HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

João Pessoa
2019

HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus I, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientadora: Profª. Drª. Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa.

João Pessoa
2019

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C268a Cardoso, Helton Charllys Batista.
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia / Helton Charllys Batista Cardoso. - João Pessoa, 2019.
203f. : il.

Orientação: Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa Feitosa.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CENTRO DE CIÊNC.

1. Ensino de Biologia. Metodologias Inovadoras. I. Feitosa, Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa. II. Título.

UFPB/BC

HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus I, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Resultado: Aprovado

João Pessoa-PB, 19 de junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa

Profª. Drª. Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa.
(DSE/CCEN/UFPB)
Orientadora

Francisco José Pegado Abílio

Francisco José Pegado Abílio
(DME/CE/UFPB)
Examinador Titular

Gilcean Silva Alves
(IFPB/CAMPUS JOAO PESSOA)
Examinador Titular

João Pessoa, 19 de junho de 2019.

Dedico este trabalho aos meus pais Anicete e José (Dedé) e aos meus irmãos Helton, Carla e Vitória por sempre compartilharem comigo os sonhos e os anseios de minha profissão, como professor.

RELATO DO MESTRANDO

Ingressei ao PROFBIO cheio de angustias e inquietações, características de todo profissional da educação que anseia por colher bons frutos de trabalho como docente, mas que, no entanto, depara-se com diferentes realidades, cenários e contextos em sala de aula, com os quais não nos julgamos preparados para enfrentar. A falta de políticas públicas, de material didático, de espaços adequados e até mesmo de apoio, seja ele pedagógico ou coletivo no ambiente de trabalho são questões que me pareciam limitantes quando se tratava de transmitir conhecimentos. Quão grande foi minha surpresa ao descobrir que tais limitações são passíveis a qualquer superação seja ela educacional, pessoal e motivacional. Cito estes três aspectos, pois percebi que a plena relação entre estes é extremamente necessária ao desenvolvimento de práticas pedagógicas transformadoras.

Pude perceber isso, logo que iniciamos o trabalho de realização de sequências didáticas, na disciplina de Temas I, quando a partir do tema proposto desenvolvi uma sequência didática que envolveu os alunos de forma surpreendentemente engajada. Os resultados de tal experiência foram para mim transformadores, ao perceber que a aprendizagem deve ser guiada pelas suas verdadeiras intenções e não limitada pela falta de recursos no ambiente escolar. Percebi ainda, que em um “Erro Crasso” de minha parte, pouco me utilizava do principal recurso que dispunha em sala de aula, meus próprios alunos. Nesse sentido, a proposta de protagonismo estudantil ainda pouco difundida, porém bem enfatizada pelo PROFBIO, mudou minhas perspectivas de atuação profissional e de abordagem metodológicas.

Ao longo de minha trajetória e de meus colegas no PROFBIO, foi possível perceber que a proposta de mudança trazida pelo programa, está centrada, em uma mudança de paradigma das propostas de ensino de biologia tornado, um ensino voltado para o protagonismo dos estudantes, para o desenvolvimento do ensino por investigação e principalmente para uma mudança de pensamento docente, através do qual a superação dos desafios educacionais podem se tornar possíveis.

AGRADECIMENTOS

Quero aqui, agradecer a todos que direta e indiretamente contribuíram para que mais esta etapa em minha vida acadêmica pudesse ser cumprida.

Aos meus irmãos: Carla Laila, que cedeu bem mais que espaços em sua residência para os momentos de aconchego e risadas e ao meu irmão Helton Carlos, que se mostrou o maior protagonista das ideias do site, em termos de estrutura artística e design inovador.

A todos os meus familiares especialmente aos meus maiores exemplos de vida, meus amados avós: Geralda Ana e Geraldo e Raimundo e Altina por toda amizade, companheirismo, "cumplicidade" e pela confiança que depositam em mim.

A minha orientadora Profª Dra. Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa, por tornar possível a realização deste trabalho e por sempre tratar com entusiasmo os assuntos relacionados a este. Quero ainda, agradecer pela amizade, paciência e motivação nas horas de desânimo e pelo extraordinário exemplo de ser humano e de profissional. Muito obrigado por, literalmente, ter sido "o vento em minhas asas" neste período de crescimento.

Aos meus eternos mestres Luiz Frederico Barbosa da Rocha e a Ana Maria Bignotto da Rocha que foram, sem dúvidas, meus pais, amigos e conselheiros em minha trajetória acadêmica.

A todos os meus amigos e colegas que fazem parte do PROFBIO, pelas horas de alegria e descontração proporcionadas durante os momentos que estivemos juntos. A vocês, sinceramente, toda a minha gratidão, respeito e carinho.

Quero agradecer imensamente aos professores: Prof. Dr. Francisco José Pegado Abílio, Prof. Dr. Rivete Lima; a Profª Fabíola da Silva Albuquerque e a Profª Maria de Fátima Camarotti de Lima; que de forma grandiosa contribuíram para a melhoria da pesquisa, agradeço ainda, por todo o apoio, força e incentivo no desempenho das atividades acadêmicas e pelos exemplos de professores a serem seguidos.

Aos que integram a Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho. Meu agradecimento especial aos meus queridos alunos com os quais tive o prazer de aprender um pouco mais sobre a arte de ensinar e pelas horas de descontração no intervalo de cada atividade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Educar é crescer. E crescer é viver. Educação é, assim, vida no sentido mais autêntico da palavra”.

Anísio Teixeira

RESUMO

Aproximar as aulas de Biologia aos contextos dos estudantes e às práticas sociais, talvez seja o maior desafio a ser superado pelos professores nas próximas décadas. A utilização de metodologias ativas que possibilitem o entendimento científico crítico e, que estimulem a curiosidade e o interesse pela investigação científica, devem constituir um dos eixos norteadores de ações pedagógicas na educação básica, sendo tal aproximação uma meta a ser atingida pela realização deste trabalho. Nesta perspectiva, a pesquisa em foco teve por objetivo analisar como a adoção de metamodelos e de metodologias ativas no ensino de biologia podem contribuir para melhorar os níveis de aprendizagens sobre o tema biotecnologia na educação básica. O trabalho foi desenvolvido com 52 alunos do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede pública do Estado da Paraíba. Foi adotada a pesquisa-ação como estratégia de investigação, onde foram utilizados questionários (pré-teste e pós-teste) e grupo focal, além de observação participante para identificar conhecimentos prévios e indicadores e alcances pedagógicos. A ideia de metamodelos, incorporada à elaboração dos questionários, foi empregada como ferramenta de análise para compreensão dos estilos de aprendizagem dos alunos. A elaboração dos questionários e o grupo focal incorporaram as ideias de níveis e de indicadores de Alfabetização Científica. A análise dos questionários pré-teste foi essencial para elaboração de sequências didáticas, a partir das quais priorizou-se a adoção de metodologias ativas como estratégias facilitadoras da aprendizagem. As atividades foram avaliadas de forma contínua permitindo a realização de uma análise qualitativa e comparativa entre metodologias ativas e metodologias tradicionais para ensinar biotecnologia no ensino médio. O estudo revelou que os indicadores dos metamodelos associados à adoção de metodologias ativas foram determinantes para o envolvimento dos estudantes em todas as atividades realizadas, bem como para consolidar conhecimentos e promover habilidades vinculadas às tendências de aprendizagens manifestadas inicialmente. O conjunto das ações pedagógicas executadas passou a compor o material didático-pedagógico, orientador da aplicação das metodologias ativas, culminando na elaboração de um *site educacional* vindo, deste modo, a contribuir com o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que estejam diretamente relacionadas com o ensino de Biologia com caráter científico, contextualizado e crítico.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Metodologias Inovadoras. Abordagem Investigativa. Tecnologias Educacionais. Processos de Aprendizagem.

ABSTRACT

Bringing biology classrooms closer to students' contexts and social practices may be the biggest challenge to be overcome by teachers in the coming decades. The use of active methodologies that enables the critical scientific understanding and stimulates curiosity and interest in scientific research should constitute one of the guiding axes of pedagogical actions in basic education, this approach is a goal to be achieved by the accomplishment of this work. In this perspective, the objective of this research was to analyze how the adoption of metamodels and active methodologies in biology teaching can contribute to improve the levels of learning about biotechnology in basic education. The work was developed with 52 students of the third year of high school in a public school in the state of Paraiba. Action research was adopted as a research strategy, which used questionnaires (pretest and posttest), focus group, in addition to participant observation to identify prior knowledge, indicators and the achieves pedagogical. The idea of metamodels was incorporated into the elaboration of the questionnaires and later it was used as an analysis tool to understand the learning styles of the students, the elaboration of the questionnaires and the focus group also incorporate the idea of levels and indicators of Scientific Literacy. The analysis of the pretests questionnaires was essential for the elaboration of didactic sequences, that adopted active methodologies as strategies to facilitate learning. The activities were evaluated continuously allowing a qualitative and comparative analysis between active methodologies and traditional methodologies to teach biotechnology in high school. The study revealed that the indicators of the language metamodels associated to the adoption of active methodologies were determinant for the students' involvement in all the activities carried out, as well as to consolidate knowledge and promote skills linked to the initial learning tendencies. The set of pedagogical actions carried out began to compose didactic pedagogical material, guiding the application of active methodologies, culminating in the elaboration of an educational website, thus contribution to the development of new pedagogical practices that are directly related to teaching of Biology with a scientific, contextualized and critical character.

Keywords: Teaching of Biology. Innovative Methodologies. Educational Technology. Learning, Learning Processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das fases de realização da pesquisa e sequência de uso das ferramentas e técnicas para coleta e análise de dados da pesquisa utilizadas em cada etapa.....34

Figura 2 - Localização geográfica da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho, local de realização da pesquisa, durante os anos de 2018 a 2019. A direita foto da entrada principal da referida Escola.....37

Figura 3 - Momentos de atividades durante a primeira aula da sequência didática. (a) breve exposição sobre o tema; (b-c) utilização de modelo didático da molécula de DNA, pelo professor com auxílio de alunos; (d-f) Momento de interação e de atividade em equipe com utilização de modelo didático.....96

Figura 4 - Momentos atividade no Grupo Experimental. (a-b) Professor explicando as interações químicas a partir de estruturas montadas com kit molecular; (c-e) Alunos expondo os modelos de bases nitrogenadas montadas pelos mesmos durante a aula;(f) Alunos discutindo questões propostas a partir da atividade.....98

Figura 5 - Imagens das atividades voltadas para o uso de RV. (a) Alunas inciam as configurações do aplicativo a partir das orientações do professor; (b-d) Alunos interagem com a ferramenta de Realidade Virtual; (e) o professor discute a experiência com os alunos relacionando os objetos observados com as imagens presentes no livro.....99

Figura 6 - Atividade dinâmica envolvendo os alunos na elaboração de mapas mentais. (a-d) Alunos elaborando mapas mentais a partir de um mote apresentado pelo professor; (e-f) Alunos construindo um mapa mental coletivo no quadro branco e discutindo suas contribuições.....101

Figura 7 - Mapas mentais elaborados pelos alunos, abordando diferentes temáticas sobre o uso da biotecnologia e de técnicas da engenharia genética, durante a aula.....102

Figura 8 - Aula investigativa para extração de DNA da banana. (a-b) discussão dos procedimentos dos experimentos e organização dos grupos; (c) Disposição dos materiais a serem utilizados; (d-e) o professor dá dicas de manuseio de materiais; (f) o professor acompanha os alunos no preparo da solução de lise celular.....108

Figura 9 - Prática de extração do DNA da banana e da cebola, momento das experimentações. (a-b) preparação da solução de lise celular; (c) filtração do material processado da banana em solução de lise; (d) banho frio adaptado pelos alunos em caixa de isopor com gelo; (e-f) Visualização do DNA em proveta e em tubos de ensaio.....109

Figura 10 - Atividade Giro colaborativo realizada na turam piloto. (a-d) Equipe de alunos discutindo os temas com os integrantes de outras equipes a realizar o giro colaborativo; (e-f) professor interagindo com os grupos auxiliando na orientação de discussões.....112

Figura 11 - Atividade de Campo realizada com o Grupo Experimental nos Supermercados da Cidade de Uiraúna. (a-c) Equipes de alunos em 3 diferentes estabelecimentos de venda efetuando levantamento sobre transgênicos; (d) acompanhamento do professor orientando a

pesquisa sobre os produtos; (e-f) Momentos da pesquisa em que os alunos demonstram estar à vontade no ambiente realizando a pesquisa.....114

Figura 12 - Visualização da página inicial do site www.biologiaativa.com, na qual estão dispostos os principais links de acesso aos conteúdos e a descrição do site.....141

Figura 13 - Pré-visualização de conteúdos ofertados pelo site e que buscam contribuir com o despertar dos docentes para o uso de metodologias ativas na perspectiva da Alfabetização Científica.....142

Figura 14 - Visualização da seção 'Galeria de experimentos' na qual se encontrará disponível conteúdos gráficos e imagens de práticas de experimentação produzidos pelos estudantes durante a realização da pesquisa.....143

Figura 15 - Visualização da página de vídeos, na qual o professor visitante poderá ser redirecionado para outros sites que disponibilizam conteúdos multimídias didáticos de biotecnologia.....143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Recorte das apreensões no campo cognitivo feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....59

Quadro 2 - recorte das apreensões no campo cognitivo feitas acerca da alfabetização científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio turma b, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....60

Quadro 3 - recorte das apreensões no campo contextual feitas acerca da alfabetização científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio turma a, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....63

Quadro 4 - recorte das apreensões no campo contextual feitas acerca da alfabetização científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio turma b, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....64

Quadro 5 - Recorte das apreensões no campo contextual, com enfoque às concepções sobre OGM feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....67

Quadro 6 - recorte das apreensões no campo interdisciplinar acerca da alfabetização científica – ac com alunos da terceira série do ensino médio turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....69

Quadro 7 - Recorte das apreensões no campo interdisciplinar acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....71

Quadro 8 - Recorte das apreensões sobre as percepções dos alunos sobre o Ensino de Biologia acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....73

Quadro 9 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas visuais relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....75

Quadro 10 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas visuais relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....77

Quadro 11 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas auditivas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....78

Quadro 12 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas auditivas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....80

Quadro 13 - Recorte de diálogos e interações de pistas cinestésicas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....81

Quadro 14 - Recorte de diálogos e interações de pistas cinestésicas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.....82

Quadro 15 - Relações didáticas e metodológicas entre os principais canais representacionais de aprendizagem dos estudantes de acordo com o conceito de metamodelos, metodologias ativas, estratégias didáticas e características ambiente de trabalho a serem consideradas para a seleção de modalidades didáticas de ensino.....84

Quadro 16 - Perfil comparativo de conhecimentos prévios apresentados pelos alunos sobre biotecnologia durante a análise dos questionários pré-teste (turmas a e b de biologia). 86

Quadro 17 - Síntese de metodologias ativas propostas a partir dos pontos negativos e das sugestões apresentadas pelos estudantes, a partir das respostas dos questionários para as quais se estabeleceu relações didático-pedagógicas com as concepções de metamodelos de linguagem e com as habilidades de AC.....90

Quadro 18 - Plano de Execução da Sequência didática e expectativas pedagógicas, intitulada - Biotecnologia, do desenvolvimento das técnicas às implicações socioambientais desenvolvida com os estudantes do Grupo Experimental, da terceira série do ensino médio da EEEM Dr. José Duarte Filho. 93

Quadro 19 - plano de execução da sequência didática - biotecnologia, do desenvolvimento das técnicas às implicações socioambientais desenvolvida com os estudantes do Grupo Controle, da terceira série do ensino médio da EEEM Dr. José Duarte Filho.....94

Quadro 20: Análise das Categorias abordadas no Mapas Conceituais dos alunos, quanto aos aspectos da Alfabetização Científica propostos por Chassot (2000) e Sasseron e Carvalho (2016), abordados durantes as aulas e quanto à classificação da Biotecnologia segundo a Classificação estabelecida por Kafarski (2012).....103

Quadro 21 - Análise comparativa das apreensões de alfabetização científicas observadas a partir das principais respostas, organizadas por campos de apreensões e apresentadas ao questionário pós-teste pelo Grupo Experimental e Grupo Controle após submetidas a diferentes aplicações metodológicas.....129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variações nas respostas dos alunos quanto aos seus conhecimentos sobre a molécula de DNA entre as fases de pré-teste e pós-teste.....118

Tabela 2 - Percentuais de respostas dos alunos das turmas A e B, quanto a distinção dos conceitos de Biotecnologia e Engenharia genética.....118

Tabela 3 - Percentual de respostas dos alunos quanto ao seu posicionamento sobre o grau de importância do DNA nas fases de pré e pós-teste.....119

Tabela 4 - Variação dos scores relativos ao grau de conhecimento dos alunos sobre as principais técnicas biotecnológicas e de engenharia genética trabalhadas em aula em dois diferentes momentos (pré e pós-teste).....119

Tabela 5 - Variação no percentual de concordância dos alunos quanto ao uso de organismos geneticamente modificados antes e após a realização das aulas (momentos pré e pós-teste). 121

Tabela 6 - Percentuais de respostas dos alunos ao questionamento relacionado a possibilidade de reviver espécies extintas nos momentos de pré e pós-teste.....122

Tabela 7 - Considerações dos alunos quanto a influência exercida pela sociedade de um modo geral, sobre a utilização de técnicas biotecnológicas.....122

Tabela 8 - Percentual de respostas dos alunos quanto ao seu conhecimento sobre os itens de sua alimentação que contem produtos transgênicos, ante e após as atividades de campo.....123

Tabela 9 - Scores relativos à compreensão dos alunos sobre os diferentes campos de discussão sobre as principais técnicas biotecnológicas discutidas em aula.....124

Tabela 10 - Percentual de resposta dos alunos relacionados ao mau uso de biotecnologias em condições futuras, em comparação aos momentos de pré e pós-teste.....125

Tabela 11 - Respostas dos alunos quanto ao seu grau de conhecimento e aplicação da Lei de biossegurança entre os momentos de pré e pós-teste.....126

Tabela 12 - Resposta dos alunos quanto as implicações ambientais causadas pelo uso de técnicas de melhoramento genético de espécies.....126

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AC	Alfabetização Científica
ASC	Aspectos Sócio-Científicos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	Biological Science Curriculum Study
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CEP	Conselho de Ética e Pesquisado
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEB	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica
EH	Ensino Híbrido (EH)
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IEA	Inventário de Estilos de Aprendizagem
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
PNL	Programação Neurolinguística
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PPP	Projeto Político Pedagógicos
RV	Realidade Virtual
SABER	Sistema para Gestão de Informações da Rede Estadual de Educação da Paraíba
SEE	Secretaria Estadual de Educação
TA	Termo de Assentimento
TCLE	Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VAC	Visual, Auditivo, Cinestésico
VRLE	Virtual Reality learning environments

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....11

1. OBJETIVOS.....14
1.1 OBJETIVO GERAL.....14

2 FUNDAMENTO TEÓRICO.....15
2.1 O ENSINO MÉDIO NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....15
2.2 METAMODELOS DE LINGUAGEM DA PROGRAMAÇÃO NEUROLINGUÍSTICA (PNL).....18
2.3 A REALIDADE VIRTUAL (RV) COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTA.....21
2.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E A EDUCAÇÃO INTEGRAL CIDADÃO.....23
2.5 O ENSINO DE BIOLOGIA ORIENTADO POR METODOLOGIAS ATIVAS.....27
2.6 A CONSTRUÇÃO DA UNIDADE TEMÁTICA DENTRO DO LIVRO DIDÁTICO DE BIOLOGIA.....29

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....32
3.1 EPISTEMOLOGIA DA PESQUISA.....32
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA E DOS SUJEITOS INVESTIGADOS.....36
3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....38
3.4 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....39

4 A ANÁLISE NECESSÁRIA A ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS....47
4.1 CARACTERIZAÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA DA UNIDADE TEMÁTICA DO LIVRO BASE SOBRE BIOTECNOLOGIA.....47
4.2 CONHECIMENTOS PRÉVIOS E CAMPOS DE APREENSÕES OBSERVADOS NAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES DOS GRUPOS EXPERIMENTAL E CONTROLE.....50
4.3 APREENSÃO DOS INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....58
4.4 METAMODELOS EM DISCURSOS E RESPOSTAS DE ALUNOS SOBRE BIOTECNOLOGIA E SOBRE SUAS PERCEPÇÕES NO ENSINO DE BIOLOGIA.....73

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA.....92
5.1 EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ALCANCES PEDAGÓGICOS.....95

6 APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE E ANÁLISE COMPARATIVA.....117
6.1 AS DIFERENTES CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS À CONSTRUÇÃO DE RESPOSTAS EXPRESSAS NOS QUESTIONÁRIOS PÓS-TESTE.....117
6.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENVOLVENDO OS ASPECTOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....127

7 A ELABORAÇÃO DO SITE.....141

8 CONCLUSÕES.....146

REFERÊNCIAS.....148
APÊNDICES.....160
APÊNDICE A.....161

APÊNDICE B.....164
APÊNDICE C.....170
APÊNDICE D.....172
APÊNDICE E.....174
ANEXOS.....191

INTRODUÇÃO

O Ensino de Biologia na Educação Básica, sob as atuais conjecturas das sociedades modernas e de inovações tecnocientíficas passa a ter diferentes conotações na formação do cidadão, em que a simples memorização de conceitos sobre a vida e sobre os seres vivos, tornou-se algo pouco significativo, diante das demandas Socioambientais e Políticas da atualidade. Nunca, nas últimas cinco décadas, se fizeram tão evidentes as estreitas relações estabelecidas entre as Ciências Biológicas e seus aspectos Político, Ético, Social, Religioso e Econômico. Tais aspectos tratados sob o guarda-chuva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – (CTSA) assim como citado por Premebida (2015), tem convocado a sociedade a participar de debates onde as ações políticas e os dilemas éticos das descobertas científicas se cruzam, para compor o cenário paradigmático em que vivemos, mas que, no entanto, precisam ser repensados a cada nova descoberta.

Ao tomar como exemplo o ensino do conteúdo de biotecnologia, sendo este foco de nosso estudo, vemos que Premebida (2015, p.16), descreve-a como "*a indústria da vida",* em suas inúmeras áreas estratégicas e seus incontáveis produtos derivados, das mais especializadas técnicas de manipulação de estruturas biológicas, para as quais se tem destinado altos investimentos. Tantos investimentos parecem justificar o porquê a biotecnologia parece ter se tornado sinônimo de revoluções científicas, econômicas, políticas e sociais, como mostra Moser (2004), servindo de base para o desenvolvimento de recentes áreas como a biopolítica, biodireito, biossegurança, bioinformática e a engenharia genética.

