S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: Possíveis Interconexões na Construção do Conceito de Biotecnologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14, n. 02, p. 137-152, ago-nov 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/epec/v14n2/1983-2117-epec-14-02-00137.pdf> acesso em 22 de fev de 2020 às 14h40min.

LIMA, M. M. T. As concepções de cientistas brasileiros sobre a tecnociência: um estudo a partir da CTNBio. 2009. 162 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP.

MARCELINO, L. V. Compreensões de professores sobre abordagens da biotecnologia no ensino de química. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica.) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2014.

MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. Controvérsias sobre os transgênicos nas compreensões de professores de química. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.20, e9253, 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/epec/v20/1983-2117-epec-20-e9253.pdf> acesso em 28 de fev de 2020 às 11h40min.

MEC, Ministério da educação. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES07-2002.pdf> acesso em 05 de setembro de 2019 às 15h50.

MEC, Ministério da educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf> acesso em 05 de setembro de 2019 às 15h40.

NETO, A. L. M. Discursos de genética em livro didático: Implicações para o ensino de biologia. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016.

OLIVEIRA, C. A. de. Os transgênicos na visão de professores e alunos do curso de Agronomia do IFNMG Campus Januária. Dissertação (mestrado em Sociologia Política) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política, Florianópolis, 2015

PARANHOS, M. L. R. A produção de corpos pelo discurso biotecnológico no currículo de formação em ciências biológicas. 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

PEDRANCINI, V. D.; NUNES, M. J. C.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. de C. Saber científico e conhecimento espontâneo: Opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n1/09.pdf> acesso em 22 de fev de 2020 às 15h05min.

PINHEIRO, C. V. de Q.; QUEIROZ, C. H. O Corpo e seus limites: Entre o tecnicismo biológico e a narrativa estética. **Psicologia & Sociedade**; 23(n. spe.), 22-29, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/psoc/v23nspe/a04v23nspe.pdf> acesso em 29 de fev de 2020 às 14h00min.

POSSIK, P. A.; PEREIRA, J. M. C.; SHUMISKI, L. C.; PERSUHN, D. C.; CORRÊA, E. M.; RUFIER, M.; MAIA, R. de A.; SANTOS, M.; MEDAGLIA, A.; SOBREIRA, M.; MOURÃO, L. P. de S.; ELBLINK, M. T. Você já comeu DNA hoje? Divulgação científica durante a Semana da Ciência e Tecnologia no Brasil. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.20, supl., nov. 2013, p.1353-1362. Disponível em

<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v20s1/0104-5970-hcsm-20-s-1353.pdf> acesso em 29 de fev de 2020 às 13h35min.

RIBEIRO, T. G. A percepção do consumidor sobre o uso de organismos geneticamente modificados em alimentos. 2015. 90 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

RIPOLL, D. Não é ficção científica, é ciência: a genética e a biotecnologia em revista. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

SARMENTO, A. C. de H.; MUNIZ, C. R. R; SILVA, N. R. da.; PEREIRA, V. A.; SANTANA, M. A. dos S.; SÁ, T. S. de.; EL-HANI, C. N. Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 573-598, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v19n3/06.pdf> acesso em 22 de fev de 2020 às 14h30min.

SIEBERT, Paloma Rodrigues. Bioética para estudantes de ciências biológicas: investigação sobre os fundamentos que compõem ou deveriam compor a área. 2015. 157 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2015.

SILVA, R. C. M. Um rosto para vestir, um corpo para usar: narrativa literária e Biotecnologia. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, ano 14, n. 29, p. 151-188, jan./jun., 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ha/v14n29/a07v14n29.pdf> acesso em 29 de fev de 2020 às 15h35min.

SILVEIRA, C. A. da. Significados sociais das biotecnologias: Interesses e disputas em torno dos organismos geneticamente modificados (OGMs) no Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural.