Longe de se pretender discutir as revoluções tecnológicas e científicas que giram em torno da biotecnologia em sua totalidade; a presente pesquisa-ação teve o intuito de situar o leitor diante da complexidade de cenários, aspectos, domínios e situações para as quais o Ensino de Biotecnologia deve estar voltado, na difícil tarefa da formação integral do cidadão, além de contribuir com o uso de Metodologias Ativas para o desenvolvimento de estratégias de ensino que reflitam os papéis sociais, no contexto em que os alunos estão inseridos; no sentido de que através de práticas se possa, no presente momento, garantir o direito e as condições necessárias para que as próximas gerações participem, de forma efetiva dos debates e múltiplos contextos que hora se configuram.

Ao pensarmos sobre o Ensino das Ciências Biológicas estas questões se intensificam, pois vários são os temas que suscitam exercícios de reflexão e de crítica quanto aos aspectos sociais, éticos e pessoais, que muitas vezes não são contemplados durante as aulas de biologia no Ensino Médio. De acordo com Delizoicov *et al.* (2002), na sociedade contemporânea as

rápidas transformações que caracterizam a "sociedade virtual" incidem rapidamente no âmbito escolar, aumentando os desafios para torná-lo um ambiente democrático. O atual processo de ensino traz em si, grandes questionamentos para os professores; desafios não somente relacionados à transmissão de conhecimentos, mas também à epistemologia e de desenvolvimento de consciência crítica. Assuntos como origem da vida, evolução biológica, clonagem, organismos geneticamente modificados (OGM), aborto, eutanásia, dentre outros; apesar de fazerem parte do Currículo de Biologia no Ensino Médio, conforme descrito pelos PCNEM, PCN+ e DCNEM, estes, não tem sido posto em destaque, não despertando o senso crítico dos alunos para possíveis debates cívicos a que estas questões se remetem.

Diante das dificuldades de adequações de conteúdos, do uso de Metodologias Ativas e do alcance de resultados significativos na aprendizagem; a proposta contida nessa pesquisa que propõe a utilização de Metamodelos e de Metodologias Ativas mostra potenciais alternativas que poderão auxiliar, não somente, na prática pedagógica, mas também na forma como os alunos interagem em seus processos de aprendizagem.

As diversas possibilidades de interação/integração entre professor-aluno apresentadas pela proposta de uso de Metamodelos, consiste em uma potencial ferramenta pedagógica, de pesquisa e coleta de informações que se coadunam aos valores e conhecimentos prévios dos alunos. O uso adequado de tais abordagens poderá vir a ser uma forma de tornar as aulas significativas, dinamizar o processo de ensino e consequentemente reduzir falhas recorrentes da comunicação no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com (MORIN, 2003, p. 20), "existe sempre o risco do erro sob o efeito de 'ruídos', em qualquer transmissão de informação". Os metamodelos parecem oferecer possibilidades de eficiência na comunicação que possam diminuir este erro à medida que focamos no sistema de representação dos indivíduos e na valorização de conhecimentos prévios.

Sendo o Ensino Médio o *locus* da finalização da educação básica e com a responsabilidade para a formação da cidadania, importante se faz refletir sobre formas de desenvolver, nos estudantes de biologia, o senso crítico e habilidades para o exercício da cidadania, fazendo uso de novas metodologias, associadas ao uso de tecnologias para produzir conhecimento científico. Tais reflexões passaram a compor o elenco de questões cujas respostas, buscou-se obter neste trabalho, entre elas, citamos: Quais canais de comunicação estão sendo utilizados para que os alunos internalizem seus conhecimentos? De que modo estes representam suas aprendizagens? Ou ainda, quais estratégias didáticas poderiam ser adequadas a um ou a outro estilo de aprendizagem? São questões que trazem em si aspectos da subjetividade dos alunos que muitas vezes não são contemplados na seleção dos conteúdos,

nas escolhas das modalidades didáticas, das estratégias de ensino ou ainda do processo de avaliação da aprendizagem.

Diante de tal entendimento, propôs-se à elaboração de uma sequência didática orientada pelas apreensões dos canais de aprendizagem dos alunos (Metamodelos) e dos indicadores de Alfabetização Científica (AC) implícitas nos questionários, que como resultado fornecesse aos alunos uma visão global e integradora sobre o tema biotecnologia, fazendo uso de modalidades e estratégias didáticas invocadoras a partir do uso de Metodologias Ativas.

Destaca-se que tal envolvimento não se refere apenas à valorização dos conhecimentos prévios, mas perpassa ao entendimento de quais estilos de aprendizagem e de suas aptidões inatas; que naturalmente os impulsionam a perceber, representar e agir sobre o mundo a sua volta. É justamente sobre este eixo de ações Perceber-Representar-Agir, orientados pelos Metamodelos, que agregamos os preceitos da AC, na expectativa de poder tornar a aprendizagem potencialmente significativa.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar como a adoção de metamodelos e de metodologias ativas no ensino de biologia pode contribuir para melhorar os níveis de aprendizagens sobre o tema biotecnologia na educação básica

- Identificar os potenciais pedagógicos para o ensino de biotecnologia, contidos na unidade temática do livro didático adotado no espaço escolar;
- Verificar os conhecimentos prévios dos alunos no tocante ao tema biotecnologia e investigar como estes conhecimentos se caracterizam em relação aos indicadores da alfabetização científica;
- Planejar e executar uma sequência didática, orientada pelas metodologias ativas e práticas inovadoras, abordando o tema biotecnologia enfatizando sua aplicação na ciência e na sociedade, a ser desenvolvida em uma das turmas de biologia;
- Desenvolver, junto aos alunos, estudos e atividades curriculares com modalidades didáticas diferenciadas, e analisar as competências e habilidades geradas mediante o comportamento e as atitudes dos alunos envolvidos.
- Analisar, comparativamente, o campo de aprendizagem alcançado por duas turmas de Biologia com base na alfabetização científica, considerando que todas assistiram às aulas relacionadas aos mesmos conteúdos disciplinares, porém submetidas às diferentes aplicações metodológicas (metodologia tradicional e metodologias ativas);
- Elaborar um material didático-pedagógico orientador para o ensino de biotecnologia no ensino básico.

2 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 O ENSINO MÉDIO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A educação, muito mais do que transmissão de informações ou qualificação profissional, tem o dever de construir valores e conhecimentos úteis a toda sociedade. A escola seria, então, o lugar ideal para a formação do cidadão, tendo em vista que é por meio dela que todos os tipos de conhecimentos são transmitidos, sejam eles: ético, filosófico, político, cultural e principalmente científico (MIZUKAMI; GRAÇA, 2005; LEITE, 2000).

De acordo com Sacristán e Gomez (1998, p. 22 e 26):

> A função educativa da escola ultrapassa a função reprodutora do processo de socialização já que se apoia no conhecimento público para provocar o desenvolvimento do conhecimento privado de cada um dos seus alunos/as […] Mais do que transmitir informação, a função educativa da escola contemporânea deve se orientar para provocar organização racional da informação fragmentária recebida e a reconstrução das preconcepções acríticas, formadas pela pressão reprodutora do contexto social, por meio de mecanismos e meios de comunicação cada dia mais poderosos, de influência mais sutil.

Sendo assim, a escola e em particular o ensino de ciências se justificam, principalmente na medida em que se consegue fazer com que os alunos e futuros cidadãos sejam capazes de enfrentar situações cotidianas, de forma a analisá-las e interpretá-las através dos modelos conceituais e também de procedimentos próprios da crítica e do pensamento científico.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB):

> O Ensino médio, como etapa responsável pela terminalidade do processo formativo da educação básica, deve se organizar para proporcionar ao estudante uma formação com base unitária, no sentido de um método de pensar e compreender as determinações da vida social e produtiva; que articule trabalho, ciência, tecnologia e cultura na perspectiva da emancipação humana. (BRASIL, 2013, p. 39)

As diversas interações que se estabelecem no ambiente escolar devem proporcionar, aos alunos, espaços adequados para que estes possam compreender a lógica do pensamento científico e deste modo possa dar aplicabilidade aos seus aprendizados ao seu cotidiano e de forma articulada com as tecnologias. Tal orientação está sinalizada no texto da Base Nacional Curricular Comum (BNCC):

> A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (BRASIL, 2018, P. 549).

De acordo com o parecer CNE/CP Nº: 15/2017 em seu art. 4º, a BNCC orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (BCNGEB) (Resolução CNE/CEB nº 4/2017) (BRASIL, 2017) e para o Ensino Médio pelas DCNEM (Resolução CNE/CEB nº 2/2012) (BRASIL, 2012), define dez competências gerais comuns às etapas da Educação Básica, as quais expressam os direitos de aprendizagem dos estudantes, das quais podemos destacar a competência de número dois, que define ações a cerca das Ciências Naturais:

> […] 2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. […] (BRASIL, 2017, p. 26)

Portanto, de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (BRASIL, 2013) a educação para o futuro deve além de outros pormenores, abranger em sua totalidade, dimensões como a emocional-afetiva, físico-corpóreo, histórico-cultural, sociocultural de modo a envolver os alunos em seus trabalhos e em suas aprendizagens.

Ao se pensar criticamente sobre as questões supracitadas, nos deparamos com a necessidade de desenvolvimento de novas práticas educativas e, cada vez mais, de profissionais qualificados e empenhados em aplicar métodos mais adequados e eficazes que possam instigar e desenvolver potencialidades nos alunos. Professores empenhados em desenvolver nos alunos o espírito crítico devem perceber que este e outros objetivos, relacionados com a capacidade de pensar do aluno, só podem ser alcançados de maneira indireta (SANTOS, 2006), talvez por meio do caráter com que este (professor) imprime aos conteúdos expostos ao aluno, ou pelas escolhas conscientes das atividades que serão desenvolvidas, ou ainda, pela maneira como o professor julga e relaciona aquilo que está ensinando.

Segundo De Almeida (2000, p.53), para Freire:

> A pedagogia deve deixar espaço para o aluno construir seu próprio conhecimento, sem se preocupar em repassar conceitos prontos, o que frequentemente ocorre na prática tradicional, que faz do aluno um ser passivo, em quem se "depositam" os conhecimentos para criar um banco de respostas em sua mente. O homem desenvolve relações entre ação e reflexão por meio da experiência concreta. "Não pode haver reflexão e ação fora da relação homem – realidade" - relação que se cria quando o homem compreende sua realidade e a transforma. Por sua vez, ao transformar sua realidade, o homem se modifica, modificando sua ação e sua reflexão em um processo dialético. Portanto, educação é uma busca constante do homem, que deve ser o sujeito de sua própria educação. O homem "não pode ser o objeto dela". Por isso, ninguém educa ninguém.

O uso de Tecnologias Educacionais e o desenvolvimento de Metodologias Ativas são, neste sentido, uma excelente alternativa por respeitarem o ritmo dos alunos, dando também a estas oportunidades de construção de seu conhecimento de forma participativa e integrada com sua realidade. Sendo assim, o professor também deve estar interessado na experiência de aprendizagem que o aluno deve vivenciar, em vez de fixar esforços em aulas enfadonhas, onde o exaustivo trabalho de "decorar" conceitos é o ponto chave das aulas.

Atualmente, as propostas mais adequadas para um ensino de ciências e ensino de Biologia, especificamente nessa pesquisa, devem favorecer uma aprendizagem coerente e comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (MORIN, 2003). Trata-se, assim, de orientar o ensino de Ciências para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão. É preciso preparar os cidadãos para que sejam capazes de participar, das decisões que se tomam nesse campo, já que, em geral, são disposições que, mais cedo ou mais tarde, terminam por afetar a vida de todos (LEITE, 2000). Essa participação deverá ter como base o conhecimento científico adquirido na escola e a análise pertinente das informações recebidas sobre os avanços da ciência e da tecnologia.

Deste modo, o ensino de ciências e de Biologia devem estar pautados na dinâmica social levando em consideração que toda esta dinâmica se deve ao desenvolvimento das ciências e da tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2001). Neste cenário compreender não somente os termos e conceitos, mas ter condições de discutir sobre estes e analisar as situações que surgem em detrimento do uso das tecnologias é de modo geral estar alfabetizado cientificamente (SASSERON; CARVALHO, 2016). Em resumo, esta

alfabetização científica deve conduzir os alunos não somente a uma leitura e compreensão de conceitos de determinadas áreas, mas também a uma leitura de mundo, em que os conteúdos e aprendidos estejam associados às dimensões políticas, sociais e econômicas (CHASSOT, 2000).

2.2 METAMODELOS DE LINGUAGEM DA PROGRAMAÇÃO NEUROLINGUÍSTICA (PNL)

A Programação Neurolinguística (PNL) pressupõe que as pessoas agem de acordo com a forma como entendem e representam o mundo, não de acordo com a forma como o mundo é, muitas vezes resumido para eles. Disto segue um dos seus principais pressupostos: "o mapa não é o território" Korzybski (1958). Por este prisma, passa-se a compreender que cada ser humano constrói um mapa da realidade para si, a partir de suas experiências sensoriais, obtidas através da visão, audição, tato, olfato e paladar.

Este mapa da realidade não é a realidade, e tão pouco é uma representação precisa daquilo que percebemos através dos sentidos, esta será sempre diferente em função de restrições naturais (filtros) pelas quais acessamos as informações e percepções. Estas restrições são predominantemente três: as neurológicas, as sociais e as individuais. De modo geral, nossas experiências são filtradas por tais restrições que passam a compor nossos esquemas mentais, tais memórias sensoriais da realidade que o autor denominou de "Estrutura Profunda" são consideradas fatos em si. Deste modo, o nosso modelo interno da realidade ou 'mapa', pode ser comunicado através da linguagem, aqui denominado de "Estrutura Superficial" da experiência. Essas representações ou o mapa da realidade são ainda moldados e construídos a partir dos três processos inconscientes: eliminação, distorção e generalização (BANDLER; GRINDER, 1997).

Neste cenário teórico, surgem os conceitos de metamodelos de Linguagem, elaborados a partir da Gramática Transformacional e que consiste em uma metodologia de investigação das memórias sensoriais vividas pela pessoa revelando características e complexidades da experiência que são mutiladas pelos processos inconscientes de modelagem da realidade (eliminação, generalização e distorção) (BANDLER; GRINDER, 1997). Os metamodelos são de acordo com Azevedo (2016), o modelo linguístico "exterior", por meio do qual o indivíduo busca traduzir suas representações interiores, que constituem, segundo os autores, aquilo que chamaram de "modelo de mundo", ao mesmo tempo em que a PNL pode ser entendida como uma vertente da neurociência e da linguística que trata das relações entre cérebro e linguagem e das estruturas das experiências subjetivas do ser humano (CAPLAN,

1990). Atuar a partir de tais metamodelos consiste também em um processo de atualização do mapa interno de mundo, objetivando expandi-lo para comportar novas reflexões, experiências e, principalmente, soluções criativas, próprias de um mundo complexo e rico de experiências.

A PNL sugere que as percepções individuais são filtradas por: experiência única, os cinco sentidos, linguagem, cultura, atitudes, valores e crenças resultando em uma representação interna individual do mundo externo, os metamodelos (DOWLEN, 1996), sendo essa experiência subjetiva codificada sob três sistemas principais de representação: visual, auditiva e cinestésico (VAC) (TOSEY; MATHISON, 2005; KONG, 2012).

Sendo assim, é possível considerar o potencial dos Metamodelos de Linguagem como uma ferramenta de auxílio na investigação empírica em processos de aprendizagem transformadora, para saber como o sujeito age e percebe o mundo, sendo este um elemento de interessante análise. De acordo com Tosey e Mathison (2005), os metamodelos vistos como uma ferramenta de análise dos discursos pode ser utilizada como uma forma de induzir a experiência subjetiva com ênfase no aprendizado experimental e além de dar ênfase e maior importância da dimensão afetiva (TOSEY; GREGORY, 1998).

Apontada como uma forma de abordagem social e interpessoal para mudança de comportamento (LOCKTON, 2012), os metamodelos e a PNL, em geral estão relacionados com as perspectivas de aprendizagem transformadoras, que tem como base, processos de reflexões críticas (MEZIROW, 1997) nas quais se inserem os modelos Freirianos (TAYLOR, 1998; SILVA, 2006), sendo deste modo um modelo de aprendizagem adequada para a elaboração de propostas de trabalhos que visem o desenvolvimento de práticas reflexivas e críticas sobre assuntos polêmicos e transversais em Biologia.

Segundo Tosey e Mathison (2005) e Kong (2012) e os metamodelos de linguagem da Programação Neurolinguística, estão em completa coerência com outras teorias de aprendizagem como a Teoria Construtivista de Vigotsky e ainda teorias críticas como a teoria da ação comunicativa de Habermas. A PNL tem apresentado resultados significativos em trabalhos sobre aprendizagem transformadora (SAVARDELAVAR; KUAN, 2017; KUDLISKIS, 2013) e em diversos trabalhos que utilizam suas metodologias, técnicas e perspectivas para o desenvolvimento de práticas educativas e de análise específica das experiências subjetivas (TOSEY; MATHISON, 2005).

2.2.1 Os Metamodelos e os Diferentes Estilos de Aprendizagem

Seria comum nos dias de hoje encontrar em um mesmo contexto educacional e social, alunos que expressem diferentes opiniões quanto ao ensino de ciências. Alguns alunos possivelmente afirmariam gostar das aulas de ciências e apresentar bom desempenho, mesmo diante de metodologias tradicionais, enquanto outros alunos poderiam apontar falhas neste processo de ensino como a desmotivação e baixo rendimento de aprendizagem durante as aulas. Longe de querermos aqui apontar falhas inerentes ao processo de ensino, que vão desde o planejamento à execução das atividades, gostaríamos de destacar que estas diferentes percepções as quais nos referimos podem dar-se em detrimentos de aspectos subjetivos de cada indivíduo. Aquilo que parece significativo para um, pode não parecer significativo para outros.

A neurociência e as demais ciências da mente reconhecem hoje, que existem várias formas de aprender, nas quais aspectos individuais dos alunos passam a ter maior representatividade nas dimensões do processo de ensino-aprendizagem, que muitas vezes não são contemplados pelas metodologias tradicionais pelas quais as dinâmicas que se estabelecem em sala de aula ainda colocam o professor como detentor de todo o conhecimento, imprimindo ao aluno um carácter passivo e de neutralidade, em que seus estilos e aptidões inatas de aprendizagem não são valorizados dentro do processo de ensino.

Entender como as informações se processam é tão importante quanto saber o dever a ser ensinado. Aquilo que aqui chamamos de Estilos de Aprendizagem ou Aptidões Inatas, são na verdade os canais de percepção pelos quais observa-se e percebe-se o mundo. Estes canais demonstram quais sistemas sensoriais costumamos utilizar com maior frequências em vivências e experimentações (Metaprogramas) e que de forma dedutiva dão suporte para compreender como estão estruturados os esquemas internos (Metamodelos).

Os metamodelos são, de acordo com Azevedo (2016), o modelo linguístico “exterior”, por meio do qual o indivíduo busca traduzir suas representações interiores, que constituem, segundo os autores, aquilo que chamaram de “modelo de mundo”, ao mesmo tempo sendo esta uma vertente da neurociência e da linguística que trata das relações entre cérebro e linguagem e das estruturas das experiências subjetivas do ser humano (CAPLAN, 1990).

Ao pensarmos tais questões, voltadas para as atuais propostas de ensino, onde podemos citar como exemplo o Ensino Híbrido (EH) ou ainda a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), enxergamos nestas, diferentes possibilidades de personalização e de

adequação dos conteúdos aos estilos e aptidões dos alunos sem prejuízo de sua aprendizagem. Esta personalização vai desde os diferentes ambientes de trabalho, diferentes escalas temporais para a resolução de questões, atividades diferenciadas, formas de apresentação de conteúdo diversificada e uma avaliação coerente com as aptidões dos alunos. No entanto, ainda são escassos os trabalhos acadêmicos que orientem a prática de ensino que contemplem não somente as habilidades e competências conteudistas, mas também as formas individuais e subjetivas pelas quais os alunos apreendem e passam a representar o mundo a sua volta.

Ao entender que somente o carácter de valorização dos aspectos subjetivos de aprendizagem do sujeito não é único fator de aprendizagem significativa, imprimimos em nossa pesquisa os preceitos da AC, que se referem não somente apreensão de conhecimentos, mas a sua utilização de forma usual no exercício da cidadania. Ao destacarmos mais adiante as habilidades necessárias para se alcançar uma alfabetização científica, acreditamos que esta não se daria por simples transmissão de conhecimentos de forma verticalizada, mas através de mútuos envolvimentos em que professor e aluno possam compartilhar vivências.

2.3 A REALIDADE VIRTUAL (RV) COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTA

A Realidade Virtual (RV) foi definida como uma experiência 3I por proporcionar ao usuário “Imersão – Interação – Imaginação” Para Burdea e Coiffet (2003). Além disso, os usuários não apenas veem e manipulam objetos gráficos na tela; eles também tocam e sentem usando todos os canais sensoriais humanos, como visual, auditivo, tátil, olfato e paladar (BURDEA, 1999).

A RV tem sido utilizada em diversos cenários de aprendizagem que variam do lúdico de aplicações educacionais e está no centro do que é conhecido como *“Virtual Reality learning environments”* (VRLE) (CHITTARO; RANON, 2007; JOHN, 2007; MONAHAN; MCARDLE; BERTOLOTTO, 2008; PAN *et al.*, 2006; RAUCH, 2007). Salzman *et al.,* (1999) enfatizam alguns aspectos de como as ferramentas de RV, tem ajudado na aprendizagem de conceitos complexos, apontando algumas características que identificou como promissoras, como: a utilização de pistas visuais, auditivas e táteis para a resolução de problemas.

De acordo com Faria *et al.* (2011) o uso de tecnologias tem crescido a um ritmo acelerado em práticas educativas, e desempenham papel importante como elemento transformador e motivador. As aplicações educacionais da RV, os conteúdos podem assumir

diferentes formas como: escrita, gráfica além de animações, vídeo e som possibilitando, dentro de um mesmo conteúdo, diferentes formas de abordagem.

Segundo Rodello *et al.* (2010) as simulações e os ambientes virtuais possibilitam o desenvolvimento de uma experiência controlada do mundo real, favorecendo uma maior aproximação entre conceitos (que envolvem o abstrato) e o mundo real. Além disso, as simulações permitem que o aluno explore situações sem medo de errar, o que claramente é benéfico para o processo ensino-aprendizagem.

O uso de tecnologias educacionais com as ferramentas de Realidade Virtual (RV) e o desenvolvimento de práticas ativas são, nesse sentido, uma excelente alternativa por respeitarem o ritmo dos alunos, dando também a estas oportunidades de construção de seu conhecimento de forma participativa e integrada à sua realidade, como apontado por Paulo Freire, (2014). Como alternativa para atender às atuais demandas, às atividades docentes, sugerimos aqui a integração dos metamodelos da Programação Neurolinguística (PNL) e do uso de ferramentas de Realidade Virtual (RV) às práticas educativas, considerando que estas representam, não somente novas alternativas no desenvolvimento de práticas inovadoras, mas também uma forma de incentivo e de motivação para os alunos durante as aulas de Biologia.

Como Burdea e Coiffet (2003) observaram, (a) aprendizagem construtivista envolve exploração e a descoberta de mundos reais artificiais pré-construídos, e (b) o processo de aprendizagem construtivista fornecido pela tecnologia de RV requer que os educadores examinem os modelos de aprendizagem e como os recursos tecnológicos suportam a aprendizagem.

Entretanto, o uso de novas técnicas e de novas tecnologias não superam os dilemas éticos muito menos os problemas de aprendizagem aos quais os professores estão constantemente se defrontando em sala de aula; mas que, no entanto, podem ser utilizadas como espaços complementares da sala de aula, como citado nos trabalhos de Constantini (2001) e Cazelli (1992). É preciso principalmente investir esforços na formação dos professores para que este fujam ao modelo instrucionistas, sob as quais os cursos de Licenciatura estão fundamentados (DEMO, 2010) e encontrem na pesquisa, possibilidades de: redefinir sua maneira de planejar, reformular suas estratégias e de reconstruir sua ação pedagógica de forma reflexiva (SHÖN, 1992).

O uso de Realidade Virtual (RV) em proporcionado uma possibilidade de complementação às práticas educacionais relacionadas ao ensino de Biologia, corroborando com o desenvolvimento de práticas que venham a despertar no aluno o interesse pela investigação científica, vivenciarem formas de aprendizagem coerentes com sua realidade e

que possam servir como modelo para a formação integral de cidadãos críticos e conscientes de sua responsabilidade social diante dos dilemas éticos da sociedade moderna e tecnológica. A busca por novas metodologias de ensino, assim como por novas ferramentas tecnológicas ganham destaque na tentativa de mudanças de paradigmas educacionais que nos guiam para um processo educativo mais participativo.

Por meio de experiências imersivas e interativas, o uso de ferramentas de Realidade Virtual possibilita aos alunos formas alternativas de investigar, interpretar, analisar, criar e interagir com o ambiente por meio das suas próprias experiências contribuindo assim para o protagonismo dos mesmos. As ferramentas de Realidade Virtual são deste modo, instrumento mediador das aprendizagens subjetivas e constitui em si, uma contribuição ao processo de aprendizagem, à medida que fornece aos alunos modelos representacionais da realidade, auxiliando assim os alunos na abstração de conceitos e na consolidação dos metamodelos.

2.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E A EDUCAÇÃO INTEGRAL CIDADÃO

Nenhuma forma de conhecimento que não integre as dimensões políticas, econômicas, sociais, tecnológicas, culturais e éticas, será tomada como relevante para a elaboração de currículos que priorizem a democratização da aprendizagem e formação integral do cidadão (CHASSOT, 2000). Sendo assim, o ensino de Biologia desenvolvido sob a perspectiva da AC deve conduzir os alunos às práticas sociais onde estes possam perceber a ciência tangível e passível de discussões. É preciso, que o ensino de ciências possa mostrar aos alunos os processos lógicos pelos quais as ciências se processam, a forma como influenciam a economia, a saúde, a história e de um mondo geral as culturas. Somente assim, os estudantes terão condições de enxergar toda a dimensão macro situacional na qual a ciência se insere como produto da humanidade.

Na perspectiva da AC, a escola em si não alfabetiza, porém as diversas articulações a que a escola está remetida deve proporcionar um reajuste de vivências para que os alunos possam ter condições de agir sobre o apanhado de informações científicas a que será submetido (LORENZETTI; DELIZOIOCOV, 2001; SASSERON; DE CARVALHO, 2016). Através de preceitos da AC é possível a inserção da visão epistemológica da ciência tornando o ensino das ciências um meio de transformação e de transmissão de valores e de conhecimentos úteis a toda sociedade.

Para Hurd (1998):

> […] as características de uma pessoa cientificamente instruída não são ensinadas diretamente, mas estão embutidas no currículo escolar, em que os alunos são chamados a solucionar problemas, a realizar investigações, a desenvolver projetos em laboratório de apoio e experiências de campo. Estas atividades são compreendidas como preparação para o exercício da cidadania.

Seria inconcebível pensar em uma educação transformadora que não contemple as diversas interações que se concretizam por meio da experimentação, pela interação com o meio físico e social possibilitando ao aprendiz enxergar-se como elemento estruturante e modificador do ambiente através de ações individuais ou coletivas. Logo, as ideias e preceitos da AC a serem tratadas neste projeto se encontram embasadas, em cada uma de suas etapas, pelas diversas teorias de aprendizagem às quais a AC está atrelada. Sendo para isso destacadas as perspectivas teóricas da teoria construtivista de Vigotisky (1896-1934) e Teoria da experimentação de Dewey (1859-1952) a teoria da complexidade de Edgar Morin (1946-2019).

Trabalhos como os de Miller (1983) e Laugksch (1999) descrevem aquilo que os autores denominam de "dimensões" da AC, onde é possível entender tais dimensões como o alcance das aprendizagens ao se trabalhar com a AC. Embora cada um dos autores possua sua própria classificação, em ambos é possível perceber que a AC pode dar-se desde um nível mais básico, com o entendimento de conceitos-chaves das ciências, aos níveis mais elevados, com o entendimento dos processos tecnológicos e de seus impactos socioambientais.

De modo semelhante, Krasilchik (2011), aponta 4 dimensões distintas, que de acordo com a Biological Science Curriculum Study (BSCS)[1], passam a ser conceituados de níveis de alfabetização científica, sendo estes: Nominal, Funcional, Estrutural e o Multidimensional.

Além dos níveis de alfabetização que de um modo geral representam os diferentes alcances da AC, trabalhos como os de Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2008) tem buscado identificar através da análise dos discursos evidenciar alguns dos principais indicadores de alfabetização científica que representam ações e habilidades utilizadas durante a resolução de um problema.

De acordo com os preceitos da AC, as práticas pedagógicas devem auxiliar os alunos a atingirem níveis mais elevados do conhecimento científico (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001), para que estes possam participar mais ativamente dos processos democráticos e da tomada de decisões relacionadas ao conhecimento técnico científico (IGLESIA,1995).

[1]BSCS. **Biologia:** das moléculas ao homem. Versão azul. [S.l.]: EDART, 1972.

Percebe-se, neste sentido e na possibilidade de utilização de metodologias ativas, várias oportunidades de integração e maior participação dos alunos em seu próprio processo de formação e de desenvolvimento de uma consciência crítica. Segundo as orientações postuladas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): "As diferentes propostas reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais" (BRASIL, 2000).

2.4.1 Alfabetização Científica na Superação do Desafio Educacional

Tornar o ensino de Biologia mais prazeroso e eficaz é em si uma das grandes dificuldades dentro do contexto de ensinar ciências. Sob esta ótica, vários autores enxergam na AC uma forma de correção e superação dos equívocos inerentes aos objetivos do conhecimento científico, tornando o ensino mais exitoso por meio de uma mudança de paradigmas educacionais e metodológicos (AULER; DELIZOICOV, 2001; SASSERON; DE CARVALHO, 2016; CHASSOT, 2000).

Reduzir a distância entre as atividades escolares e as práticas sociais têm sido o principal desafio dentre outros a serem enfrentados nas escolas. Dentre os desafios vigentes, está a forma de educação voltada para pluralidade cultural e multiplicidade de talentos individuais (DELORS *et al.*, 1998), para os quais estariam direcionadas as atenções para as inclusões sociais e digitais. A dificuldade de ensinar a condição humana e a identidade terrena, assim como os dilemas éticos e sociais, também está presente na proposta de Edgar Morin (2003), em seu livro "Os sete saberes necessário a educação do futuro". Ao tratarmos do ensino da Biologia, este deve enfrentar desafios que possibilitem ao aluno a participação nos debates contemporâneos que exigem conhecimento biológico (orientações curriculares) (BRASIL, 2008) e pleno exercício de sua cidadania.

Segundo Santos (2008), existe hoje, a necessidade de resgatar o caráter político das discussões acerca do Ensino de Ciências sob o enfoque dos movimentos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (RICARDO, 2007), atualmente tratados como Aspectos Sóciocientíficos (ASC) (REIS, 2004; SANTOS, 2002; MARTÍNEZ PEREZ, 2012), onde a ênfase tem estado na compreensão da Natureza da Ciência e na argumentação científica (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). De acordo com Santos (2008), apesar de a Educação Científica apresentar diferentes domínios, como a alfabetização/letramento científica(o) (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2002; SASSERON; CARVALHO, 2016;

AMORIM, 1995, CHIZZOTTI, 2003) e alfabetização tecnológica (FOUREZ,1997), todos tem dado ênfases ao papel social do ensino de ciências para tomada de decisões e para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

Deste modo o ensino das Ciências biológicas deve estar pautado na dinâmica social levando em consideração que toda esta dinâmica se deve ao desenvolvimento das ciências e da tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2001). Neste cenário, compreender não somente os termos e conceitos, mas ter condições de discutir sobre estes e analisar as situações que surgem em detrimento do uso das tecnologias é de modo geral estar alfabetizado cientificamente (SASSERON; DE CARVALHO, 2016). Em resumo, esta alfabetização científica a que nos referimos deve conduzir os alunos não somente a uma leitura e compreensão de conceitos de determinadas áreas, mas também a uma leitura de mundo em que os conteúdos aprendidos estejam associados às dimensões políticas, sociais e econômicas (CHASSOT, 2000).

De acordo com os preceitos da alfabetização científica, as práticas pedagógicas devem auxiliar os alunos a atingirem níveis mais elevados do conhecimento científico (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2002), para que estes possam participar mais ativamente dos processos democráticos e da tomada de decisões relacionadas ao conhecimento técnico científico (IGLESIA, 1995). Torna-se perceptível, neste sentido, a possibilidade de utilização de metodologias ativas, gerando várias oportunidades de integração e maior participação dos alunos em seu próprio processo de formação e de desenvolvimento de uma consciência crítica.

As atuais propostas de ensino devem ir além da transmissão de conteúdos e perpassar a ideia de educação bancária evidenciada por Paulo Freire (1980), e outros autores, neste sentido, as metodologias propostas também devem acompanhar a evolução da aprendizagem, dando aos alunos maiores possibilidades de agir e criar dentro do seu espaço e de seu processo de aprendizagem. Dentre as novas metodologias proposta, que tem por objetivo tornar o ensino mais significativo, podemos enfatizar que as metodologias ativas têm ganhado destaque nos últimos anos principalmente em cursos superiores de Biologia e medicina além de outros campos de atuação (MITRE *et al.*, 2008; BERBEL; 2012).

A utilização de tais estratégias, associadas às propostas mais atuais de ensino como a alfabetização científica, complementam-se, ao dar ênfase à ideia de que o aluno deve se tornar ativo em seu processo de aprendizagem, ao mesmo tempo em que este deve ser desafiado a buscar e a propor soluções, por processos investigativos; pensar de forma hipotética;

argumentar de forma criteriosa e agir de forma crítica, percebendo a ciência como fruto de uma construção humana e coletiva, passíveis de refutações e de mudanças.

2.5 O ENSINO DE BIOLOGIA ORIENTADO POR METODOLOGIAS ATIVAS

Atualmente, são inúmeras as possibilidades de utilização de metodologias ativas dentro do ensino de Biologia, podendo ser citados inúmeros trabalho dentro do campo da educação ambiental, onde algumas práticas educativas parecem estar mais consolidadas. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (DCN) e as propostas contidas nos PCN+ (BRASIL, 2002), e mais atualmente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), devem servir de referência para a formulação e implementação de novas práticas pedagógica que conduzam o ensino de Biologia através da investigação científica, despertando assim a curiosidade e o interesse dos alunos em seu processo de aprendizagem.

No início do século XX, quando passou a ser implementada nos currículos escolares a disciplina Biologia assumiu uma conotação social, junto às campanhas de saúde passando a auxiliar no combate às epidemias que aconteciam nas populações urbanas e rurais (PARAÍBA, 2006). Neste aspecto, percebe-se que a problematização de situações cotidianas são pontos-chave para o desenvolvimento de metodologias ativas onde a possibilidade de se enxergar como agente solucionador do problema possa dar ao aluno uma visão de autonomia pessoal.

Segundo Leite (2000, p. 45), "a população, em geral, encontra-se cientificamente despreparada para participar, de modo crítico e democrático, em debates sobre os avanços biotecnológicos ou, ainda, ético-científicos". Para ele:

> […] é mínima a condição do público brasileiro participar, de maneira informada e democrática, de um debate como o dos alimentos transgênicos, ou das implicações da pesquisa genômica […] esse estado de coisas cria uma obrigação para todos os autores do processo, fornecer informação compreensível, qualificada e contextualizada sobre as biotecnologias, da engenharia genética à transgenia, da genômica à eugenia.

Em meio a tais desafios muitos professores encontram na contextualização e na interdisciplinaridade uma alternativa para melhoria significativa do processo de ensino; buscando uma aproximação dos alunos à sua realidade e, consequentemente, o desenvolvimento da criticidade. Vários autores argumentam que a falta de contextualização e interdisciplinaridade durante as aulas de Biologia, muitas vezes, é a grande responsável pela

falta de motivação dos alunos, que se frustram por não conseguirem dar sentido aos conteúdos aprendidos em sala de aula (AMORIM *et al.*, 1995; KRASILCHIK, 2004; GABASSA *et al.,* 2007; PEDRANCINI *et al.*, 2007).

No entanto, o próprio processo de contextualização não é tarefa fácil visto que boa parte do material didático adotado nas escolas não oferece oportunidade aos alunos para que eles explorem suas realidades (BORGES; LIMA, 2007; MATTHEWS, 1995; NASCIMENTO; ALVETTI, 2007). Ao tomarmos como exemplo o ensino de Biologia podemos perceber que muitos dos conteúdos tratados nos livros apenas se preocupam em bombardear os alunos com um número exorbitante de conceitos técnicos e que muitas das vezes cairão em desuso pela própria vivência do aluno (KRASILCHIK, 2004; XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006).

É preciso dar enfoque ao método científico, para que através do ensino por redescobertas os alunos vivenciem a lógica da produção científica sendo possível por meio desta retirar conclusões, generalização e opiniões passando a ver o seu ambiente de vivência também como objeto de estudo (CAMPOS; NIGRO, 2009).

Neste cenário de inovações pode-se citar a metodologia de projetos e o uso de Tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TDIC) proporcionando aos alunos uma maior interação com o meio onde está inserido. O desenvolvimento de projetos tem favorecido a criação de novas estratégias de organização do conhecimento através do tratamento da informação e da relação entre os conteúdos, os problemas e as hipóteses trabalhados (HERNANDEZ; VENTURA, 1998; HERNANDEZ; 1998), dando ao aluno possibilidades de esboçar traços de sua cultura e suas multiplicidades de expressões e de habilidades, que não ficariam tão evidentes na consolidação de práticas tradicionais. Ainda neste cenário, o uso de recursos tecnológicos tem estado cada vez mais presente na sala de aula, estando suas possibilidades de utilização associadas aos ambientes educacionais formadores e transformadores (DE ALMEIDA, 2000).

As metodologias ativas devem, portanto, extrapolar os espaços delimitados pelos currículos das ciências, indo de encontro às demandas sociais, transpondo os muros da escola; a interdisciplinaridade e transversalidade de conteúdos torna-se parte importantíssima no planejamento das atividades deste novo milênio. Nesta perspectiva, a forma de organização do saber (disciplinar, cumulativo) deixa de ser um problema, visto que os conteúdos devem ser transmitidos e adquiridos de forma complexa e integrada, quebrando com o paradigma de compartimentação dos saberes (HERNANDEZ; VENTURA, 1998).

2.6 A CONSTRUÇÃO DA UNIDADE TEMÁTICA DENTRO DO LIVRO DIDÁTICO DE BIOLOGIA

Desde que foi instituído, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), coube ao governo federal assumir a responsabilidade de planejar, avaliar, comprar e distribuir de forma gratuita os livros para os alunos da Educação Básica da rede pública; houve sempre a preocupação em manter a qualidade dos conteúdos transmitidos. Deste modo, quase que simultaneamente à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) (BRASIL, 1996) junto aos PCN (BRASIL, 1997), o Ministério da Educação e Cultura (MEC) oficializou a avaliação pedagógica dos livros didáticos tendo tais documentos como critérios principais de avaliação como objetivo de melhorar a Educação Básica.

No entanto, o programa inicial não contemplava os livros do Ensino Médio, vindo, estes a serem incorporados somente em 2003 a partir do Programa de distribuição de livros didáticos para o Ensino Médio (PNLEM) criado, com o objetivo de universalizar a distribuição do livro didático para estudantes do ensino médio, sendo a distribuição e inclusão dos livros didáticos, das áreas de Ciências Naturais, sendo este um processo que se concretizou de forma gradativa. Apenas em 2007 os PNLD, lançaram o Guia Nacional do Livro Didático de Biologia, onde 9 de 18, obras foram aprovadas pela avaliação pedagógica, sendo estas de diferentes autores e editoras.

Semelhante ao que ocorreu nos Estados Unidos com a produção de livros didáticos pela equipe do BSCS, na década de 60, com o intuito de reformar, em moldes acadêmicos, conteúdos e métodos da disciplina escolar Biologia (MARANDINO, 2009); no Brasil a universalização do livro didático a partir do PNLEM, buscou fornecer aos professores e alunos, melhores condições para que fossem alcançadas os objetivos e metas educacionais, regulamentadas pela LDB, e orientadas pelos PCN e ainda pelos DCNEM. Desde então são imensuráveis os esforços para avaliar a qualidade dos livros, visto ser este o principal material didático utilizado pelos professores em suas práticas pedagógicas (EL-HADI, 2011).

A avaliação do livro didático realizada pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), que analisa quais obras apresentam os critérios mínimos de qualidade, mostra-se um importante processo de avaliação muitas vezes, são os livros didáticos que conduzem os currículos de ensino nas escolas direcionando: os estudos científicos, o carácter emancipatório da cidadania, e ainda, as metodologias impressas durante as aulas de biologia, além de servirem, muitas vezes, como única fonte de pesquisa para os alunos. Por este motivo a avaliação por parte dos professores para escolha adequada do livro didático é também um

aspecto importante dentro do processo de ensino-aprendizado. Diferentes obras podem apresentar o mesmo conteúdo através abordagens temáticas diversificadas, dirigindo o foco das discussões e muitas vezes tendo um maior alcance pedagógico, em relação a outras obras (MARANDINO, 2009).

De acordo com El-hadi (2011), os critérios de avaliação do livro didático foram elaborados a partir de oito pressupostos, através dos quais foram elaborados critérios gerais e específicos de cada área de conhecimento. Das quatro classes de critérios um, em particular, mostrou-se exclusivo das ciências naturais por valorizar a promoção de visões adequadas sobre a construção do conhecimento científico.

Cabe aqui destacar cada uma das classes de acordo com a descrição apresentada por El-hadi (2011), visto que estes estão em extrema consonância com os princípios da AC:

> Quatro classes de critérios foram usadas na avaliação: (1) correção e adequação conceituais, e precisão da informação básica fornecida; (2) adequação e coerência metodológicas; (3) promoção de visões adequadas sobre a construção do conhecimento científico; (4) princípios éticos/educação para a cidadania. A terceira classe de critérios foi exclusiva das ciências naturais (EL-HADI, 2011).

Cada uma das classes de critérios de avaliação mencionados acima é coerente com os princípios de AC; em específico os dois últimos, pois tratam da visão da construção dos conhecimento científicos, onde são incorporados as questões relacionadas à filosofia e história das ciências, nos quais se entrelaçam as questões de ética e cidadania, necessárias a compreensão e despertar de uma consciência crítica dentro da coletividade.

De acordo com Pereira e Carneiro (2017), o número de pesquisas de análises do livro didático que foram realizadas até o momento, focam suas análises apenas nos aspectos conteudistas deixando de lado os aspectos como o uso adequado da linguagem, aspectos históricos e utilização do livro didático. Este espelho da realidade também pode ser evidenciado nos momentos de escolha dos livros didáticos onde os professores e equipe pedagógica, muitas vezes se limitam a uma visão conteudista, como único critério de seleção do livro didático sendo este panorama associado a fatores como: prazos insuficientes para reuniões, debates e um olhar mais aprofundado do professor (BONINI, 2018).

De acordo com Fonseca e Bobrowsky (2017), em função dos crescentes avanços da área de Biotecnologia, torna-se indispensável a sua inserção no currículo escolar, sendo o LD uma das principais fontes de pesquisa e além de ser um dos principais instrumentos para estímulo do senso crítico dos alunos. Ainda neste contexto o autor analisa de forma

sistemática as unidades didáticas sobre o tema Biotecnologia em três dos principais autores indicados no Guia do livro didático, aprovados pela portaria nº 62 de 01 de agosto de 2017. A partir das análises estabelecidas o autor considera ainda o papel fundamental do professor na escolha do livro, sendo que eles devem a partir de seus contextos situacional e local, efetuar a escolha do livro que apresente subsídios de utilização dentro do cenário educacional que melhor se adéque a sua realidade.

A análise temática por parte dos professores, tendo em vista os critérios apresentados pelos MEC, assume um papel de extrema importância não somente no sentido de críticas a serem tecidas sobre a obra, mas também no tocante a percepção de fragilidades e deficiências da obra, que possibilitem ao professor a elaboração de planos de ensino alternativos que complementem os conteúdos e suplementem as discussões a fim de fomentar nos alunos o senso crítico e uma formação integral assim como previstos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBEN) (BRASIL, 1996).

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 EPISTEMOLOGIA DA PESQUISA

A presente investigação está inserida no campo das **pesquisas quali-quantitativas**, a qual teve por objetivo se apoiar nas diferentes possibilidades de utilização dos multimétodos de investigação, para o estudo de um fenômeno, em seu contexto local, buscando encontrar o sentido desse fenômeno e a interpretação dos significados que as pessoas dão a eles (CHIZZOTI, 2003). Partindo deste pressuposto, a presente pesquisa entende que professores e estudantes deveriam construir com autonomia seus saberes, de modo que, a busca por metodologias de ensino torna-se um processo conjunto e permanente de pesquisa (ROSSASI; POLINARSKI, 2012).

Os dados quantitativos se apresentam no estudo como informações colaborativas para compor o cenário a ser analisado. Mas, a pesquisa se deu sob o enfoque de uma **abordagem qualitativa,** cuja investigação manteve-se vinculada aos problemas ético-políticos e sociais, a pesquisa mostra-se comprometida com a prática, com a emancipação humana e a transformação social, opondo-se aos postulados e exigências das pesquisas unicamente mensurativas (CICOUREL, 1964). De acordo com Minayo (2001), a pesquisa qualitativa é a que melhor se coaduna ao reconhecimento de situações particulares, grupos específicos e universos simbólicos. Para Neves (1996), a pesquisa qualitativa assume diferentes significados e compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam descrever e decodificar os componentes de um sistema complexo de significados.