SOUZA, A. C. N. de. A identidade profissional docente do egresso do curso de Licenciatura Dupla em Ciências: Biologia e Química/ISB/UFAM Coari- AM. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

APÊNDICE I- Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)

Instituição de Vínculo do Pesquisador: Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, campus Vale do Rio Madeira em Humaitá- AM.

Pesquisador responsável: Leonardo Carvalho Alves

Endereço: Rua 23 de Outubro, 792 D, Bairro Novo Centenário, cidade: Humaitá, estado: Amazonas.

Fone: (97) 98421-0865

E-mail: alves.bio93@gmail.com

O (A) Sr. (a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado: O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, *campus* HUMAITÁ-AM, cujo pesquisador responsável é Leonardo Carvalho Alves.

Essa pesquisa objetiva analisar a abordagem institucional sobre o ensino de Biotecnologia e sua importância na percepção dos estudantes, considerando a interdisciplinaridade do tema distribuída nas Ciências Naturais. Intrinsecamente ao supracitado, busca-se entender como os assuntos de Biotecnologia estão sendo abordados, tomando-se como ambiente de estudo o curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química, ofertado pelo IEAA/UFAM-Humaitá-AM.

O (A) Sr. (a) está sendo convidado por que se enquadra nos critérios de inclusão, pois, é estudante que contém o mínimo de 60% da carga horária total do curso acima mencionado.

São critérios de exclusão de participação na pesquisa: gravidez para as meninas, independente se for com ou sem risco; Estudantes com algum transtorno mental que seja dependente de fatores externos como, por exemplo, de medicamentos controlados por recomendação médica; Indisponibilidade de tempo para os estudantes que demandam atividades externas à universidade; Estudantes que apresentarem atestado médico alegando impossibilidade para participação.

O (A) Sr. (a) tem a plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que recebe neste serviço realizado no curso de Ensino Superior em Licenciatura em Ciências: Biologia e Química do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da Universidade Federal do Amazonas- UFAM localizada na rua circular municipal, 1805, Centro da cidade de Humaitá- AM.

Sua participação (caso aceite) consiste em colaborar nas etapas da pesquisa que será realizada por Leonardo Carvalho Alves (autor desta pesquisa).

Para este estudo serão adotados os seguintes procedimentos para coleta de dados: 1) Pesquisa documental; 2) Aplicação de questionário virtual.

Etapa I- A pesquisa documental será realizada a partir da leitura das Diretrizes Curriculares do Curso que constarem no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e ementas das disciplinas que orientam a construção do plano de ensino dos professores.

Etapa II- A aplicação do questionário virtual terá como objetivo a busca de informações sobre o perfil dos estudantes e dados que permitam entender a percepção dos mesmos sobre Biotecnologia, e estimulando-os a relatar experiências que fazem alusão ao assunto.

Anterior à aplicação dos questionários é necessário que você responda primeiramente a ciência do TCLE (Disponível no link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScidPI3pfKxExmtgieOOv8AfVfSCwZkNz55vIwF9Z3jYKgrCw/viewform?usp=sf_link). No formulário, você deverá descrever seu nome completo, sem abreviações, para fins de comprovação de aceite ou não do TCLE, e a *posteriori* verificação de quem respondeu.

O TCLE será encaminhado via sistema do Google formulários para seu e-mail. A obtenção dos correios eletrônicos foi disponibilizado pela própria instituição que apoia o desenvolvimento desta pesquisa amparada pela carta de anuência já concedida ao pesquisador responsável.

O acesso ao questionário está condicionado ao aceite do TCLE, e somente serão analisados os questionários com o aceite das condições estabelecidas no TCLE, por isso é importante que você descreva seu nome em tal formulário. O acesso ao questionário estará disponível no link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeorCGUND1HyV24ZbCIP96--wWqOmjKvxCCkzfeLfYyZwfdA/viewform?usp=sf_link. Você pode discordar e se recusar em colaborar com esta pesquisa.