De nenhuma forma colocamos como irrelevantes as abordagem quantitativas, e suas contribuições às pesquisas educacionais, entretanto as características que configuram o nosso objeto de estudo melhor se conduziram pelo viés metodológico de uma abordagem qualitativa, onde a observação das práticas pedagógicas tiveram como objetivo a caracterização e descrição de um ‘ensinar ciência’ de forma significativa; despertando o espírito científico e acionando os gatilhos para a prática social, e consequentemente o senso crítico-reflexivo (VALE, 1998).

Desse modo, na presente pesquisa buscou-se dar visibilidade à subjetividade da aprendizagem dos alunos, tendo como foco de interesse a perspectiva dos participantes, no sentido de que o comportamento das pessoas está intimamente ligado à formação de suas experiências (CASSEL; SYMON, 1994). De acordo, com Diehl (2004), para entender a complexidade de determinado problema, é necessário compreender e classificar os processos

dinâmicos vividos nos grupos, possibilitando o entendimento das particularidades dos indivíduos.

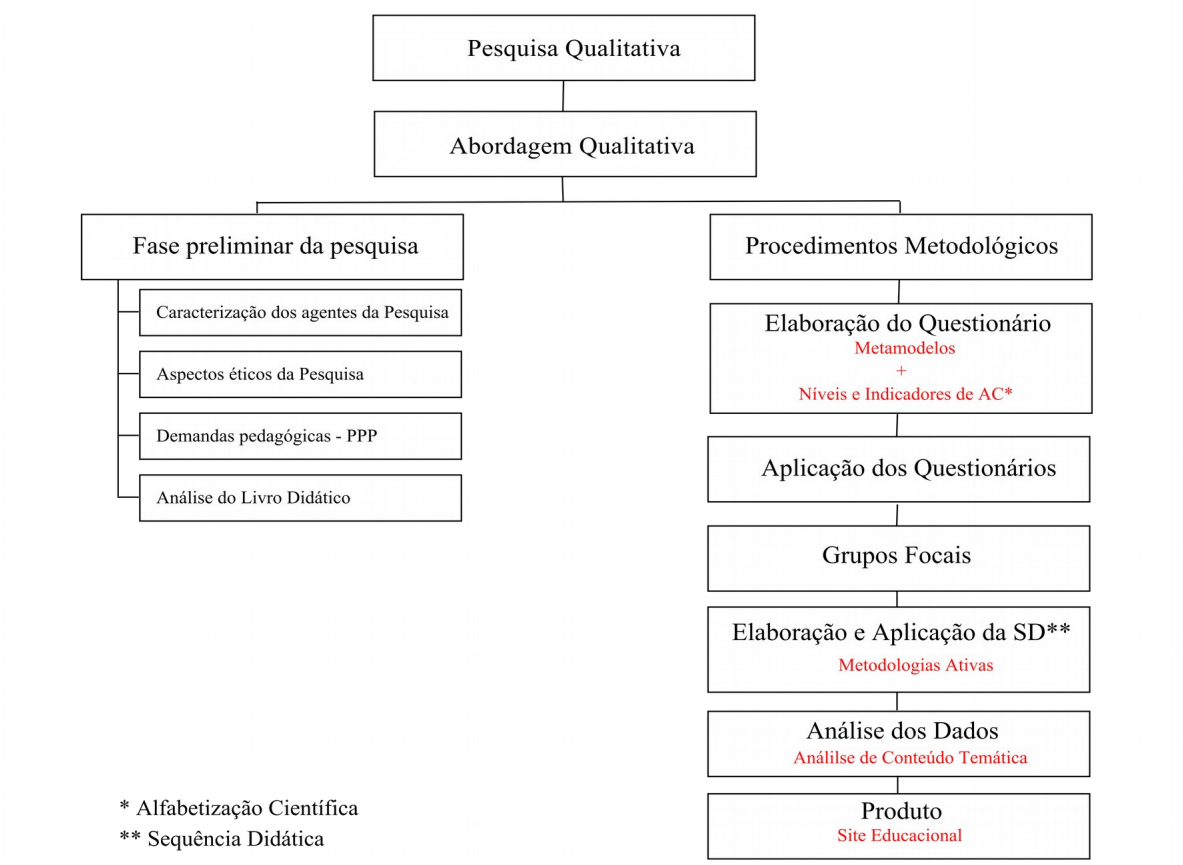
Nesse sentido, o carácter de **pesquisa-ação** passou a ser concretizado, pela pesquisa, ao analisar de forma abrangente um contexto das aprendizagens, grupo de estudantes do ensino médio, sobre a biotecnologia e suas implicações socioambientais. Ao mesmo tempo em que se propõe à construções colaborativas (professores e alunos) de um conhecimento coletivo, em que a relevância das contribuições se dá em uma via de mão dupla, onde coube ao professor a tarefa de orientar os alunos nas diferentes fases da pesquisa-ação.

De acordo com Thiollent (2011), a pesquisa-ação é descrita como uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (TRIPP, 2005). Para André (1995), a pesquisa-ação surgiu com o propósito de investigar as relações sociais e conseguir mudanças de atitudes e comportamentos dos indivíduos em um processo de acompanhamento e controle da ação planejada e do relato concomitante desse processo. Na pesquisa-ação, os professores são incentivados a questionar suas próprias ideias e teorias educativas, suas próprias práticas e seus próprios contextos como objetos de análise e crítica (MOREIRA, 2002).

Nesses termos, a pesquisa-ação mostrou-se adequada, ao desenrolar desta pesquisa, por não tratar apenas de um problema a ser resolvido, mas também do desenvolvimento da consciência da coletividade nos planos políticos além de tornar evidente a natureza e complexidade dos problemas aos interessados, despertando assim sua criticidade (THIOLLENT, 2011). Além disso, a possibilidade de inserção de estratégias didáticas conduziu o presente trabalho a perspectiva de que a pesquisa-ação seria a estratégia metodológica mais adequada para a realização deste trabalho para a formação integral dos alunos através da AC (SOUSA, 2013).

Para a coleta de dados dessa pesquisa foram utilizadas as seguintes técnicas: Questionário (LAVILLE; DIONNE, 1999; LAKATOS; MARCONI 1996); Grupo focai (MORGAN, 1996; BARBOUR, 2009); e Observação participante (MARTINS, 1996; DANTON, 2002; CORREIA, 2009). A sequência lógica de realização da pesquisa encontra-se detalhada abaixo (**Figura 1**).

Figura 1 - Fluxograma das fases de realização da pesquisa e sequência de uso das ferramentas e técnicas para coleta e análise de dados da pesquisa utilizadas em cada etapa.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A utilização de **questionário (APÊNDICE B)** mostra-se vantajosa por dar ao aluno um maior grau de liberdade, respeitando o seu tempo de resposta, além de não submetê-lo às influências do pesquisador, diminuindo assim, distorções e possíveis respostas mascaradas (LAVILLE; DIONNE, 1999; LAKATOS; MARCONI, 1996; LUNA, 1999; GOLDENBERG, 1997). O modelo de questionários de pré-teste e pós-teste (SAMPIERI, 2006), compôs parte do procedimento utilizado para a coleta de dados das diferentes metodologias de ensino (metodologias tradicionais e metodologias ativas).

Para realização da proposta didática dessa pesquisa foram incorporados aos questionários os conceitos de Metamodelos (BROW, 2013) no intuito de diagnosticar, através dos discursos e expressões, os principais estilos de aprendizagem dos alunos, valorizando assim aspectos subjetivos da aprendizagem dos alunos, que pudessem fornecer subsídios pedagógicos para o planejamento da sequência didática e para o trabalho de mediação do professor (PASSOS, 2016).

Ao buscar compreender as contribuições dos Metamodelos, no processo de aprendizagem dos alunos, a medida que são consideradas seus estilos e preferências de aprendizagem, vários aspectos individuais da aprendizagem passam a ser valorizados, tendo que se considerar as formas subjetivas pelos quais os indivíduos têm construído e ancorado seus conhecimentos sobre os conteúdos de biotecnologia, sendo tais conhecimentos também um produto da coletividade. Levantar e apontar tais manifestações individuais e coletivas não poderia se dar de outro modo se não através da pesquisa-ação, a qual é descrita por Erickson (1998), como adequada para identificar as sutilezas das construções subjetivas que motiva os indivíduos de um grupo.

A técnica de **grupo focal** foi utilizada por fornecer recursos para a compreensão de processos de construção das percepções, atitudes e representações sociais de grupos (VEIGA; GONDIM, 2001), além de atuar como um reforço a compreensão das respostas dos alunos aos questionários pré-teste. De acordo com Barbour (2009), o grupo focal é qualquer discussão realizada em grupo, desde que o pesquisador motive e estimule as interações. Acrescenta que, para conduzir um grupo focal, é preciso: 1) elaborar um roteiro previamente; 2) selecionar materiais que incentivem a interação; 3) definir a composição do grupo; 4) garantir que os participantes discutam entre si, e não apenas com o pesquisador ou moderador. De acordo com Barbour (2009) é possível que se elenque categorias *a priori* no sentido que se espera que apareçam expressas nas falas dos indivíduos, mas que novas categorias podem surgir vindo a ser incorporadas a análise.

A **Observação Participante** se constituem como uma importante técnica de obtenção de dados em pesquisas qualitativas e permite aos pesquisadores uma visão holística do contexto situacional (MÓNICO *et al.*, 2017). Esta técnica proporciona que o observador participe ativa e efetivamente durante a coleta de dados envolvendo-se com o fenômeno em estudo (PAWLOWSKI *et al.*, 2016) e analisar a realidade social que o rodeia, captando demandas necessárias às mudanças (QUEIROZ, 2007). Em muitos dos casos esta técnica vem a complementar outras técnicas como a entrevista ou questionários semiestruturados. Para Kawulich (2005), a observação participante deve-se ter em mente que os objetivos não se limitam a mera descrição dos dados, mas também à identificação dos diversos sentidos que estes podem apresentar além de permitir a (re)orientação das interações. A observação participante apresenta-se de outras formas como uma investigação onde as relações entre investigador e demais agentes participantes possibilitam o registro sistemático dos dados (MARTINS, 1996; ANGROSINO, 2009; VALLADARES, 2007).

A utilização da sequência didática para a realização deste trabalho se deu por ser esta uma ferramenta de suporte teórico-metodológico que visa facilitar o processo de ensino-aprendizagem por meio da realização de um conjunto ou sucessão de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais (ZABALA, 1998) e ainda, para a sistematização de conceitos e temas dentro da biotecnologia a serem trabalhados com no intuito da construção de uma visão crítica e coletiva sobre o tema (OLIVEIRA, 2013).

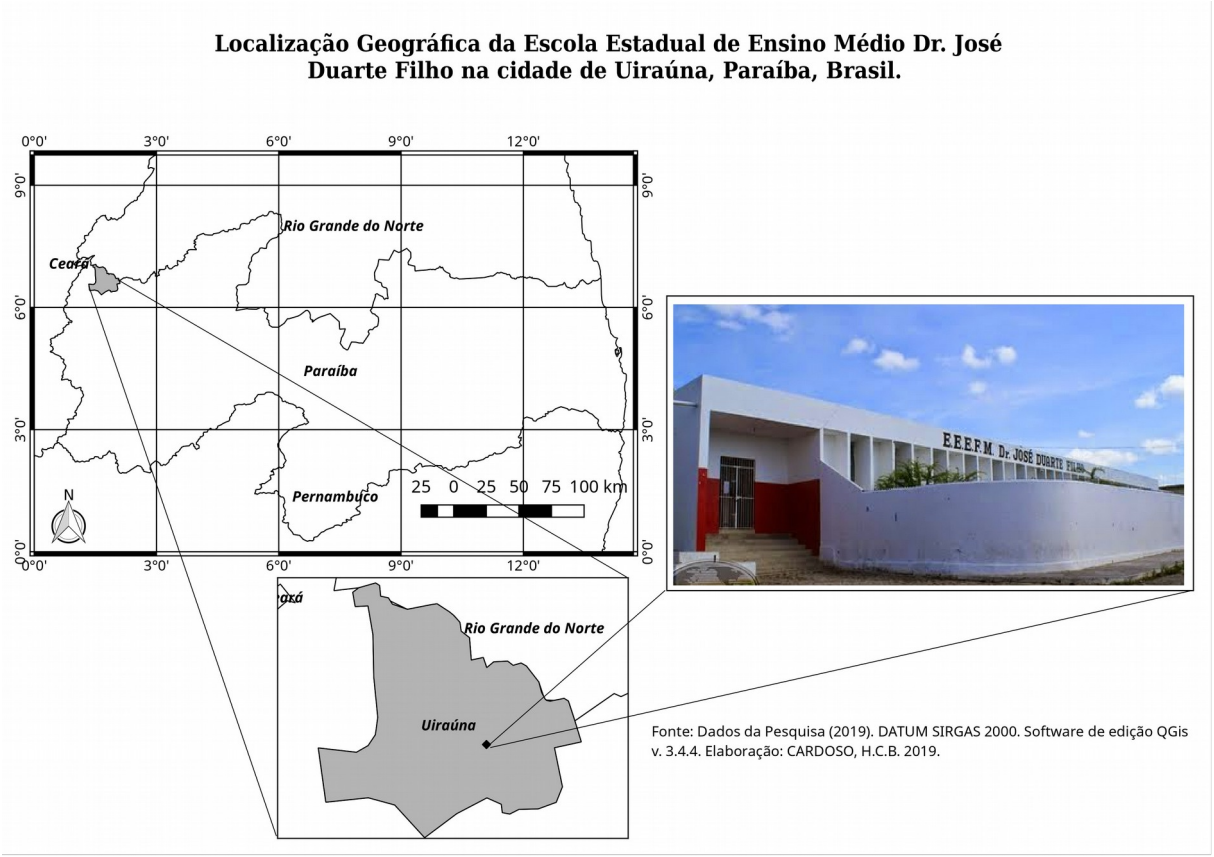
Diante da necessidade de desenvolvimento de uma visão crítica e participativa dos alunos as Metodologias Ativas passaram a compor o corpo estruturante da Sequência Didática, sendo estas as principais formas de desenvolvimento de conteúdos em oposição as metodologias tradicionais. Nessa perspectiva, a utilização de Metodologias Ativas mostrou-se coerente com as necessidades: de AC, de interdisciplinaridade, da complexidade e da contextualização, estando, tais metodologias, entre as principais correntes de pensamento que buscam romper com os atuais paradigmas educacionais.

A pesquisa buscou aspectos subjetivos da aprendizagem dos alunos, que através dos Metamodelos contribuíram para a escolha de Metodologias Ativas (MA). Tais MA se mostraram necessárias ao alcance de uma AC, voltada para ao entendimento das questões socioambientais relacionadas à biotecnologia; os objetivos específicos desta pesquisa demandaram a necessidade de utilização de uma metodologia de pesquisa flexível, que subsidiada pelas Metodologias Ativas, possibilitou a coleta e análise de dados através das diversas etapas do processo de ensino-aprendizagem.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA E DOS SUJEITOS INVESTIGADOS

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte filho na cidade de Uiraúna, localizada no alto sertão paraibano, situada na microrregião de Cajazeiras **(Figura 2)**. A referida escola tem apresentado bons índices de escolaridade de acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/ MEC), embora os índices de reprovação e de desistência tenham crescido nos últimos anos (INEP, 2018); fato que justifica o desenvolvimento dessa pesquisa que tem como uma de suas premissas a motivação e o estímulo a aprendizagem dos alunos.

Figura 2: Localização geográfica da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho, local de realização da pesquisa, durante os anos de 2018 a 2019. A direita foto da entrada principal da referida Escola.



Fonte: Dados da Pesquisa 2019.

De acordo com informações do Projeto Político Pedagógico (PPP) da referida instituição, a escola a Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho, no ano de 2018 contou com um quadro de 31 docentes, dos quais cinquenta por cento (50%) possuem pós-graduação *lato sensu* e apenas quinze por cento (15 %) possuem pós-graduação *stricto sensu* em suas respectivas áreas de atuação, sendo estas, Português, Geografia, Matemática e Biologia. A escola não possui Coordenação ou apoio pedagógico, sendo este um dos aspectos que dificulta a realização de ações pedagógicas interdisciplinares. Cabe aos professores o papel de planejamento, elaboração e execução de ações que muitas das vezes se tornam restritas as suas áreas de atuação.

A Escola contou no ano de 2018 com um número de 367 alunos, respectivamente matriculados entre os turnos: Manhã (220), Tarde (56) e Noite (91); de onde aproximadamente cinquenta por cento (50%) do alunado é residente da zona rural do município ou ainda de municípios circunvizinhos, que necessitam se deslocar através de transporte público até a escola.

A escola tem atuado nos anos com as modalidades de Ensino médio regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA) para os três turnos, sendo preciso destacar que a maior demanda de alunos encontra-se no turno diurno que atende em sua maioria, alunos com faixa etária entre 13 e19 anos, enquanto o turno noturno atua com um público adulto com faixa etária entre 18 e 45 anos.

Os grupos de amostragem, para esta pesquisa, foram selecionados a partir de um conjunto de duas turmas de Terceira série do Ensino Médio (Modalidade Normal – Período diurno) por apresentarem: níveis de cognição equiparáveis e frequências regulares (~75% de frequência anual) em anos anteriores. Tais critérios de seleção foram obtidos através do Sistema SABER[2] pelo qual é realizada a gestão e o acompanhamento escolar dos alunos (frequência, rendimento escolar, ocorrências, evasão ou retenção de estudantes). As turmas de terceiras séries referentes aos turnos da tarde e noite, foram desconsideradas por não apresentarem um número representativo de alunos com frequência regular para a amostragem.

A pesquisa envolveu duas turmas de terceira série, sendo: 3ºA – **Grupo Experimental**, na qual os conteúdos foram desenvolvidos através de ***metodologias ativas*** que compuseram a sequência didática e o 3º B – **Grupo Controle,** na qual os conteúdos foram tratados e expostos por meio de ***metodologias tradicionais*** de ensino. Fizeram parte do estudo, 52 alunos com faixas etárias entre 16 e19 anos, estando estes divididos de acordo com as turmas: Grupo Experimental, composto por vinte e cinco (25) alunos e o Grupo Controle, composto por vinte e sete (27).

3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), regulamentado pela Resolução N.º 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Os participantes da pesquisa foram informados sobre suas participações na pesquisa, declarando estarem cientes a partir dos documentos necessários ao atendimento às normas éticas: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do participante e Termo de Assentimento (TA), os estudantes menores de dezoito anos passaram a fazer parte do grupo de estudo mediante aprovação de seus pais ou responsáveis através do Termo de Consentimento

[2]Sistema para Gestão de Informações da Rede Estadual de Educação da Paraíba e para acompanhamento do desempenho escolar dos alunos matriculados na rede estadual de ensino; instituído pelo Governo do Estado da Paraíba através da Resolução SEE nº 001/2016.

Livre e Esclarecido (TCLE) dos pais ou responsáveis e a carta de anuência da Escola **(APÊNDICE A).**

Para garantir que o processo de aprendizagem não sofra depreciações, em detrimento das metodologias a serem trabalhadas, após a fase de análise dos dados foi realizada uma fase de compensação de metodologias no Grupo Controle onde foram ministradas apenas aulas a partir de metodologias tradicionais.

A presente pesquisa encontra-se validada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob o número CAAE: 93098518.1.0000.5188 e Número do Parecer: 2.843.138, desde 24 de agosto de 2018 **(ANEXO A).**

3.4 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

3.4.1 Demandas Pedagógicas em Documentos Oficiais e Análise da Unidade Temática no Livro Didático

Foi efetuado durante o início do ano letivo de 2018 um levantamento sobre as principais demandas de aprendizagem dos alunos com base no currículo escolar e em práticas sugeridas pelo Projeto Político Pedagógicos (PPP) da escola, tendo em vista a seleção prévia de conteúdos a serem trabalhados e as possibilidades de utilização das metodologias propostas pelo presente trabalho na tentativa de melhor contextualizar os conteúdos. Tal análise se fez importante, pois tendo em vista as lacunas apresentadas pelo livro didático, o Projeto Político Pedagógico da Escola assim como o Plano Anual de Ensino, visam corrigir tais lacunas por meio de atividades e ações pedagógicas de cunho participativo, com a realização da feira cultural e de ciências e de ações que envolvam toda a comunidade escolar e ainda o melhor aproveitamento dos espaços escolares.

Ainda durante a fase inicial da pesquisa, foi analisada a unidade temática do livro didático que trata sobre a biotecnologia, através do livro texto (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016), livro adotado pela escola através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2017, onde o tema biotecnologia torna-se objeto de nosso estudo, como conteúdo disciplinar passível de estudos contextualizados, interdisciplinares e de caráter investigativo. A análise da unidade temática, foi necessária para que se pudesse compreender através do texto base e dos demais recursos (imagens, exercícios, textos complementares, mídias) quais as possibilidades de suplementação de conteúdos e de

estratégias didáticas poderiam ser incorporadas ao conteúdo para se alcançar os objetivos da AC.

A obtenção de tais informações foi fundamental para a elaboração do questionário semiestruturado, sendo este construído sob o enfoque dos metamodelos e da AC, de modo que as respostas dos estudantes fornecessem um diagnóstico quanto aos principais aspectos da cognição, contextualização, interdisciplinaridade sobre o tema biotecnologia e ainda, aspectos sobre percepção, expectativas e predisposição aos estudos inovadores.

3.4.2 Elaboração e Aplicação dos Questionários Pré-Teste

Os dados obtidos a partir dos questionários foram utilizados para fins de duas análises: 1) Análise das tendências e estilos de aprendizagem dos alunos com base nas perspectivas dos metamodelos (Visual, Auditivo e Cinestésico) (VAC), a partir de uma análise temática de termos e expressões contidas no discurso dos alunos, que se remetam aos canais de comunicação mais utilizados pelos alunos e sobre os níveis de aprendizagem e 2) Análise dos níveis de AC dos alunos em relação ao tema biotecnologia a partir de indicadores de AC por meio de análise temática (BARDIN, 2010).

A elaboração do questionário incorporou as ideias de diferentes níveis de AC (KRASILCHIK, 2011) e de indicadores de AC (SASSERON; CARVALHO, 2008). Tais níveis e indicadores que através de processos dedutivos serviram como elementos norteadores das ações que foram desenvolvidas através das metodologias ativas. O questionário **(APÊNDICE B)** foi composto por 14 questões estando estas organizadas por campos de apreensões, sendo: quatro (04) questões sobre Cognição, quatro (04) questões sobre Contextualização, quatro (04) questões Interdisciplinares e duas (02) questões de Percepções de Ensino. As questões foram compostas por uma parte objetiva e uma parte subjetiva, na intenção de identificação de supostas incongruências nas respostas.

A aplicação dos questionários pré-teste deu-se em um mesmo momento para os estudantes de ambas as turmas, porém em salas separadas, evitando assim que possíveis comentários ou discussões viessem a influenciar as respostas e consequentemente nos resultados da pesquisa. A aplicação do questionário teve o intuito de verificar como os estudantes têm representados suas experiências de aprendizagem. A análise desse questionário buscou, a partir de seus discursos, identificar pistas de seus sistemas de representação mais utilizados: visual, auditivo, cinestésico (VAC) (Metaprogramas). A análise dos questionários

somada a abordagem dos grupos focais, serviu de base para a elaboração de estratégias dentro das sequências didáticas.

Na perspectiva deste trabalho, tem-se como intuito de nossa primeira análise efetuar este levantamento de dados que justifiquem ou que reforcem a necessidade e o uso de metodologias ativas no desenvolvimento de atividades sobre o tema biotecnologia, baseado nas tendências de aprendizagem dos alunos a partir do entendimento dos seus canais de representação mais significativos (Visual, Cinestésico e Auditivo)(VAC).

Antes do início da aplicação dos questionários, os alunos foram informados quanto aos termos de aceitação para participação da pesquisa, sendo este momento, de importância relevante, visto que muitos alunos relataram durante o momento e apresentação do projeto nunca ter participando de um projeto de pesquisa. Estes e outros aspectos passaram a ser levado em conta e ganharam relevância na interpretação dos resultados e na execução das próximas etapas de levantamento de dados, sendo estas: 1) o grupo focal, 2) o inventário de estilos de aprendizagem (IEA) e 3) as observações participantes.

Os dados obtidos a partir dos questionários foram transcritos em planilhas eletrônicas de modo a favorecer a análise dos resultados e as futuras análises comparativas após a aplicação do pós-teste, que foi realizada após a aplicação da sequência didática.

3.4.3 Elaboração das Sequências Lógicas e Realização do Grupo Focal

Os resultados obtidos a partir da análise dos questionários semiestruturados foram utilizados como subsídios para o planejamento da sequência lógica de pensamentos a ser conduzido durante o grupo focal **(APÊNDICE C)**. Questões que apresentaram baixo índice de resolução ou ainda aquelas sobre as quais os alunos expressaram interesse ou dúvidas frequentes foram alvo de debates mais aprofundados durante a realização do grupo focal. A sequência lógica das discussões planejadas para o grupo focal foi a mesma expressa nos questionários através dos campos de apreensões.

A execução do **grupo focal** teve como objetivo obter informações à nível de grupo de forma interativa e colaborativa, sendo tais dados também destinados às duas análises já mencionadas para os dados do questionário. Durante a realização do grupo focal o **Inventário de Estilos de Aprendizagem (IEA) (APÊNDICE D)**, foi utilizado como instrumento complementar para levantamento de dados sobre os estilos de aprendizagem sendo o teste adaptado de Jarquin, 2017.

Durante a realização do grupo focal, os alunos foram conduzidos pelo professor a discutir pontos e tópicos referentes a pesquisa a partir de um roteiro preestabelecido, de modo a reconstruir as linhas de pensamentos contidas nos campos de apreensão do questionário: cognitivo, contextual, interdisciplinar e de percepção do Ensino de biologia. Os alunos foram estimulados durante o grupo focal, através de maquetes, cartões ilustrativos (que se remetiam ao tema biotecnologia) e questionamentos relacionados às dificuldades de resolução do questionário e sobre a temática em foco.

O momento de realização do grupo focal deu-se em ambiente reservado, livre de interferências externas dando aos alunos, maior segurança e confiabilidade para a participação nos momentos de intervenção e de interação. Cada um dos grupos foi composto por cinco alunos, escolhidos de acordo com suas afinidades, de modo que tais escolhas realizadas pelos próprios alunos deu a este maior segurança para a participação de suas discussões, sem receio de repressões ou intimidação de outros colegas com os quais não tivessem tanto entrosamento.

O início de cada momento foi marcado por uma breve explanação do professor sobre o intuito do trabalho e sobre a importância da participação efetiva de todos os presentes. Após a fala do professor os momentos de discussão tinha início, sendo os mesmos orientados pelo professor que passava a assumir o papel ora de mediador ora de reorientador do foco das discussões.

Em dado momento das discussões, o professor apresentava aos alunos modelos e maquetes que refletiam a estrutura do DNA, além de cartões com imagens que se reportavam às implicações do uso da biotecnologia (Ex: Animais e plantas geneticamente modificados, Produção de Medicamentos, Teste de DNA, etc.).

Os momentos de encontro tiveram duração de 45 minutos, que totalizaram 10, tendo os estudantes divididos em grupos de 5 integrantes, sendo 5 momentos de encontros com o Grupo Experimental e 5 momentos com o Grupo Controle. O registro das intervenções foi realizado por meio de um gravador de áudio, de onde procederam as transcrições e análises das interações. A análise de trechos das transcrições foi realizada a partir do mesmo procedimento metodológico que aplicado a análise dos questionários conforme descrito abaixo.

3.4.4 Procedimentos Metodológicos de Análise de Dados

Os resultados dos questionários foram transcritos para planilhas Eletrônicas visando assim, acesso rápido e facilidade na análise dos resultados, para a reunião da análise conjunta dos dados, bem como a estatística descritiva dos dados.

Os resultados obtidos a partir do grupo focal foram transcritos e organizados em tabelas onde encontram-se descritos: 1) o turno (momento de discussão durante os diálogos, numerados sequencialmente), 2) os trechos de transcrição evidenciado pelo respectivo participante, 3) Breve análise do trecho e 4) Breve análise para indicadores e níveis de AC, destacados no texto. As transcrições seguiram as normas de formatação descritas por Castilho e Preti (1986), para manter o anonimatos dos alunos os trechos foram transcritos utilizando a codificação: **Pesquisado 1, Turma A**, que nas sequências das transcrições aparecem de forma abreviada: **P1, TA.**

As respostas dos questionários e das transcrições dos discursos do grupo focal foram analisados por meio de análise de conteúdo temática, tendo por intenção destacar o conteúdo expresso na mensagem e suas representações (GUERRA, 2014), de modo que, através da identificação de unidade de análise (SILVA; GOBBI; SIMÃO; 2004) ou unidades de registro (MINAYO, 2011) fosse possível a compreensão dos significados e interpretação dos discursos dos grupos de estudo (BARDIN, 2010; SILVA; GOBBI; SIMÃO, 2004). A análise por categorias temáticas tentou encontrar uma série de significações por meio de indicadores (unidades de registro) que foram categorizados em classes de equivalências. A análise de conteúdo seguiu as três grandes etapas descritas por Bardin (2010) sendo estas etapas: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 2010).

As questões foram elaboradas de modo a contemplar categorias que captassem informações sobre os diferentes aspectos: da cognição, da contextualização, da interdisciplinaridade, e da percepção dos alunos sobre a biotecnologia, na perspectiva de estudo dos metamodelos e ainda quanto as possibilidades de formação dentro da alfabetização científica. A análise dos questionários teve enfoque comparativo entre os campos de aprendizagem alcançados pelas turmas e entre as fases de pré e pós-teste (fase inicial e fase final da pesquisa).

Análise dos **conhecimentos prévios** dos alunos a partir dos questionários deu-se em conjunto com as análises das respostas dos questionários e ainda por meio dos diálogos realizados por meio do grupo focal.

Para a análise dos **metamodelos** dos alunos, foram levados em considerações frases e expressões que demonstraram suas preferências de aprendizagem, assim com demostrado por Vellegal (2004). Para o nosso entendimento, os metamodelos citados por Blender e Richard (1997), adaptados da gramática transformacional de Noa Chonsky (1979) evidenciam padrões de expressões presentes no discurso dos alunos que mostram uma forma simples de acessar informações relativas à forma como estes aprendem ou ainda quais canais de comunicação são mais representativos na construção dos esquemas mentais. Em nosso trabalho, os metamodelos foram utilizados como ferramentas de análise para a compreensão de conhecimentos prévios e estilos de aprendizagem. As apreensões obtidas através dos metamodelos foram o ponto de partida para a elaboração de uma sequência didática intitulada: "*Biotecnologia: Das alterações do DNA às Implicações Socioambientais*" onde buscou-se contemplar as habilidades e competências conteudistas sobre o tema biotecnologia, mas também os estilos de aprendizagem dos alunos, resguardando assim o carácter de subjetividade, necessidades individuais e de diversidade de formas de aprendizagem.

Os **níveis de alfabetização científica** foram analisados a partir das definições apresentadas por Krasilchik (2011, p.12). De acordo com a autora, assim como proposto pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), os alunos podem apresentar quatro diferentes tipos de níveis de aprendizagem sendo estes: 1) Nominal, onde os alunos reconhecem os termos, mas não sabe seu significado biológico; 2) Funcional onde os termos memorizados, mas sem completa compreensão seu significado; 3) Estrutural onde os alunos são capazes de explicar adequadamente com suas próprias palavras fazendo uso de experiências pessoais, os conceitos biológicos e 4) Multidimensional onde os alunos aplicam o conhecimento e habilidades adquiridas, relacionando-as com o conhecimento de outras áreas, para resolver problemas reais.

Foram analisados ainda os **indicadores de alfabetização científica** a partir dos indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Os indicadores foram analisados a partir de três grupos, sendo: 1) O Primeiro grupo de indicadores relacionado especificamente ao trabalho de organização de dados obtidos de uma investigação ou de atividade prática; 2) O segundo grupo de indicadores que englobam dimensões relacionadas à estruturação do pensamento que molda as afirmações feitas e as falas promulgadas durante as aulas de Ciências; 3) os indicadores ligados mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada. A análise comparativa tanto dos níveis de alfabetização quanto dos indicadores, foi de fundamental importância para que se possa avaliar se as contribuições das metodologias aqui propostas foram significativas em comparação as metodologias tradicionais.

3.5 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática, mediada pelas metodologias ativas, foi elaborada considerando as apreensões, dos metamodelos e dos níveis e indicadores da alfabetização científica, obtidos por meio dos questionários pré-teste e dos grupos focais e observações participantes, através dos quais foi possível verificar os estilos de aprendizagens, demandas de aprendizagens além de deficiências no processo de aprendizagem dos anos anteriores e corresponde a parte dos resultados desta pesquisa. Desse modo, buscou-se uma conexão entre tais aspectos e o tema Biotecnologia prevendo a adoção de modalidades didáticas diferenciadas como: Aula invertida, Rolling Play, Painel integrado, Estudo de campo, uso de Realidade virtual e Aulas práticas que compuseram uma sequência didática contendo 07 aulas geminadas de 45 minutos, incluindo duas aulas de nivelamento, elaboradas em planos individualizados **(APÊNDICE E)** registrando as metodologias e atividades avaliativas para cada aplicação, incluindo uma aula de nivelamento que foi ministrada no início da sequência didática em ambas as turmas.

A elaboração e aplicação da sequência didática foi orientada por metodologias ativas, dando ênfase aos conteúdos relacionados a biotecnologia e suas consequentes implicações socioambientais. Tais conteúdos apresentaram oportunidades de discussões éticas de cunho social, dilemas técnico-científicos, além de uma ampla diversidade de cenários e contextos onde estes podem ser debatidos de modo que tais características permitissem ao professor transpor os espaços da sala de aula, além de relacionar de forma interdisciplinar os conteúdos biológicos com outras áreas de conhecimento tangendo os aspectos sociais (LEITE, 2000; SILVEIRA, 2000), políticos e econômicos (PREMEBIDA; DE ALMEIDA, 2015), éticos (OLIVEIRA, 1998) e culturais (FERREIRA, 2003). A escolha dos conteúdos para a realização desse trabalho obedeceu à ordem de conteúdo dentro da unidade didática do livro didático sobre o tema biotecnologia (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016).

3.6 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS PÓS-TESTE

Após a realização das aulas previstas na sequência didática, os questionários pós-teste foram reaplicados para analisar qual o alcance pedagógico atingido, bem como perceber os níveis de aprendizagens desenvolvidas pelas turmas envolvidas (controle e piloto), após submetidas respectivamente a metodologias tradicionais e metodologias ativas. Informamos

que o espaço temporal entre a primeira aplicação dos questionários e a reaplicação foi de 50 dias igualmente entre as turmas.

3.7 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS RESULTADOS

A análise comparativa dos resultados teve por objetivo perceber mudanças de pensamentos ou de posturas dentro dos grupos de estudo, sendo para isso necessária a análise comparativa entre as turmas controle e turma alvo e ainda a análise comparativa entre os momentos pré-teste e pós-teste. Os resultados destas análises foram expressos através de estatística básica.

A análise comparativa realizada através da análise de conteúdo conforme proposta por Bardin (2010) teve o intuito ainda de sondar o alcance pedagógico obtido através das metodologias ativas em comparação as metodologias tradicionais tendo como parâmetro e comparação os níveis e indicadores de alfabetização científica.

3.8 ELABORAÇÃO DO PRODUTO

As informações obtidas a partir da realização dessa pesquisa serviram de base para a elaboração de um manual didático-pedagógico produzido e que está disponibilizado para professores de biologia das redes pública e privadas por meio do site “Biologia Ativa”. Disponível em: <www.biologiaativa.com>. A criação do portal tem objetivo final o compartilhamento das ações pedagógicas, das ferramentas teórico-metodológicas, das metodologias ativas e da sequência didática desenvolvida por esta pesquisa.

O portal foi criado a partir do sistema WordPress, uma ferramenta de auto-hospedada para gerenciamento de conteúdo gratuito e de código aberto. O registro do domínio a partir do provedor HostGator e a contratação de hospedagem foi realizada a partir do site Umbler.com.

4 A ANÁLISE NECESSÁRIA A ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA DA UNIDADE TEMÁTICA DO LIVRO BASE SOBRE BIOTECNOLOGIA

O conteúdo de biotecnologia na obra em estudo apresenta-se descrito em um único capítulo – que denominamos de unidade didática – a qual está inserida dentro um capítulo denominado: "A genética depois de Mendel", embora a temática seja tratada ao longo de outras unidades nos três volumes através de textos complementares, diferente de outras obras em que o conteúdo é exposto em mais de um capítulo como na coleção Biologia em contexto dos autores Amabis e Martho (2016). De acordo com Nascimento e Alvetti (2006), a biotecnologia ainda não possui um lugar de grande reconhecimento em coleções didáticas, visto ser este conteúdo, descrito de forma bastante sucinta nos livros didáticos. Os conteúdos abordados são em sua maioria os conteúdos clássicos da biotecnologia, não abrangendo novas áreas de conhecimento, ou explorando novas técnicas de edição de DNA como o CRISPR.

Por estes e por outros aspectos se pretendeu analisar a unidade temática do livro "Biologia hoje" (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016) de forma comparativa como outras duas obras: "Biologia em Contexto" (AMABIS; MARTHO; 2016) e "Ser protagonista: Biologia"(BANDOUK *et al.*, 2016) a partir dos Parâmetros de avaliação do Livro Didático: Orientação pedagógica; Conhecimentos e abordagens metodológicas; Indicadores à pesquisa e reflexão; Cidadania, ética e cultura (contextualização).

Ao analisar as unidades temáticas dos livros três didáticos, podemos notar que este apresenta diferentes estratégias didáticas com o intuito de diversificar a aprendizagem por parte dos alunos, sem, no entanto, desconsiderar o papel do professor como mediador deste processo de aprendizagem. As obras citam em seu manual do professor, as concepções construtivistas, tendo como principais ponto de destaque as teorias epistemológicas do suiço Jean Piaget (1896-1980), a teoria sócio construtivista do russo Lev Vygotsky (1986-1934) e a ideias de aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008).

Ao longo de sua abordagem teórica o volume 3 da coleção "Biologia Hoje" (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016) apresenta de forma descritiva o uso e a importância de técnicas biotecnológicas e suas principais aplicações, no entanto, as discussões das implicações socioambientais são encontradas apenas no tópico relacionado produção de OGM de forma restrita. As outras coleções analisadas (AMABIS; MARTHO; 2016; BANDOUK *et al.*, 2016) foram um pouco além discutindo questões relacionadas à: doping

genético, consequências do melhoramento genético, e alterações genéticas humanas, evidenciando assim um caráter de AC expressos desde os seus textos bases e leituras complementares.

Nas três obras analisadas, as unidades temáticas referentes a biotecnologia, apresentam desenhos e esquemas que facilitam a compreensão dos assuntos tratados. A organização entre as imagens reais (ex: imagens de microscópio eletrônico) e os esquemas facilitando a compreensão entre a estrutura real os esquemas que são utilizados para mediar a compreensão de estruturas e processos abstratos. Fonseca e Bobrowsky (2006), destacam não haver grandes diferenças entre as imagens utilizadas pela coleção e outras, de modo que o padrão de imagens e de representações são equivalentes quanto a sua função de complementação do conteúdo teórico.

Outro fator importante é que as imagens de esquemas e processo biotecnológicos favorecem a discussão e o debate sobre a utilização de técnicas, no entanto parte deste tipo de abordagem passa pelo tipo de modalidade didática a ser selecionada pelo professor para o desenvolvimento do tema. Para (COUTINHO; SOARES, 2010), quando associadas a linguagem verbal, as imagens atuam como elementos vitais na comunicação dos conhecimentos científicos.

Em seu trabalho sobre a inserção do tema biotecnologia nos livros didáticos de biologia Fonseca e Bobrowsky (2006), destacaram que na maioria das coleções didáticas as questões propostas não são apresentadas de forma problematizada, o que na visão deste e de outros autores não contribui para a ampliação das ideias científicas levando os alunos a aprendizagens pouco significativas. As três obras analisadas apresentam além do texto teórico e das imagens que auxiliam no entendimento do tema, elementos adicionais que auxiliam no planejamento e no desenvolvimento do tema, sugestões de recursos de multimídia (AMABIS; MARTHO; 2016) e sugestões de documentários e de leituras complementares (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016; BANDOUK *et al.*, 2016).

As três obras analisadas apresentam em seu manual do professor um rico arcabouço teório composto por seções que estão destinadas ao entendimento da obra e ao planejamento das atividades, tendo em vista os preceitos educacionais sob os quais o livro foi estruturado levando em consideração os documentos oficiais (Ex: LDBEN, PCN, PCN+, etc.) que regulamentas e orientam a prática do ensino de biologia.

Apoiado pelas visões dos PCN e PCN+, os autores descrevem a interdisciplinaridade como uma visão do mundo, propiciando ao aluno uma formação mais ampla e consciente, que lhe possibilite uma atuação cidadã frente a diversidade de situações complexas, sociais,

econômicas e ambientais. O autor descreve que os questionamentos e textos introdutórios de cada uma das unidades são uma forma de estimular o debate e a busca por evidências em outros campos de conhecimento, despertando o conhecimento dos alunos por meio do convite ao aprofundamento de seus conhecimentos por meio de dicas de pesquisa ao longo do texto. Tais textos são uma forma de situar os alunos sobre os avanços e perspectivas do uso das biotecnologias e como estas afetam a sociedade como um todo (SILVA, 2006).

A proposta pedagógica das três obras analisadas estão embasadas nas teorias construtivistas de ensino-aprendizagem, assim como mencionando anteriormente, entretanto apenas na obra "biologia hoje" (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016; BANDOUK *et al.*, 2016) a construção do texto base, não possibilitam ao professor adentrar em assuntos que remetam o aluno a temáticas sociais e que deste modo o conduza a AC. A apresenta um têm um foco descritivo não apresentando propostas diferenciadas de exploração do conteúdo, onde possam ser colocados, por exemplo, um enfoque do ensino por investigação, ou de aprendizagem baseada em problemas ou ainda um enfoque de metodologias ativas.

Enquanto as obras "Biologia em contexto" (AMABIS; MARTHO; 2016) e a "Ser protagonista: Biologia" (BANDOUK *et al.*, 2016) apresenta temas contemporâneos que envolvem conhecimentos biológicos articulados a outros campos de saberes, direcionando as discussões para outras áreas de conhecimento de forma contínua; a obra "biologia hoje" (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016; BANDOUK *et al.*, 2016) apresenta três seções de textos "História da ciência", "Biologia e Sociedade" e "Biologia e ética", que auxiliam o aluno a situar-se sobre os conteúdos, mas que para alunos em fase de aprendizagem podem parecer desconexos e sem relação com sua realidade. Embora tais textos sejam importantes ao que ser refere a elementos da unidade que contribuam para a interação do aluno como o conteúdo teórico, este apresenta um teor mais informativo que formativo., mas que ainda são insuficientes para que se possa afirmar que tais textos apresentem abordagens interdisciplinares, que contribuam para a formação de posturas e que prepare os alunos para uma atuação nos espaços socioculturais.

Quanto ao quesito atividades propostas, as três obras analisadas apresentam questões discursivas ou propostas de trabalhos em grupo que sugerem um maior aprofundamento sobre determinados temas, incentivando a pesquisa bibliográfica, o trabalho em equipe e a participação dos alunos. No entanto, as obras "Biologia em Contexto" (AMABIS; MARTHO; 2016) e "Ser protagonista: Bioligia"(BANDOUK *et al.*, 2016) apresentam um banco de

questões bem mais extenso, contribuindo desta forma para as discussões e para o entendimento das aplicações da biotecnologia em outras áreas de conhecimento.

Foi possível observar ainda que o itinerário pedagógico proposto pela unidade didática da obra "biologia hoje"(LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016; BANDOUK *et al.*, 2016) em comparação como as outras obras, não oferece ao aluno oportunidades de compreensão do tema biotecnologia de modo a desenvolver habilidade de AC, ou ainda, que possibilitem ao aluno o seu protagonismo como agente construtor de aprendizagens. O livro passa a tratar o conteúdo de forma resumida não abrindo espaço para que o aluno possa pensar o papel das ciências biológicas, o rigor científico ou ainda, sobre as questões éticas, contido nos conteúdos relacionados a biotecnologia. O livro apresentar uma proposta conteudista não possibilitando o aluno uma análise de pontos históricos relacionados ao conteúdo ou ainda uma contextualização com suas vivências.

4.2 CONHECIMENTOS PRÉVIOS E CAMPOS DE APREENSÕES OBSERVADOS NAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES DOS GRUPOS: "EXPERIMENTAL E CONTROLE"

4.2.1 Abordagens Vinculadas ao Aspecto Cognição

Em relação à ***QUESTÃO 1 – Você entende o que é DNA?*** Os alunos de ambas as turmas apresentaram em sua maioria, descrições acerca do DNA em que podemos perceber um nível de alfabetização científica nominal. Aproximadamente 78% dos alunos em ambas as turmas, conceituaram o DNA como sendo um teste, ou ainda como um exame de paternidade, sendo esta a aplicabilidade mais evidente descrita pela maioria dos estudantes. Dos alunos que apresentaram resposta, apenas uma parcela dos investigados apresentou um conceito onde esteve expresso um nível de AC funcional, esta parcela (13%) do alunado descreveu o DNA, de fato o que seria o DNA, como uma estrutura molecular ou celular com a função de determinação de características. Quando considerados aqueles que afirmam não saber o que é DNA, estes totalizam 21, 26%.