Ao aceitar, você estará autorizando o pesquisador a realizar registro de imagem ou som do participante (se for o caso) que poderão ser usadas na divulgação do trabalho. O pesquisador responsável irá tratar sua identidade com sigilo e privacidade, não fazendo qualquer ligação de seu nome com o material que indique sua participação. Sua permissão é assegurada com a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em

prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os riscos são de dimensão social, visto que será solicitado dos estudantes da área de estudo saberes preexistentes e experiências/recordações da vida acadêmica que estejam relacionados com o ensino de Biotecnologia. A participação nesta pesquisa não trará complicações legais e nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos físicos ou à sua dignidade. Porém, considerando que será realizado um questionário virtual semiestruturado, há possibilidade do risco de constrangimento em relação a alguma pergunta. No entanto, se o estudante sentir qualquer constrangimento ou desconforto, poderá se retirar em qualquer momento da pesquisa, sem qualquer ônus. O pesquisador estará atento a quaisquer reações emocionais e ficará à escuta de suas necessidades, dúvidas e/ou questionamentos, caso existam. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem todos os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução Nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Esta resolução foi lida exhaustivamente pelo pesquisador principal com a finalidade de segui-la e respeitá-la em sua totalidade e complexidade.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: Aspectos benéficos para os estudantes: A partir da análise da percepção dos estudantes, poderá ser apresentado um panorama sobre o ensino de Biotecnologia, suas possibilidades e o modo de operar dessa ciência que pode ou não influenciar a relação de subsistência da sociedade. Para o (s) professor (es) do curso, os benefícios são: entender como suas abordagens dos assuntos de Biotecnologia estão sendo percebidos pelos estudantes. É relevante considerar a importância interdisciplinar da Biotecnologia. Para a comunidade os principais aspectos benéficos são: Acredita-se que o estudo sobre as abordagens da Biotecnologia permitirá uma reflexão sobre como os procedimentos de ensino estão ajudando na compressão das estudantes sobre o papel social da Biotecnologia. Fazer uma análise sobre isso é essencial para que se adeque o ensino desse tema, que sabidamente tem forte impacto sobre o comportamento das pessoas, mas que pode estar sendo ensinado de maneira que só contribuirá para o processo de alienação imposto pelo modo capitalista de produção. Então, é importante entender este momento da investigação para apoderar-se de reflexões cujas decisões implícitas no modo de ensinar Biotecnologia no curso de graduação vão interferir na

maneira do estudante em compreender/relacionar/perceber os conteúdos que a envolve.

Se julgar necessário, o (a) Sr. (a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Sua participação é voluntária e não cria qualquer veículo financeiro, mas, caso aconteça qualquer eventual problema, ainda que improvável para esta pesquisa, seja de natureza física ou moral, garantimos ao (à) Sr. (a), e seu acompanhante quando necessário, o ressarcimento das despesas devido sua participação na pesquisa, ainda que não previstas inicialmente. O ressarcimento dar-se-ão por meio de acordo firmado entre o pesquisador e o pesquisado no qual dependerá da situação ou circunstância da necessidade apresentada pelo pesquisado.

Também estão assegurados ao (à) Sr. (a) o direito a pedir indenizações e a cobertura material para reparação a dano causado pela pesquisa ao participante da pesquisa.

Asseguramos ao (à) Sr. (a) o direito de assistência integral gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes da participação no estudo ao participante, pelo tempo que for necessário.

Garantimos ao (à) Sr. (a) a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O (A) Sr. (a) pode entrar em contato com o pesquisador responsável- Leonardo Carvalho Alves a qualquer tempo para informação adicional no endereço de e-mail- alves.bio93@gmail.com ou por meio do telefone celular (97) 9 9187-5055.