Pode-se perceber, a partir dos trechos abaixo, que mesmo de forma pouco esclarecida a maior parte dos alunos está imprimindo em suas respostas, aspectos da aplicabilidade tanto biológica (função do DNA na célula) com uma aplicabilidade prática (A sua utilização em testes de DNA) ao conceito biológico, evidenciando um nível de AC funcional.

> No DNA estão armazenados os genes, que dão determinadas características aos seres vivos como cor dos olhos e dos cabelos (P3, TA).
> DNA é utilizado para identificar a paternidade, ou pode ser utilizado para identificar o material genético (P4, TB).

No entanto, há que se mencionar que em alguns destes casos, os alunos literalmente confundem o conceito de DNA com as suas aplicabilidades práticas.

> O DNA é um exame que você faz para descobrir o tipo de sangue que você tem. (P1, TA).
> Bom, professor meu entendimento sobre DNA é que este teste de DNA serve para você saber se a filha é sua mesma. (P2, TB).

De acordo com Pedrancini, *et al* (2007), os alunos podem muitas vezes se apropriar das palavras, mas não dos conceitos; resultando naquilo que a autora denomina de pseudo-aprendizagens e que nessa pesquisa passamos a caracterizar como um nível de alfabetização nominal (KRASILSHIK, 2005).

Durante a análise da ***QUESTÃO 2 – Você sabe o que é biotecnologia ou Engenharia Genética?*** Uma pequena parcela dos alunos nas duas turmas respondeu de forma afirmativa, quando questionados sobre o que é biotecnologia (31,11%), no entanto nem todos os alunos apresentaram uma definição correta para biotecnologia, conforma também observado por Pedrancini *et al* (2007). Os demais alunos apresentaram respostas, incoerentes ou ainda onde consideraram a biotecnologia como apenas uma junção ou mistura de duas áreas distintas, assim com descritos nas citações abaixo, não apresentando, no entanto, nenhuma finalidade para tal associação entre as áreas.

> Creio que seja o estudo biológico juntamente aos meios tecnológicos (P2, TA).
> Sim, eu já ouvi falar dessa biotecnologia é um estudo que mexe com a sociedade e a tecnologia, fazendo com que eles cada vez mais cresça em conjunto (P3, TB).

Embora tenham respondido de forma afirmativa quando levados a expor seu conhecimento sobre o assunto percebe-se que os alunos ainda não detêm informações necessárias para apresentar uma definição do que seria a biotecnologia, ou ainda das suas aplicações para a sociedade.

Com relação à ***QUESTÃO 3 – Com relação à importância da biotecnologia para a melhoria da qualidade de vida das sociedades modernas, você considera a biotecnologia. Dado o grau de importância de sua resposta, como a biotecnologia pode contribuir para o***

bem-estar humano? pode-se perceber, nas citações abaixo, que a maior parte dos alunos consideram o DNA, importante (60%) ou muito importante (30,81%). Tais alunos descreveram que o conhecimento sobre o DNA é importante para o avanço da sociedade, e para o bem-estar humano e de outros seres vivos, para o tratamento de doenças e epidemias, para a produção de alimentos, bem como, para o avanço da genética.

> Não sei se estou errado, mas com a biotecnologia podemos aumentar a produção de alimentos, e combater as epidemias. (P1, TA).
> Pode contribuir para o estudo aprofundado da genética como algumas doenças se comportam no nosso sistema. (P5, TA).
> Contribui para o avanço na ciência e melhorar de forma ampla a vida dos seres vivos. (P11, TB).
> Acredito que qualquer ciência é muito importante para a humanidade e a biologia o estudo do corpo humano é bastante importante em questões de bem-estar e tratamento de doenças (P15, TB).

Em trabalhos como os realizados por Bossolan *et al.* (2005) os alunos demonstram desconhecimento quanto a vários conceitos relacionados a biotecnologia, assim como observado nas análises preliminares dessa pesquisa, o que reflete um cenário atual de boa parte dos alunos que estão concluindo o ensino médio. No entanto, tal informação não pode passar despercebida pelo olhar do professor, para Klein e Laburú (2012), o professor deve privilegiar singularidades presentes na estrutura cognitiva de cada indivíduo, no intuito de tornar a aprendizagem significativa.

4.2.2 Abordagens Voltadas à Contextualização

A análise dos scores de cada umas das técnicas apresentadas na **QUESTÃO 4-** ***Quanto as técnicas de biotecnologia e de engenharias genéticas listadas abaixo, assinale o quadro ao lado, quanto ao seu grau de compreensão sobre cada uma das técnicas.*** Apenas pequena fração desses alunos respondeu que conhecem e sabem descrever, porém não sabem sua aplicação, enquanto que o número de alunos que demonstraram conhecer as técnicas, suas aplicações e implicações para a sociedade é mínima dentre os alunos entrevistados.

Para Bossolan *et al.* (2005), muitas das concepções que os estudantes apresentam são as principais ideias veiculadas pela mídia e não oferecem suporte científico para que estes alunos passem a se posicionar diante de questionamentos básicos. Tais respostas nos servem como subsídio, ou ainda como ponto de motivação para a elaboração de aulas que visem a ampliação da compreensão da biotecnologia de forma mais ampla, possibilitando assim que

os alunos possam alcançar níveis de alfabetização mais elevados e que estes tenham condições de participação em debates que envolvam tais assuntos.

Os resultados das análises da **QUESTÃO 5 –** ***Você concorda com a alteração do genoma (genética) de organismos (ORGANISMOS MODIFICADOS GENETICAMENTE) para melhorar qualidade de vida da espécie humana?*** 51,78% dos estudantes preferem não opinar, pois se consideram despreparados para opinar sobre o assunto, enquanto uma parcela bem menor (29,11%) por outro lado concordam com as manipulações genéticas, mas, não apresentam argumentos que demonstrem um conhecimento mais amplo sobre o assunto.

Os alunos que discordaram totalmente usaram o argumento de que não há necessidade de modificações no código genético. Aqueles que argumentaram que apenas discordam, utilizaram argumentos que consideraram as modificações genéticas um risco para a saúde humana, um processo que vai contra o natural. A grande maioria dos alunos respondeu que não argumenta nem a favor ou contra por não saber sobre o assunto, por não ter conhecimento sobre o tema. Trabalhos como os de Leite (2000) e Premebida e Almeida (2010), discutem que, embora a biotecnologia tenha trazido vários avanços principalmente ao campo da medicina, a preocupação com os "riscos" a saúde e ao ambiente ainda se fazem presente e estas se fazem visíveis no posicionamento de parte da população. Desta forma, representa um tema emergente a ser tratado junto aos jovens de modo contextualizado, com as informações cientificamente corretas, e que representem um conhecimento pertinente para atuarem na sociedade. As metodologias ativas terão papel preponderante, neste aspecto, pois contribuirão para envolvê-los nos estudos sobre o tema, buscando respostas às questões do seu cotidiano e, assim, serem protagonistas de suas aprendizagens.

Quanto ao nível de alfabetização, as respostas indicaram um nível que se encontra entre o nominal e o funcional, visto que os alunos, em sua maioria, apontaram expressamente não conhecer sobre o assunto ou ainda, que não apresentam uma completa compreensão de seu significado. É preciso lembrar que questões que apresentam erros conceituais evidenciam uma falha na compreensão dos conceitos, sendo neste caso considerado dentro do nível de AC funcional. Por outro lado, aqueles alunos que não se posicionam nem a favor e nem contra apresentam respostas que evidenciam um nível menos aguçado de AC. Este cenário revela o grau de superficialidade com o qual os temas complexos são tratados no âmbito escolar. Demanda desta realidade um compromisso docente em buscar modalidades didáticas que facilitem a compreensão de termos, bem como que ajudem aos alunos a conceberem temas como a biotecnologia como algo inerente às nossas rotinas de consumo, cuidado, reflexão e criticidade, quando a qualidade de vida é o foco da humanidade.

Ao serem questionados sobre a possibilidade de reviver espécies extintas durante a **QUESTÃO 6 –** ***Qual a sua opinião sobre a possibilidade de "REVIVER" Espécies extintas por meio de técnicas biotecnológicas?*** Os alunos apresentaram opiniões divididas onde 47,78% dos alunos concordaram com algumas ressalvas, ao passo que 15,56% concordam totalmente com a possibilidade, o percentual restante encontra-se dividido entre aqueles que não argumentam (23,11%) e aqueles que discordam com a possibilidade. Alguns dos argumentos utilizados por aqueles que não aprovam a possibilidade de reviver espécies extintas, argumentaram ser um risco para as espécies atuais, principalmente para a espécie humana. Os argumentos a favor de que espécies extintas sejam revividas variaram desde o simples argumento de que seria algo fantástico às questões ecológicas.

> Concordo, pois as espécies que foram extintas em sua maioria foi por conta da intervenção humana, ou seja, a consequência foi a extinção de espécies. (P4, TA).
> Concordo totalmente, pois assim aumenta o número de espécies existentes na natureza, consequentemente um maior número de espécies. (P6, TB).
> Apesar de poder afetar o ecossistema trazer novas espécies a vida nos daria a oportunidade de estudar e conhecer de uma forma mais abrangente o nosso passado (P9, TB).

Apesar de integrar e inserir em seus argumentos aspectos mais amplos como as causas ambientais nos quais os alunos reconhecem o homem como agente interventor e causador de modificações, a maior parte das respostas apresentadas pelos alunos ainda não deixa evidente um conhecimento mais aprofundados quanto às implicações que a utilização das biotecnologias e da engenharia genética pode exercer sobre o ambiente. É possível perceber que assim como descrito por Nunes (2001) e Sandler (2014), há ainda nas concepções dos alunos sobre esta temática um conhecimento pautado mais propriamente em "histórias edificantes", do que conhecimentos verdadeiramente científicos.

No tocante à ***QUESTÃO 7 – Você considera que a biotecnologia (Ex: Clonagem), sofre influências das diferentes sociedades e culturas humanas?*** sobre a influência das sociedades modernas sobre a utilização das biotecnologias, a maioria dos alunos (57,19%) considera que a sociedade não exerce influência na utilização ou liberação de tais técnicas, enquanto uma parcela menor (35,11%) considera que a sociedade influencia na utilização ou liberação de tais técnicas, o restante da população (7,11%) de alunos não apresentou resposta para este quesito.

Ao tomarmos o argumento científico, vê-se que praticamente metade (50,37%) não tem nenhum posicionamento quanto a questão. Quanto àqueles que apresentaram uma

resposta positiva para o questionamento (32,07%) estes apresentaram respostas que se caracterizam em um nível de AC entre o nominal e o funcional. Alguns desses alunos apresentam como algumas das principais frentes de resistências às culturas e religiões rigorosas. Bem como descrito por Leite (2000), apresentaram uma boa aceitação quanto ao uso das técnicas de clonagem, mesmo diante dos riscos apresentados, mesmo para a população Europeia considerada pelo autor como mais filosófica, tecnofóbica e desconfiada de seus representantes.

É evidente que a grande maioria ainda não está preparada para participar de debates sociais sobre o tema, o que mais uma vez, serve como ponto de partida para a elaboração e execução de práticas metodológicas que venham a preparar estes alunos para o exercício de cidadania.

Quando questionados sobre o conhecimento acerca de produtos transgênicos em sua alimentação na ***QUESTÃO 8 – Você saberia dizer se sua alimentação contém organismos geneticamente modificados (OGM)?*** os alunos demonstraram não conhecer ao certo o que viriam a ser os OGM. Aproximadamente 60% dos alunos responderam não conhecer o que são produtos transgênicos e ainda não saber quanto ao consumo destes em sua alimentação, enquanto 40% afirma conhecer o que são alimentos transgênicos. No entanto, quando solicitados que descrevessem item de sua alimentação que contenham organismos modificados, estes demonstraram não conhecer o real conceito destes. Alguns alunos apontaram alimentos em conserva, coca cola, ovos como alimentos geneticamente modificados. Dados similares foram descritos por Pedrancini *et al*. (2008), em que 40% dos alunos entrevistados apontaram não conhecer e 34% descreveram apenas a soja e o milho como itens de sua alimentação que continham transgênicos.

Deste modo, é possível afirmar que as respostas apresentadas contêm erros conceituais quanto ao entendimento dos alunos sobre o que são de fato OGM. Pode-se perceber também que os alunos confundem os processos de industrialização com modificações a nível genético. Também confundem a utilização de agrotóxicos e os processos de adubação como sendo oriundos de técnicas de engenharia genética. Tais erros encontrados nas respostas relacionadas aos OGM denotam erros conceituais do processo de apreensão de conhecimentos. É preciso lembrar que os alunos ainda não tiveram aulas sobre o conteúdo e que todas as informações obtidas ou fornecidas por estes alunos são provenientes de conhecimentos não formais obtidos através das mídias, de redes sociais, ou ainda de conteúdos relacionados a estes em aulas anteriores, informações semelhantes também foram descritas nos trabalhos de Pedrancini *et al*. (2008), Pedrancini, *et al* (2007) e Bossolan *et al.*

(2005), em que a base conceitual das respostas apresentadas pelos alunos são oriundas de informações difundidas através das mídias.

4.2.3 Abordagens na Perspectiva Interdisciplinar

Em relação à ***QUESTÃO 9 – O uso de técnicas de biotecnologia e de engenharia genética despertam discussão em diferentes campos do conhecimento humano. De acordo com seu entendimento sobre o assunto, assinale no quadro abaixo as discussões que você considera que estão relacionadas as técnicas de biotecnologia apresentadas.*** E aos conhecimentos prévios dos alunos sobre o que estes poderiam relacionar a biotecnologia aos serem questionados sobre quais aspectos estes consideram que de algum modo se relacionam com as técnicas mencionadas os mesmos aparentemente dão ênfase a apenas dois aspectos: ético e social. Para Leite (2010), que aponta a sociedade com despreparada para participar de debates sociais e políticos sobre o tema, pois estes apresentam desde de um desconhecimento de conceitos básicos às implicações que tais aplicações da biotecnologia podem promover. Deste modo, pode-se deduzir que os aspectos expressos pelos alunos apresentam limitações de abrangência e de implicações das técnicas de biotecnologia. Aspectos como político, religioso e filosófico são praticamente desconsiderados pela maior parte dos alunos.

Ao discutirem na ***QUESTÃO 10 – O uso de técnicas de biotecnologia poderia se tornar futuramente uma ameaça a espécie humana?*** As possibilidades de em um futuro muito próximo a biotecnologia se tornar uma ameaça a espécie humana, a maioria dos alunos responderam negativamente (78%), entretanto uma parcela significativa deste percentual não apresentou justificativa ou resposta do porquê argumentam negativamente (58,22%). Daqueles que responderam de forma positiva apenas 22,22% dos alunos apresentam um nível de AC onde os mesmos não sabem argumentar a favor ou contra, pois os mesmos afirmam não ter conhecimento sobre o assunto. De modo semelhante, Pedrancine (2008), descreve com grande dificuldade os alunos conseguem apontar alguns dos principais riscos apresentados por técnicas biotecnológicas, em que os entrevistados apenas descrevem os riscos à saúde apresentado pelos OGM.

Alguns dos alunos consideram a biotecnologia perigosa e ainda que está poder ser utilizada de forma inadequada. Alguns desses alunos lançam mão das experiências vivenciadas pela ficção científica para apoiar os seus argumentos.

> A biotecnologia para mim é muito perigosa, o conhecimento dela em mãos errada pode causar desde atentados, as armas químicas em guerras. (P10, TA).
> Poderia surgir um vírus mortal possivelmente um apocalipse zumbi talvez, doenças onde os antibióticos não funcionem mais (P17, TB).

O serem questionados sobre o conhecimento prévios sobre a lei de biossegurança; ***QUESTÃO 11 – Você tem conhecimento de que trata a Lei 11.105 de 2005, a Lei de biossegurança?*** *O*s alunos demonstraram total desconhecimento sobre esta ferramenta jurídica voltada para a regulamentação e do uso de algumas das ferramentas e técnicas da biotecnologia e da engenharia genética. 100% dos alunos descreveram não conhecer a lei ou nunca ter tido conhecimento sobre algum dispositivo jurídico que estivesse relacionado a este tema. Estes resultados apontam não somente o distanciamento entre o tema biossegurança e os livros didáticos de biologia assim como demonstrado por Costa *et al.* (2008), mas também para a necessidade de se trabalhar como os alunos de forma contextualizada de maneira que os mesmos possam ter condições de discutir sobre estes assuntos futuramente no exercício de sua cidadania, desviando-se do cenário no qual o ensino de ciência era dogmático e voltado para cientistas como aponta Fourez *et al.* (1997).

Durante a análise dos resultados da QUESTÃO 12 – ***O Melhoramento genético pode ser considerado benéfico e ao mesmo tempo prejudicial ao meio ambiente?*** Uma parcela considerável dos alunos (56%) não argumenta sobre os benefícios e malefícios do uso de técnicas biotecnológicas, argumentando não saber ou não conhecer suficientemente sobre o tema. Outra parcela dos alunos (33%) concorda que o melhoramento genético de espécies pode causar danos ao ambiente ao mesmo tempo em que causa benefícios, alguns destes alunos consideram que há tantos os benefícios como os malefícios e que estes podem ser bem maiores do que os resultados positivos. No entanto, nenhum dos alunos conseguiu relacionar o conteúdo da pergunta à causa ambiental de fato.

Apesar de considerações de que após as modificações os OGM, estariam sujeitos a novas modificações que trariam prejuízos ao ambiente; os alunos não conseguiram descrever ou exemplificar que tipo de danos isto poderia ocasionalmente aparecer. Segundo Prado e Figueiredo (2016), um número pouco expressivo de alunos passaram a posicionar-se quanto a aplicações de técnicas de melhoramento genético de espécies vegetais, mesmo após serem submetidas a exposição dos conteúdos.

As respostas apresentadas pelos estudantes, embora analisadas nesta seção de forma preliminar corrobora com resultados e considerações de pesquisas anteriores, em que foram demonstradas um nível de informações bastante superficial por parte dos alunos acerca do tema

biotecnologia. Características peculiares de tais apreensões foram importantes para que fosse possível a associação destas com as ideias e preceitos da Alfabetização científica a ser consideradas na elaboração da sequência didática para aplicação das metodologias ativas.

4.3 APREENSÃO DOS INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

4.3.1 Apreensões no Campo Cognitivo

Ao serem analisados os resultados dos questionários e do grupo focal para as questões cognitivas nas duas turmas, pode-se perceber que ambas apresentaram níveis de alfabetização científica equivalente, sendo tal afirmação evidenciada pela caracterização das respostas apresentadas pelos alunos. Nas quatro questões destinadas a verificar os campos de conhecimentos prévios, descrição e aplicação de conceitos relacionados à biotecnologia, em ambas as turmas foi possível observar que apenas uma pequena parcela dos alunos, conseguiu apresentar um conceito ou uma definição para DNA.

De modo geral, tomando como base alguns dos preceitos da AC, foi possível perceber que os alunos demonstraram pouco conhecimento acerca dos conceitos básicos adquiridos em anos anteriores e que os remetesse ao tema biotecnologias. Para os alunos, o conceito de DNA, não parece estar bem definido, evidenciando possíveis falhas dentro do processo de ensino aprendizagem, dificultando assim, que estes atinjam nível de alfabetização mais elevados.

Uma parcela considerável dos alunos relatou conhecer e saber o que é o DNA, porém não sabem descrever de forma consistente o que viria a ser o DNA. Evidenciando um nível de alfabetização científica nominal, onde reconhecem o termo, mas não conseguem conceituá-lo ou relacioná-lo a eventos e processos biológicos. Mesmo diante da instrumentalização utilizada durante a realização do grupo focal os alunos apresentaram dificuldade em descrever a molécula de DNA, não conseguiram elaborar um conceito ou chegar a um consenso sobre que termos utilizados para descrever a estrutura.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), conhecer os conceitos científicos, consiste em um dos principais eixos estruturantes da AC e que devem servir de apoio às idealizações e planejamento e ações que visem a AC. Desse modo, podemos argumentar que a aprendizagem de conceitos básicos é fundamental para que se possa dar continuidade a qualquer trabalho na perspectiva da AC.

Há aparentemente uma confusão entre os conceitos e termos que os alunos tentam definir, demonstrando uma dificuldade não somente de termos e conceitos relacionados ao tema, mas também da própria escrita, o que diretamente dificultou a resolução de algumas questões do questionário. As mesmas dificuldades se mostraram presentes durante o grupo focal (**Quadros 1-2**).

Quadro 1 - Recorte das apreensões no campo cognitivo feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Cognitivas – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Breve análise**	**Apreensões da AC**
1	**Professor:** O quê que vocês entendem por DNA? O que é DNA para vocês?	Professor inicia o diálogo.	
2	**Aluno 1:** Como eu já disse *são informações que passam do pai e da mãe para a criança, informações como meu colega disse é hereditária*. Eu não sei se é uma célula mesmo ou uma molécula.	O aluno faz uso de conceitos biológicos mas não demonstra segurança quanto a estes.	-*Raciocínio proporcional (Pouco abrangente)* -Nível Nominal
4	***Aluno 2:*** *É tipo uma forma de identificação*! Né?	Questionamento, buscando afirmação.	Afirmação isolada
5	**Aluno 4:** É como se fosse a identidade, para saber se é da família e tal.		Afirmação isolada
6	**Professor:** Vocês tem noção, por exemplo, do tamanho do DNA?	O professor questiona sobre característica estrutural do DNA.	
7	**Aluno 2:**Não.		
8	**Aluno 1:**Do tamanho da Célula?		
9	**Aluno 5:**Eu acho que ele é menor que uma célula mesmo.	O aluno não tem certeza sobre a afirmação.	
10	**Professor:** Com relação a estrutura, de que ele é formado na verdade, esse DNA?	O professor questiona sobre característica estrutural do DNA.	
11	***Aluno 6:****Você falou que de açúcar, né?, Fosfato também.* a outra eu me esqueci.		*Seriação*
14	**Professor:** Vocês me deram alguns exemplos, como uma por exemplo de … de quê que ele serve, então ele serve como uma informação hereditária como vocês já disseram, mas ai vocês sabem como que funcionam esse DNA?	O professor questiona de forma indireta sobre a expressão do DNA.	
15	**Aluno 2:** Não.		
16	**Aluno 3: A**cho que ele é encontrado no tipo sanguíneo de cada um, é não sei.	O aluno apresenta resposta quanto ao local onde o DNA, estaria localizado	Nível Nominal;

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Durante o diálogo que se deu, o professor buscou informações prévias quanto a estrutura biológica e quanto ao funcionamento do DNA, estando este diálogo inseridos no contexto do campo cognitivo. As respostas apresentadas pelos alunos são em suas afirmações sem justificativas, que evidenciam dúvidas quanto ao uso correto dos termos e ainda quanto a real função do DNA. Tais características observadas no discurso dos alunos evidenciam níveis de alfabetização ainda em construção, onde os alunos demonstram condições potenciais para alcançar níveis mais elevados de alfabetização científica. Como apontados nos trechos onde podemos perceber processo de Raciocino Proporcional: "Como eu já disse são informações que passam do pai e da mãe para a criança, informações como meu colega disse é hereditária" (P5, TA). E de seriação ainda de forma pouco abrangente: Você falou que de açúcar, né? Fosfato também. a outra eu me esqueci (P8, TB). Para Sasseron e Carvalho (2008), a presença destes indicadores demonstra que estes estudantes encontram-se em processo de alfabetização científica, de modo que tais indicadores caracterizam não somente suas respostas mas também diferentes estágios de aprendizagem em que alguns de seus processos mentais de elaboração de ideias passam a estar evidentes.

Quanto à caracterização das respostas, foi possível perceber que na maior parte das respostas os alunos apresentam um nível de AC entre o nominal e o funcional. Os alunos conseguem com dificuldade descrever em termos biológicos a estrutura ou a natureza química do DNA, os estados em que este pode ser encontrado no interior do núcleo celular. Quase que unanimemente os alunos consideram que o DNA está restrito ao sangue, ou podendo ser encontrado apenas neste fluido corporal, semelhante aos dados descritos por Bossolan *et al.* (2005). Outro aspecto interessante encontrado nas respostas é que os alunos ao atribuírem uma aplicabilidade para o DNA, estes apenas citam os testes de paternidade e ainda para a tipagem sanguínea.

Quadro 2 - Recorte das apreensões no campo cognitivo feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Cognitivas – Turma B (Grupo Controle)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Apreensões VAC**	**Apreensões da AC**
64	**Professor:** Sobre a segunda questão o que é que vocês entendem por biotecnologia?	Professor inicia o diálogo	
65	**Aluno 02:** para mim, *a biotecnologia é uma mistura entre a biologia e a tecnologia*, como o próprio nome já dar para entender, acho que é isso.	O aluno tenta explicar a partir da etimologia.	*Raciocínio Proporcional*

Continuação do Quadro 2.

66	**Aluno 04:** *eu acho que é um estudo mais avançado da* **[que a]** *biologia,* **[e que a]** *que a tecnologia. Tipo ela antigamente não existia* esse estudo da biologia assim tão tecnológico, tão avançado acho que é isso ai…	O aluno julga ser um ramo avançado tanto pela junção das duas áreas como pela inexistência desta área anos atrás.	*Raciocínio Proporcional*
67	**Aluno 03:** *Eu acho que a biotecnologia é para estudar a genética pra tentar descobrir como curar doenças, fazer medicamentos* e tal, eu acho que deve ser isso ai.	A aluna apresenta afirmações em uma sequência	*Seriação*
68	**Aluno 01:** não sei, não lembro dessa.		
69	Aluno 05-é basicamente a biologia precisando da tecnologia e a tecnologia precisando da biologia, é… **[Pausa na fala]** com certeza recentemente a biotecnologia apareceu porque antigamente não tinha tecnologia, só isso.	A aluna expõem a biotecnologia como uma consequência inter-relação de dependência das duas áreas para	*Raciocínio Proporcional*

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ao serem questionados sobre seus conhecimentos sobre biotecnologia os alunos, apresentaram respostas inconsistentes, que se esforçaram para apresentar uma resposta, tentando através da etimologia do termo, desvendar o que esta seria. Foi possível perceber durante a realização do grupo focal que os alunos não tinham segurança nas suas respostas, sendo tal insegurança marcada pela presença da expressão *"Eu acho"* em praticamente todo o discurso dos alunos.

4.3.2 Apreensões no campo da Contextualização

A contextualização mostra-se umas das habilidades mais importantes a serem desenvolvidas durante os trabalhos de alfabetização científica. No entanto, durante as análises dos questionários, o maior número de questões em branco foram aquelas relacionadas a contextualização da biotecnologia. Mesmo durante a realização do grupo focal os alunos não conseguiram apresentar nenhuma resposta, fosse ela a favor ou contra, a temática em questão. Em muitas das questões os estudantes expressaram total desconhecimento sobre o conteúdo.

Muitas vezes, os estudantes apresentam formas de conhecimento que estão relacionadas ao seu dia a dia, no entanto não conseguem associar ou atribuir a tal aspecto de sua vivência uma relação direta com os conteúdos de biotecnologia. De acordo com Sasseron (2015), as práticas didáticas podem em alguns cenários estar ligadas a aspectos da cultura escolar, mas distantes da cultura científica, impedindo deste modo que os alunos atinjam níveis de alfabetização mais elevados. Em outras palavras é possível argumentar que estes

atinjam, porém com dificuldade o nível de alfabetização funcional, onde os alunos conseguem, mas não compreendem o seu real significado ou a sua aplicação (KRASILCHIK, 2005).

A partir do exemplo citado abaixo, ao serem questionados sobre as influências que as sociedades exercem sobre o desenvolvimento da biotecnologia, relataram tanto no questionário como durante o grupo focal que. Mais uma vez ao compararmos as alternativas de múltipla escolha contidas no questionário, alguns alunos revelaram ter marcado somente por marcar, mas que não saberia se posicionar diante algumas situações.

> —eu preferir não argumentar, nem a favor e nem contra. (P1, TA)
>
> —da mesma forma. (P3, TA).
> —na sexta questão eu coloquei que não tinha e não tenho opinião formada sobre o assunto. (P4, TA).
> —Nem eu sei por que eu marquei essa aqui. (Risos) (P5, TA).

Algumas questões sobre o uso de algumas técnicas de biotecnologia foram mencionadas pelos alunos em questões do campo cognitivo, porém quando questionados sobre a utilização de forma contextualizada os mesmos não conseguiram retomar os exemplos mencionados anteriormente, nas transcrições abaixo, pode-se perceber que os alunos acabam confundindo o uso de técnicas biotecnológicas com o uso de agrotóxicos e ainda com a ideia errônea de aplicação de formol na produção de alimentos.

> Eles mudam a genética, por exemplo aqui do peixe para aumentasse o tamanho e vender mais. No caso de alimento tem os agrotóxicos, em milhos, plantações tem muito. (P3, TA).
> Aqueles frangos, que eles aplicam aquele negócio lá, para eles crescer, pra vender. (P2, TA).
> Aplicação de formol tem muito né, também em questão de animal. (P6, TA).

Um aspecto importante das relações que os alunos conseguem estabelecer entre o conteúdo de biotecnologia com a sua realidade é a ideia de que o DNA, está relacionado basicamente com a descrição de características e ainda com a saúde humana. Segundo Barrabín e Sanchez (1996) os principais meios de comunicação, e neste caso o livro didático apresentam uma ideia bastante antropocêntrica da vida o que dificulta a compreensão por parte dos alunos de outros aspectos importantes como as implicações ambientais.

> Essa do DNA, eu sei que é para saber se é filho, se é família né, com o teste de DNA. (Pesquisado 6, Turma A)
> Eu coloquei que para mim, a gente tinha que buscar conhecimento dentro do possível para o melhor da nossa saúde. (Pesquisado 5, Turma A).

Deste modo podemos entender que os alunos entendem o DNA como importante, mas não conseguem mencionar, exemplos mais abrangentes que se aproximem de questões sociais ou de suas implicações. Não tem total conhecimento sob onde o DNA e as técnicas de

biotecnologias se incluem no meio social. Estes entendem o DNA como uma porção biológica do nosso corpo, mas que este tem apenas relações com nossas características e com implicações para a saúde humana.

Nos trechos abaixo os alunos mantêm um diálogo no qual pode-se perceber os aspectos de maior importância e os exemplos de maior relevâncias encontradas por eles para discutir as implicações da biotecnologia, no campo político e da saúde (**Quadros 3-4**).

Quadro 3 - Recorte das apreensões no campo contextual feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Contextualização – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Apreensões VAC**	**Apreensões da AC**
91	**Professor:** Então o que vocês acham que a biologia ou a biotecnologia na verdade tem a ver com a sociedade?	O professo inicia o diálogo, desta vez para reconhecimento dos conhecimentos prévios de questões do campo contextualização	
92	**Aluno 03:** *eu acho que com a economia se você desenvolve uma coisa você pode vender para outros países* então você fará a economia crescer.	O aluno relaciona a biotecnologia a economia e ao crescimento do setor financeiro.	*Raciocino lógico*
93	**Aluno 02:** – *eu acho tipo assim, que isso* **[a ideia apresentada pelo aluno 03]** *também geraria conflitos políticos** porque tipo, *se um país vai desenvolver tal coisa, o outro país também vai querer desenvolver, eles vão entrar meio que uma competição pela aquela coisa***.	O aluno aponta as possibilidades de conflitos políticos, gerando uma "corrida armamentista"	**Raciocino lógico;* ***Proporcional*
94	**Aluno 04:** – acho que **[está relacionada à]** conflitos *políticos e sociais**, *porque também tem o assunto do DNA que é muito…., assim é muito…, um pouco polêmico por questões éticas***, *tipo você não acredita numa pessoa que diz que aquele filho é seu e você querer tirar o teste de DNA dele entende?*** acho que é.	O aluno faz referência a conflitos políticos e sociais, no entanto apresenta como exemplo um caso de teste de paternidade o qual relaciona mais às questões éticas do que as citadas no início do discurso.	*Seriação **Explicação
95	**Aluno 05:** – é basicamente o que os colegas falou, é aquela coisa exemplo, se os Estados Unidos consegui fazer soldados muito bons a china vai lá e vai querer fazer melhor porque é uma disputa de poder. *Eu acho que para economia podia acontecer uma guerra também é minha opinião**, a economia também ia ser muito…	O aluno retoma a questão da competição e disputa de poder, onde o mesmo prevê uma guerra por essa disputa.	*Previsão
(...)	(...)	(...)	(...)

Continuação do Quadro 3.

98	**Aluno 01:** Eu creio que possa ajudar nas descobertas de doenças e tipo assim, nas descobertas de antídoto para ela, *porque ela num vai naquela coisa do organismo… **[pausa na fala]** DNA?,* essas coisas, então, eu acho que vai colaborar para você buscar um antídoto para uma doença, por exemplo, me dê uma ideia.	A aluna cita os aspectos relacionados a saúde como um fator social, embora de forma indireta.	Explicação
99	**Aluno 02:**—Câncer	Cita uma doença na perspectiva de descoberta de cura, complementando a ideia anterior (Turno 98)	
100	**Aluno 01:** É, é realmente, é um bom exemplo, porque a anos as pessoas vem pesquisando uma cura para o câncer que é uma doença…		
101	– Para Aids.	Outra doença é citada também na perspectiva de descoberta de cura, complementando a ideia anterior (Turno 98)	
102	**Aluno 01:** *É para Aids também, mas até agora nada foi encontrado* *, porém eu vi um **[um tratamento]** é um avanço considerável, né? Tem um tratamento, as pessoas podem controlar isso, e acho que é graças a essas tecnologias novas, sabe?!	A aluna apresenta uma explicação embora ainda apresente dúvidas quanto a utilização de termos ou ainda da existência do tratamento citado.	*Explicação Nível funcional;

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

É interessante notar que a maior parte dos exemplos mencionados é de processos e de aplicabilidades que para eles, ainda não se concretizaram e apenas estarão disponíveis a população em um futuro ainda incerto. Os estudantes consideram a biotecnologia um campo de potenciais avanços, no entanto, ainda não detêm informações e conhecimentos atualizados sobre os avanços, nem ao menos conseguem perceber em seus discursos que muitas das aplicações da biotecnologia já os alcançaram e que estes agora são parte de uma sociedade que depende de inúmeras das aplicações biotecnológicas.

Quadro 4 - Recorte das apreensões no campo contextual feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Contextualização – Turma B (Grupo Controle)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Apreensões VAC**	**Apreensões da AC**
103	**Professor:** Sobre a questão 5, vocês concordam com a alteração do genoma, ou seja, do DNA de algumas espécies para melhorar a qualidade da vida humana?	O professor dá continuidade às discussões	

Continuação do Quadro 4.

104	**Aluno 04:** *Depende, tipo, modificar uma espécie para melhorar a qualidade de vida humana, tem que ser, é bom para espécie* ***[a espécie modificada]****, tem isso aí também, né? **[Se]** *For mudar uma coisa para pior, para melhorar outra coisa, não sei se vale tanto a pena.***	A aluna apresenta uma ponderação quanto ao uso de técnica de modificação do DNA. E considera a relevância de uma melhoria em detrimento de um prejuízo a outra espécie	*Raciocínio Lógico *Raciocino Proporcional
105	**Aluno 01:** concordo, é, eu concordo **[Concorda com a ideia do colega 04]**, porque vai que faz lá uma mudança no DNA de alguém e prejudica de alguma forma alguma coisa, é sei lá prejudica a saúde daquela pessoa.	Até o momento os alunos somente mencionam a espécie humana	
106	**Professor?** No caso você tá falando dos animais?	O professor levanta um questionamento tentando investigar se estes estão considerando outras espécies no seu raciocínio.	
107	**Aluno 01:** Não, no geral.	O aluno afirma considerar várias espécies em seu raciocínio.	
108	**Aluno 04:**Dependendo da alteração acho que vale a pena, um exemplo, supor, não sei se tem como, mas *uma pessoa vai morrer, já tá prestes a morrer e não tem como salvar se tiver que alterar ela para ajudar outra, eu concordo porque ela já vai morrer mesmo.**	O aluno apresenta, mais um exemplo voltado para a espécie humana.	Raciocínio lógico
109	**Aluno 05:**Posso fazer uma pergunta para o colega?		
110	**Professor:** Pode.		
111	***Aluno 03:****E se tipo, se coloca em risco a vida dessa pessoa para salvar outra?*	O aluno levanta um questionamento ao colega colocando em evidência uma condição de risco	Raciocínio lógico
112	**Aluno 01:**Mas se ela já tá morrendo.	O aluno usa a morte eminente da pessoa como justificativa para que esta possa ser submetida a testes biológicos.	Afirmação vaga usada como argumento
113	**Aluno 02:**Não e se tiver como curar ela?		
114	**Aluno 01:**Não, eu falei: se não tiver como!	O aluno retoma sua fala enfatizando que existe uma possibilidade expressa pelo “se”	
115	**Aluno 02:**Se tivesse como o risco não valeria a pena?	O aluno indaga aos colegas, sobre as vantagens dos riscos corridos.	

Continuação do Quadro 4.

116	**Aluno 01:**Não, o risco não valeria a pena.	O colega discorda	
117	**Aluno 03:**Mesmo que ela poderia, pudesse ficar viva, continuar viva?	O aluno traz para a discussão outra condição para a suposta situação.	
118	**Aluno 01:**A que ia morrer?		
119	**Aluno 02:**Não, as duas.	O aluno questiona sobre a possibilidade de salvar as duas pessoas mesmo sob os riscos.	
120	**Aluno 01:**As duas? Não. Não valeria.	O aluno discorda	
125	**Aluno 04:**Eu acho que *se mudar o DNA de alguma coisa pode criar talvez uma doença que possa exterminar com a maioria da raça humana* porque isso pode criar vidas, e várias coisas, por exemplo criar apocalipse zumbi [...]***	O aluno relaciona as possibilidades de alteração do DNA a ficção científica.	*Raciocínio Lógico *Raciocino Proporcional
126	**Aluno 01:**Há, assim eu quero.	O aluno vê a possibilidade de surgimento de zumbis, interessante.	
127	**Aluno 05:**Tá assistindo muito seriado!	Afirmação de que o mesmo fez uma comparação indevida e fora do contexto.	
129	**Aluno 02:**Homem isso é coisa de filme, isso é ficção!	Outro aluno encerra o trecho da discussão, afirmando que tais coisas só são vista em filmes.	

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os alunos iniciam um diálogo onde, muitas coisas foram ponderadas, de modo que estes passaram a apresentar em seus discursos ideias e considerações que levaram em conta aspectos éticos e sociais, algumas das suposições são marcadas por expressões “Valeria a pena” e “não valeria a pena” “ah! isso é ficção”. De certo modo, ao final do discurso alguns concordaram que há um risco em todo o percurso e que, este, precisa ser avaliado.

Outro aspecto interessante é que os alunos passam a ponderar basicamente a condição de bem-estar da espécie humana não parecendo refletir sobre algumas das implicações da biotecnologia para outras espécies de animais e vegetais. Tais discursos também foram observados a partir de diálogo estabelecido com a turma B.

Ao ser debatido aspectos como a presença de organismos transgênicos em sua alimentação a grande maioria dos alunos demonstrou desconhecimento sobre o tema, ou

ainda, afirmaram que os organismos geneticamente modificados estão presentes, mas não sabem citar que alimentos seriam estes (**Quadro 5**).

Quadro 5 - Recorte das apreensões no campo contextual, com enfoque às concepções sobre OGM feitas acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Contextualização – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Aprenssões VAC**	**Apressões da AC**
143	**Professor:** Vou para outra questão então, na alimentação de vocês, vocês acham que tem organismos geneticamente modificados?	O professor inicia a discussão.	
144	**Aluno 05:**Sim, com certeza.	O aluno afirma ter ciência da situação	Afirmação vaga
145	**Aluno 01:**Saberia citar algum exemplo?	O professor redireciona a pergunta.	
146	**Aluno 02:** *Nos vegetais, nas frutas**, hoje em dia é tudo alterado. Coca cola, é, acho que também, não sei se tem a ver aqueles produtos transgênicos, também, né? *Também tem o negócio do frango, não sei se é verdade que tipo, eles injetam sei lá é, uma coisa neles, pra eles crescer rápido, aumentar logo de tamanho, ali tá modificando ele e tal, fazendo com que fique mais rápido o ciclo da vida dele para que ele consiga alcançar um tamanho maior pra ser vendido.***	O aluno cita diferentes grupos de alimentos, considerando-os como OGM.	*Seriação **Raciocínio Lógico Nível Nominal
147	**Aluno 04:**é isso aí eles, tipo assim, *alteram as coisas para gerar uma, é, um lucro usam a tecnologia a favor deles**, é assim, acho que enlatados são muito alterados, não? Sei lá.	O aluno estabelece uma relação entre a produção dos OGM coma a questão econômica e ao lucro de vendas	*Raciocínio Lógico
148	***Aluno 02:**enlatados são sempre produtos transgênicos eles sempre mudam o produto para que dure mais** para *até mesmo viciar a pessoa por exemplo a coca cola libera parece que é um, uma substância para que deixe você viciado.***	O aluno apresenta um argumento de que todos os produtos enlatados são transgênicos, demostrando erros conceituais sobre o que seria de fatos OGM.	*Raciocínio Lógico **Raciocínio Proporcional
149	**Aluno 01:** né a gasolina não?	O aluno questiona, de forma inadvertida.	
150	***Aluno 05:**é que a coca cola tem cafeína.*	O aluno faz uma afirmação.	*Explicação

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

É possível perceber que há uma confusão conceitual quanto ao que seria os alimentos geneticamente modificados e o conceito de alimentos enlatados ou industrializados. Os alunos apresentaram em seus argumentos muitos alimentos industrializados que estes julgam ser

OGM. Associada a tal erro conceitual os alunos confundem completamente a discussão trazendo para o contexto a presença de elementos viciantes, como a cafeína no café e ainda de forma ainda mais confusa a agentes químicos presentes na gasolina. Dados semelhantes são descritos nos trabalhos de Pedrancini *et al.* (2008) e Da Silva Carvalho *et al.* (2012), em que os participantes da pesquisa não apresentaram descrições precisas quanto ao que seriam OGM.

4.3.3 Apreensões no Campo da Interdisciplinaridade

Um dos aspectos intrigantes desta análise foi perceber que muitas das questões sobre como as biotecnologias estavam sendo debatidas dentro de outras questões, porém os alunos não conseguiram trazer para algumas discussões o foco interdisciplinar. Ao serem questionados sobre como a biotecnologia se relaciona com alguns aspectos da nossa sociedade, poucos alunos reconheceram a perspectiva econômica que está por trás da expansão biotecnológica, no entanto, ainda durante as discussões de enfoque cognitivo, que antecederam as questões interdisciplinares, os alunos expressam esses aspectos, como observados nos trechos abaixo. Para Premebida (2008) a noção, ainda que breve, do conceito de biopoder mostra-se uma ferramenta conceitual significativa ao interpretar as relações interdisciplinares entre as implicações socioambientais causadas pelo uso da biotecnologia.

> Eles mudam a genética, por exemplo aqui do peixe para aumentasse o tamanho e vender mais (P3, TA).
> Eu pego um pouco do esclarecimento da aluna 04, pela produção desse boi que a g/rente tá vendo essa situação. Eu acho que eles devem ter uma responsabilidade imensa até de fazer essas troca de DNA nessa situação aqui, porque pode, porque isso aqui é uma forma de lucrar pá ser vendido no comércio num é, então ele tem que fazer um tratamento do DNA pra ser aplicado (P2, TB).

Em relação as questões éticas um dos alunos, mencionou a falta de ética na biotecnologia como uma forma de repetir falhas que já teriam acontecido, no entanto não mencionam nenhum caso em específico, embora mencione diretamente que a manipulação do DNA é antiética.

> Isso é uma falta de ética né assim, eu acho, de um você pegar a coisa que já aconteceu e querer que aconteça tudo de novo, e mexer no DNA, esse negócio ai, de certa forma não tem ética, eu acho (P2, TA).

Ainda sobre o quesito ético, um dos alunos faz uma relação indireta com os eventos de evolução, que causariam mutações e compara com as mudanças e alterações que são realizadas de forma artificial por técnicas de biotecnologia. Ainda neste aspecto a aluna atribui as mudanças que ocorrem na biotecnologia um evento forçado e que eventualmente pode acarretar erros. Ainda nesta perspectiva de discussão um dos alunos se mostra contrário ao uso de técnicas de biotecnologia para a manipulação de DNA, que pudesse trazer de volta espécies extintas.

> Acho que antigamente essa mudança causava naturalmente e a gente forçando demais essa mudança pode dar alguma coisa errada, nem sempre mas pode causar. (P4, TA).
> Eu discordo, porque se na lei natural esses animais foram extintos, não tem porque está revivendo eles se na seleção natural ele não continuar com as espécies (P3, TA).

É preciso destacar, que o momento de interação, proporcionado pela realização do grupo focal, e pelas estratégias de mobilização do grupo foram de extrema importância para que se pudesse complementar informação sobre o nível de alfabetização científica dos alunos e ainda sobre algumas de suas tendências de aprendizagem (**Quadros 6-7**).