O(A) Sr. (a) também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004 / (92) 99171-2496, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento (TCLE) pode ser impresso, e posterior assinado ou rubricado pelo (a) Sr. (a) ou por seu representante legal. Ao imprimir marcar a opção imprimir “cabeçalhos e rodapés”, para ter o link fonte e a paginação do TCLE.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO:

- Caso concorde com este termo, você estará DECLARANDO que foi informado (a) dos objetivos da pesquisa intitulada O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, *campus* HUMAITÁ-AM, de maneira clara e detalhada e esclarecida as suas dúvidas. Vale ressaltar que a qualquer momento poderá solicitar novas informações e modificar sua decisão de participar se assim o desejar.

() Concordo

() Não concordo

Nome do pesquisado (sem abreviaturas): _____

APÊNDICE II- Roteiro de questionário virtual para os estudantes

- 1- Gênero?** () Masculino () Feminino () Outro.
- 2- Quanto é a sua carga horária total do curso até o momento?** _____.
- 3- Idade?** _____.
- 4- Qual a origem dos recursos para suas despesas com sua manutenção material. Marque quantas forem verdadeiras.**
- () Não tenho renda;
- () Ajuda familiar;
- () Emprego assalariado;
- () Trabalho autônomo;
- () Beneficiário de Programa de Assistência Estudantil do IEAA/UFAM-HUT-AM;
- () Beneficiário de Programa de Assistência Social do governo federal;
- () Beneficiário de algum programa municipal (prefeitura).

5- Quanto é a sua renda mensal para se manter materialmente?

- () Não tenho renda;
- () Menos de 1 salário mínimo (até R\$ 500,0 reais);
- () Até 1 salário mínimo (até R\$ 1.045,0 reais);
- () Até 2 salários mínimos (até R\$ 2.090,0 reais);
- () Até 3 salários mínimos (até R\$ 3.135 reais);
- () Outro.

6- Você já participou de algum debate sobre a elaboração do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do seu curso? () Sim () Não

7- Na sua concepção o que são alimentos transgênicos?

8- Na sua concepção o que é Biotecnologia?

9- Você sabe o que são alimentos transgênicos? () Sim () Não

10- Você sabe o que é Biotecnologia? () Sim () Não

ATENÇÃO: Se a sua resposta na questão de nº 10 foi “SIM” responda as questões de 11 a 20, caso contrário, se a sua resposta foi “NÃO”, então pare e submeta as respostas.

11- Conceitue Biotecnologia

12- Você já tinha ouvido falar sobre Biotecnologia antes de entrar no curso que está fazendo? Se a resposta for “SIM”, explique quando, onde e como.

13- Em consideração a sua experiência como estudante no ensino superior, em que momento (disciplina e período) você recorda ter estudado assuntos que envolvem a Biotecnologia? Explique.

14- Já realizou atividade experimental que envolveu Biotecnologia? Se a resposta for “SIM”, diga qual.

15- Quais das opções abaixo melhor justifica a importância da Biotecnologia para nossa sociedade.

() A Biotecnologia é importante porque reuni ferramentas que possibilitam o uso das formas de vida para atender as necessidades humanas;

() A Biotecnologia é importante porque reuni ferramentas que possibilitam estudar melhor as formas de vida.;

() A Biotecnologia é importante porque desenvolve produtos sofisticados com alto valor monetário.

16- Diga um exemplo de produto da Biotecnologia que você considera mais simbólico desse avanço tecnológico.

17- Suponhamos que ao estudar botânica por meio de exsicatas, o estudante desenvolve alguns sentidos, entre os quais o tato, no momento em que manuseia o material com as mãos, também utiliza a visão, quando olha para seu guia e segue com as normas da construção de uma exsicata. Tais sentidos são desenvolvidos na sua vivência acadêmica, ou seja, nas aulas teóricas e/ou práticas, projetos de ensino, extensão ou pesquisa. Diante disso responda: Em relação aos seus sentidos orgânicos (Tato, Paladar, Visão, Olfato, Audição), com qual (is) desses você consegue notar a Biotecnologia? Explique.

18- Na sua concepção, qual seria a importância da Biotecnologia para a sociedade?

19- Dê a sua opinião se concorda ou discorda sobre a seguinte afirmação: “A Biotecnologia não deve ter seus avanços regulados por Lei e deve ser livre para gerar qualquer produto”.

20- Sobre as abordagens de conteúdos de Biotecnologia em sala de aula, em algum momento houve algum tipo de abordagem, prática experimental, discussão de material teórico como artigos, livros, ou outro que melhorou seu entendimento sobre Biotecnologia? explique apresentando exemplos.

**APÊNDICE III- Autorização pra realização da pesquisa no IEAA/UFAM/Humaitá-AM
REQUERIMENTO**

Requerimento nº 01/2020

Humaitá, 09 de Março de 2020

A Vossa Senhoria;

Dr^a. Ana Cláudia Fernandes Nogueira

MD: Diretora do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da UFAM, campus Vale do Rio Madeira.

Assunto: Autorização para realização de pesquisa.

Eu, Leonardo Carvalho Alves, discente regularmente matriculado no curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades- PPGECH do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente- IEAA da Universidade Federal do Amazonas- UFAM com número de matrícula- 2190376, venho respeitosamente REQUERER autorização para realizar projeto de pesquisa do mestrado no Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química (IEAA/UFAM-HUT).

O atendimento dessa solicitação possibilitará uma análise e compreensão de como os assuntos de Biotecnologia são abordados no curso de Lic. Em Ciências: Biologia e Química. Mediante a tal análise, busca-se entender até em que ponto a abordagem dos assuntos dessa Ciência pode contribuir para que os estudantes construam a percepção sobre Biotecnologia. Posterior a esta análise, busca-se discussão sobre a importância do ensino dessa Ciência para resolução de problemas que afetam a humanidade. Tal procedimento faz parte das etapas do Projeto de Pesquisa de dissertação intitulado “**O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, campus HUMAITÁ-AM**”.

Certo em poder contar com seu apoio renovo votos de estima e consideração.

Atenciosamente,

Leonardo Carvalho Alves
Mestrando do Programa de Pós- Graduação em Ensino
de Ciências e Humanidades (PPGECH)

**APÊNDICE IV- Solicitação do arcabouço normativo do curso de Licenciatura em
Ciências: Biologia e Química do IEAA/UFAM/Humaitá-AM
REQUERIMENTO**

Requerimento nº 02/2020

Humaitá, 09 de Março de 2020

A Vossa Senhoria;

Dr. João Henrique Frota Cavalcanti

MD: Coordenador do Curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química

Assunto: Solicitação do arcabouço normativo do curso.

Eu, Leonardo Carvalho Alves, discente regularmente matriculado no curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades- PPGECH do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente- IEAA da Universidade Federal do Amazonas- UFAM com número de matrícula- 2190376, venho respeitosamente REQUERER o arcabouço normativo do curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química para fins de análise e entendimento dos manuscritos que compreendem:

- Projeto Político do Curso (PPC);
- Planos de ensino das disciplinas de Biologia do semestre 2019/1 e 2019/2.

O atendimento dessa solicitação possibilitará uma análise e compreensão de como os assuntos de Biotecnologia são abordados no curso de Lic. Em Ciências: Biologia e Química. Mediante a tal análise, busca-se entender até em que ponto a abordagem dos assuntos dessa Ciência pode contribuir para que os estudantes construam a percepção sobre Biotecnologia. Posterior a esta análise, busca-se discussão sobre a importância do ensino dessa Ciência para resolução de problemas que afetam a humanidade. Tal procedimento faz parte das etapas do Projeto de Pesquisa de dissertação intitulado “**O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NA UFAM, *campus* HUMAITÁ-AM**”.

Certo em poder contar com seu apoio renovo votos de estima e consideração.
Atenciosamente,

Leonardo Carvalho Alves
Mestrando do Programa de Pós- Graduação em Ensino
de Ciências e Humanidades (PPGECH)