Através da comparação de dados foi possível obter a partir das diferentes técnicas de amostragem diagnosticar as demandas cognitivas observadas a partir dos relatos dos alunos, que evidenciam falhas de aprendizagem que necessitam ser suplementadas pelo uso das metodologias adequadas a serem propostas. Para La Luna (2015), o processo de dialogicidade entre alunos e professor é fundamental sendo entendido veículo de significação ética e humanizadora no qual consiste o exercício da educação.

Quadro 6 - Recorte das apreensões no campo interdisciplinar acerca da alfabetização científica – ac com alunos da terceira série do ensino médio turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Interdisciplinares – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Apreensões VAC**	**Apreensões da AC**
153	**Professor:** Então nessas questões elas estão falando, por exemplo, de política, de religião. Então essa primeira questão é, quais discussões nós podemos levantar com relação a biotecnologia dentro da política, da religião. Quais são algumas dessas discussões que podem surgir?	Professor inicia o diálogo	
154	***Aluno 4:*** dentro da política tem acho que…**[PAUSA NA FALA]** tem uma forma, assim, não sei explicar muito bem não, deixa eu pensar…	O aluno cita a política porém não consegue exemplificar.	Nível Nominal

Continuação do Quadro 6

155	**Aluno 03** – *Na política eu acho que influenciaria no poder, quanto mais poder mas você está apto.**	O aluno relaciona a questão com política e poder como formas de uso das biotecnologias	*Explicação Nível funcional
156	***Aluno 1:*** O uso de técnicas de biotecnologia, vocês acham que elas podem se torna uma ameaça para espécie humana?	O professor direciona a discussão para outro foco.	
157	**Aluno 05:** sim, eu acho que sim, que pode, porque como alguns *falaram aqui a questão do poder se cair em mãos erradas, com certeza, pode alterar o futuro**, pode distinguir o futuro para não se encerrar.	O aluno considera a possibilidade, no entanto não consegue sustentar a sua tese.	*Raciocínio Lógico Nível Nominal
158	***Aluno 1:*** *Como eu já falei*, por exemplo, *nas séries, segundo a teoria foi através de terrorista que plantaram um vírus mortal que basicamente ameaçou os Estados Unidos todinho na série de The Walking Dead.*	Vê-se aqui uma alusão a séries de zumbi, onde o aluno considera ser uma das formas de risco, os ataques terroristas.	*Raciocínio Proporcional Nível Funcional
159	**Aluno 04:** *eu acho que pode sim, pela modificação do DNA colher nova*…**[PAUSA NA FALA]** a gente não entende bem ainda, acho que futuramente pode sim trazer alguns problemas.	A aluna coloca em evidencia o pouco conhecimento acerca do tema, mas considera que pode sim haver riscos.	*Afirmação sem argumento. Nível nominal
160	**Aluno 02:** *eu acho que tipo assim se injetarem um vírus numa pessoa e esse vírus seja altamente contagioso, e tipo a partir de que a pessoa vai tento contato com outro esse vírus vai se expandindo cada vez mais e se o vírus for mortal vai acabar com a sociedade* já que é um vírus altamente contagioso e todo mundo vai ficar contaminado.	O aluno descreve como seria as etapas de contaminação da população através de um vírus em um ataque terrorista com armas biológicas. No entanto, percebe-se uma restrição no pensamento, como se a única forma de a biotecnologia prejudicar a vida humana fosse através de armas biológicas.	*Explicação Nível Funcional.
161	***Aluno 5:*** É já que estão falando em séries eu vou citar aqui uma série, é lúcifer, rsrsrs… *que tipo assim, tem um cara la, um cientista, ele cria lá tipo uma fórmula la de um negócio que gera uma doença na pessoa ai ele vai la bota na siringa e injeta na pessoa e gera uma doença da qual, somente ele tem um antídoto para aquilo sabe, e que tipo assim para cada forma é, de tipo de doença tem um antídoto diferente, uma fórmula diferente e então só quem ia saber era ele, isso é um exemplo da forma que a biotecnologia pode ser usado para má forma.* É um exemplo também é o desenvolvimento de [PAUSA NA FALA] *ele pode tornar um Pais como Estados Unidos e a china que eles são meios que rivais porque eles são grandes centros políticos***, e*ntão eles disputam poder dai como era antigamente a Rússia, alias, a união soviética e os Estados Unidos eles disputavam na produção de armas e acabou gerando a guerra a primeira guerra mundial e tudo mais.**	Mais um turno onde os alunos conseguem fazer uma relação do tema com conteúdos de séries de ficção científica.	*Exemplificação **Previsão

Continuação do Quadro 6

162	**Aluno 04:** *Um ponto negativo né, ou positivo, positivo para nação que descobrir ai*, é negativo, economicamente falando os antídotos é como o senhor falou ai o da aids que o senhor falou que é muito caro, *Esses antídotos assim, por exemplo cura que ainda não existe do câncer pode ser muito caro para quem precisa e pode ser bom para quem descobrir, né!?**, *pra vender, economicamente falando é bom pra quem vende e negativamente falando para quem vai precisar.***	O aluno resgata o ponto de comercialização e de capitalização de produtos de natureza biológicas, como fonte de lucro para as indústrias farmacêuticas.	*Raciocínio lógico **Raciocínio Proporcional

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quadro 7 - Recorte das apreensões no campo interdisciplinar acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões Interdisciplinares – Turma B (Grupo Controle)			
Turno	**Professor Alunos**	**Aprenssões VAC**	**Aprenssões da AC**
166	**Professor:** Com relação ao melhoramento genético vocês acham que o melhoramento genético, ele pode ser algo benéfico e ao mesmo tempo prejudicial ao meio ambiente?	O professor dá início a discussão chamando atenção a temática ambiental.	
167	**Aluno 05:** *eu sou contra totalmente, como eu falei, acho que as coisas têm que ser natural, se Deus fez assim tem que ser assim**, se tu… eu vou colocar um pouco de religião porque isso vai um pouco de religião também. *Se a pessoa nasceu com problema eu acho que Deus queria que essa pessoa nasceu com algum problema, entre aspas, porque não existe problema, só especial entre aspas***, eu acho que não deve querer melhorar, acho que deve ser como Deus fez.	A aluna defende sua opinião de que as coisas devem seguir o curso natural das coisas.	*Raciocínio lógico **Explicação
168	Com certeza, vai com suas crenças também.	Coloca-se o ponto de vista de crenças (religiosas, étnicas, etc.)	
169	***Aluno 2:*** Tu acha que assim nossa crença, não a minha não, a minha é diferente da sua.	A aluna considera que as crenças podem ser diferentes	*Raciocínio Proporcional
170	***Aluno 5:*** *Não, mas eu acredito em Deus, só.*	Afirmação da crença em Deus, o que justificaria o posicionamento anterior.	*Afirmação sem argumento [Para o pensamento anterior]
171	***Aluno 3:*** Se Deus deu essa inteligência de descobrir a cura tu acha que não servia, não?	A aluna põem em questão se as descobertas não seriam também uma vontade divina.	
172	**Aluno 2:** *eu acho que tipo assim se for para melhorar a qualidade de vida dela eu sou totalmente a favor.* Uma pessoa, por exemplo, que nasce com deficiência…	A aluna coloca condições a seu ponto de vista.	*Raciocínio Lógico

Continuação do Quadro 7.

173	***Professor:*** Só reajustar, o foco agora é meio ambiente.	O professor tenta trazer o foco da discussão para meio ambiente.	
174	**Aluno 02** – Há, pois eu não sei.	A aluna coloca-se como desconhecedora sobre o tema.	
175	***Aluno 1:*** *eu acho o seguinte que pode prejudicar tipo assim se for tirar os meios que for usar, se for tirar da natureza e for um meio* tipo ao que, é… que não vá durar tanto vai prejudicar, é destrutível pro meio ambiente.	A aluna tenta argumentar no sentido de que a biotecnologia retiraria recurso do ambiente e isso seria prejudicial.	*Raciocínio Lógico Nível Nominal
176	**Aluno 03:** *Como aconteceu em Chernobyl a fábrica* lá soltou um monte de radiação e vários animais ficaram, é, pegaram mutação** e até mesmo se criou um fungo que se alimenta de radiação.**	O aluno se pronuncia, dando o exemplo de um acontecimento onde a tecnologia afetou drasticamente o meio ambiente, citando coerentemente as mutações genéticas por causa da radiação	*Explicação **Argumentação
177	***Aluno 5:*** *E o meio ambiente ficou infectado.*	Houve uma complementação	Afirmação sem argumentação

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.3.4 Percepções dos Alunos Sobre o Ensino de Biologia

Os alunos demonstraram um grande interesse e curiosidade sobre algumas das principais técnicas de biotecnologia e de engenharia genética. Expressaram, ainda, um maior interesse por aulas práticas onde os estudantes pudessem extrair o DNA, e onde pudessem ver a sua estrutura molecular. Alguns esboçaram interesse por atividades que envolvessem vídeos sobre biotecnologia e atividade mais dinâmicas.

Ao serem questionados sobre as aulas de biologia nas séries anteriores, os alunos mencionaram, em grande parte, as carências de professores e a falta de preparo do mesmo para explicar determinados conteúdos. Os alunos relataram ter tido apenas aulas expositivas onde os professores davam uma explicação breve, seguida de resolução de exercícios. Mais uma vez, os estudantes reforçaram a necessidade de aulas práticas e discursivas, utilizando o momento do grupo focal como uma interação diferente e atrativa. Outro fator mencionado, como algo prejudicial a sua aprendizagem, foi a constante substituição de professores. A utilização de projetos também foi mencionada com os alunos, por traria mais envolvimento da turma com outras pessoas.

De modo geral, as ideias expressas pelos alunos vão de encontro com as propostas de trabalho a serem desenvolvidas pelo projeto em conformidade com as estratégias pedagógicas das metodologias ativas (**Quadro 8**). Mesmo que indiretamente as tendências de aprendizagem justificam a elaboração de ações que possam incorporar as potencialidades individuais dos alunos abrindo assim maior espaço para se tornem os protagonistas de seu processo de ensino.

Quadro 8 - Recorte das apreensões sobre as percepções dos alunos sobre o Ensino de Biologia acerca da Alfabetização Científica – AC com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, da EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Questões sobre Percepção do Ensino de Biologia – Turma A (Grupo Experimental)		
Turno	**Professor/Alunos**	**Apreensões da AC**
185	**Professor:** E como vocês gostariam que fossem as aulas de biologia do terceiro?	O professor questiona sobre as aulas de biologia.
186	**Aluno 01:** mais Profundas.	A aluna expressa uma vontade de que as aulas, venham a despertar maiores conhecimentos **[Tal afirmação torna-se mais evidente em turnos posteriores.]**
187	**Aluno 02:** mais praticas que teóricas.	O aluno demonstra um maior interesse em aulas práticas, sendo que as teóricas dominam o cenário de sala de aula.
188	**Aluno 03:** acho que saídas a campos e avançar a tecnologia, usar a tecnologia a nosso favor.	A aluna aponta as saídas a campo, como atividade prática e o uso de tecnologias como algo a ser explorado a favor da aprendizagem.
189	**Aluno 04:** é, eu acho que um pouco mais de praticas é melhor porque só teórica a gente não sabe de praticamente nada	A aluna revela um anseio por aulas práticas, pois considera que as aulas teóricas não foram suficientes, e argumenta que não sabe de nada.
190	**Aluno 05:** é menos seminário e mais aula, só isso.	A aluna mostra-se pouco favorável a prática de seminários, talvez pelo uso excessivo desta modalidade em outros momentos.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.4 METAMODELOS EM DISCURSOS E RESPOSTAS DE ALUNOS SOBRE BIOTECNOLOGIA E SOBRE SUAS PERCEPÇÕES NO ENSINO DE BIOLOGIA

4.4.1 Metamodelos – Tendências de Aprendizagem dos Alunos

Metamodelos ou estilos de aprendizagem são as pistas cognitivas, afetivas e fisiológicas que servem como indicadores, de como o aluno percebe as diversas interações e responde ao seu ambiente de aprendizagem (GUDINO-PENALOZA; GONZÁLEZ-MENDOZA; MORA-VARGAS, 2015). Desse modo ao buscar-se tais pistas, observou-se que do número de participantes desta pesquisa 60% dos alunos demonstraram uma tendência a utilização de padrão cinestésico de aprendizagem, enquanto 30% apresentaram um padrão

visual e 10% aprestam um padrão auditivo. Estes dados são similares aos encontrados nos trabalhos de Jarquin (2017), onde o IEA, também foi o método utilizado para a coleta de dados sobre os padrões de aprendizagem dos alunos.

Ao serem questionados sobre os resultados apresentados pelos padrões os alunos se mostraram intrigados e ao mesmo tempo, curiosos para saberem mais sobre o assunto. Apesar de afirmarem que de fato costumam seguir ou agir de acordo com alguns enunciados do teste, os alunos relataram não fazer ideia de como isso poderia influenciar na sua aprendizagem. Em seu trabalho, Vellegal (2004) aponta que aprendemos de formas bem particulares, e esse processo não é algo consciente a ponto de muitos afirmarem que não saberem como apreendem.

Embora pareçam simples, estes resultados podem direcionar o professor para a sua prática educativa, melhorando suas estratégias pedagógicas, na elaboração e na execução de atividade em sala de aula. De acordo com Vellegal (2004) professores geralmente conhecem muito bem a disciplina que ensinam, mas nem sempre sabem o suficiente sobre como aprenderam, ou ainda, sobre a melhor maneira de transmitir o conhecimento.

As pistas verbais configuram-se um aspecto importante dentro das perspectivas dos Metamodelos, pois direcionam o professor para os pontos de *ancoragem de conhecimento.* Tais ancoras de aprendizagem como apontado pela Teoria da aprendizagem significativa, estão diretamente relacionadas com os seus padrões de aprendizagem. Não seria de se espantar que alunos com um visual mais aguçado utilizem em seus discursos termos e expressões que estão ancorados seu padrão de comunicação mais desenvolvido, e pelo qual o seu modelo interno de mundo está estruturado.

A partir da análise de termos e expressões mais utilizados pelos alunos é possível que o professor passe a se apropriar ou mesmo se familiarizar com os conceitos que os alunos utilizam para se comunicar, favorecendo assim o *feedback* durante as discussões ou durante as explicações em aula. Esta apropriação ou familiarização mostra-se, de certo modo, uma resgatar o conhecimento prévio do aluno, mas também de se utilizar das diferentes formas como estes aprendem, mesmo que este ainda não seja um processo consciente para os mesmos. A valorização de aspectos subjetivos da aprendizagem de cada indivíduo mostra-se aspecto importante, pois através desses é possível, por exemplo, identificar quais crenças estão por trás de seus conhecimentos e como os estudantes se utilizam de tais crenças para formar suas opiniões, despertar e fortalecer sua curiosidade.

Embora alguns alunos apresentem uma tendência a aprendizagem por meio de algum canal de comunicação isso não significa que este seja a única via de aprendizagem do aluno,

mas apenas que este apresenta uma tendência maior a utilizar-se deste ou de outro sentido para representar suas experiências e internalizar suas aprendizagens.

4.4.2 Percebendo as Pistas Visuais

As pistas visuais, impressas pelos alunos em seus discursos nem sempre se mostram tão evidentes, durante um momento de interação em sala de aula. Por mais que muitas vezes professores passam a se dar conta do quanto alguns alunos estão mais voltados para determinadas atividades. Captar pistas em seus discursos (metamodelos) e dar a tais achados significado e aplicabilidade pedagógica é de certo modo o foco de nosso trabalho.

Sendo assim, destaca-se abaixo trechos de diálogos ocorridos nas duas turmas de ensino médio, foco de nosso estudo e a forma com analisamos parte destas interações. Segue-se inicialmente com a descrição das transcrições da Turma A e em seguida da Turma B. Em ambas os trechos, deu-se ênfases aos metamodelos que expressaram pistas visuais (**Quadro 9-10**).

Quadro 9 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas visuais relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Pistas visuais em questões Cognitivas – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Breve análise**	**Apreensões VAC**
46	**Professor:** Certo, vou voltar para a questão de comparação. Se vocês fossem comparar a molécula com o quê que ela se parece assim, como é que vocês descreveriam?	O professor inicia a discussão, de modo que os alunos possam manifestar seus estilos através de suas respostas.	
47	Aluno 01-*Escada*	A aluna 1 usa um padrão visual de percepção ao comparar a estrutura do DNA a uma escada (objeto físico).	Padrão Visual
48	Aluno 02-sei lá! Acho que *parece meio com um tambor de gás*, *só que colorido assim com misturas de cor* é, é isso!	O aluno também usa um padrão visual de percepção ao comparar indefinidamente o DNA, com um tambor. Além do padrão de forma o aluno também destaca as cores representadas no modelo demonstrando também deste modo um padrão visual.	Padrão Visual
49	Aluno 03-sei não, *parece com uma escada*, tambor gã também.	O aluno repete o padrão já apresentado	Padrão Visual

Continuação do Quadro 9.

50	Aluno 04-se fosse *um pouco mais fina parecia com uma cobra enrolada*… em alguma presa.	O aluno demonstra atenção a espessura e a forma, comparando com outro elemento visível, ao qual julga semelhante (uma cobra)	Padrão Visual
51	Aluno 05-aquelas torre, *as torre da Europa […] que eu vi uma imagem* já *tipo um ser humano* assim *enrolado* **[Gestos com as mãos sinalizando voltas]**, parecia com isso, só não sei aonde.	Pode-se perceber que a aluna chama a atenção ao comparar a um edifício, o qual foi visto apenas por imagem.	Padrão Visual associado ao cinestésico
52	Você tem ideia que isso aqui é só um pedaço de uma fita de DNA, é só um pedaço não é na verdade o que, entendam por exemplo que dentro de indo ela está não tem condição de ter uma escada subindo, esse pedaço que a gente tem aqui ele tá fixado e por isso ele está parecendo uma escada, mas se ele tiver assim? **[Professor muda a posição do modelo da vertical para a Horizontal]**		
53	Aluno 02: *Parecendo aquele negócio que tem na furadeira*?	Aluno compara com um elemento comum a sua vivência uma broca de furadeira elétrica.	Padrão Visual
54	Aluno 01: furadeira.?		
55	Aluno 02:Não, tem a pecinha.		
56	Aluno 01:Há, a pecinha.		
57	Aluno 03:é, *fica parecendo aquelas imagens* assim, é…	Mais uma vez os alunos tentam evocar imagens do seu cotidiano para comparar com	Padrão Visual
58	**Professor:** Ta vendo como a perspectiva mudou?	O professor encerra a discussão	

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Pode-se perceber que embora algumas das comparações apresentadas pelos alunos possam não aludir a nenhuma das coisas com as quais pudéssemos fazer referências como o exemplo citado pelo Aluno 02, no turno 48: "… *parece meio com um tambor de gás*, *só que colorido assim com misturas de cor* …!"; deve-se entender como pista mais importante, não a semelhança completamente dispare que possa existir entre DNA e um tambor de Gás, mas o padrão de pistas visuais. Percebe-se que o aluno, usa na construção de sua comparação elementos essencialmente visuais: forma, cor, mistura de cores.

Deste modo, elementos visuais como a cor e a forma podem ser características importantes na construção do conhecimento acerca da estrutura física do DNA, para tais alunos que seguem padrão visual. Características que por ventura acabam perdendo destaque durante a caracterização da Estrutura do DNA, mas que, no entanto, são importantes, pois o formato passa a ser algo mais passível de comparações a outros elementos do que a aspectos como a simples memorização de seus compostos. Para Vellegal (2004), tais aspectos comparativos na concepção dos alunos que remeten-se a estruturas e características visuais

devem ser levados em consideração para o planejamento e exposição de aulas. De acordo com Alister *et al.* (2006), considerar tais aspectos visuais auxilia para que estes estudantes estabeleçam relações entre ideias e conceitos de forma mais significativa.

Quadro 10 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas visuais relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Pistas visuais em questões Cognitivas – Turma B (Grupo Controle)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Breve análise**	**Aprenssões VAC**
72	**Professor:** com que ela se parece? **[Professor mostra o modelo de DNA]**	O professor chama a atenção dos alunos para o modelo de DNA apresentado.	
73	Aluno 02: *com uma escada.*	O aluno apresenta um padrão visual ao comparar com uma escada	Pista Visual
74	**Professor:** pronto, surgiu uma ideia, parece uma escada.	O professor estimula os demais a discussão.	
75	**Professor:** Mas e se eu mostrar ela assim, vai parecer uma escada? **[Professor muda a posição do modelo da vertical para a Horizontal]**		
76	Aluno 03:Não, *ia parece aquelas lâminas de trator* quando corta terra.	O aluno faz uma comparação a elemento do seu dia a dia, sendo esta uma comparação com elementos visual.	Pista Visual
77	Aluno 01:é.	Aluno concorda com o anterior.	
78	Aluno 02:tem muita coisa ai pra gente trabalhar.		
79	Aluno 01:Se fosse toda verde *ia parecer uma jiboia enrolada num tronco de uma planta que é biologia também.*	O aluno começa a criar possibilidade onde o padrão visual se mostra o determinante, a cor verde o faria lembrar de elementos biológicos.	Pista Visual

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ao compararmos dois termos, nos trechos anteriores, efetuamos a comparação da fala de dois alunos ao tentarem descrever a estrutura do DNA. No turno, 51, da turma A, o aluno 02 compara a estrutura do DNA à torres na Europa. "*...aquelas torre, as torre da Europa [...] que eu vi uma imagem*". Enquanto no turno 79, da Turma B, o aluno 01, descreve: "…*Se fosse toda verde ia parecer uma jiboia enrolada num tronco de uma planta que é biologia também."*

O que podemos perceber de interessante, que enquanto um dos alunos compara a estrutura do DNA, com as torres da Europa, aqueles alunos que residem na zona rural comparam e fazem aproximações com coisas do seu dia a dia, coisas que inclusive consideram estar totalmente atrelados a biologia. A comparação feita pelo aluno da zona rural agrega em si mais valores e significados biológicos do que a comparação feita a uma torre. Pois por trás da comparação há também uma relação de proximidade que se refletem em semelhanças compartilhadas "que é biologia também". Nesta expressão o aluno faz uma comparação onde a lógica é, por ser biologia (ou biológico), também vai ter semelhanças de formas, a semelhança de forma aqui não é tida como mero acaso.

4.4.3 Percebendo as Pistas Auditivas

Em meio as nossas análises o padrão auditivo foi o menos frequente, sendo, no entanto, marcado por expressões bem características, na fala dos alunos. Pausas frequentes durantes a fala assim como tom de voz baixo e compassado foram algumas das pistas mais frequentes em nossas observações. Segundo Alister *et al.* (2006) e Vellegal (2004), estudantes com padrão auditivo aprendem melhor quando são informados oralmente ou quando se utilizam estratégias em que os mesmos necessitem comunicar informações de forma ativa e participativa.

Ao transcrevermos os trechos teve-se o cuidado de ouvir repetidas vezes, determinados trechos para que não fosse atribuído às falhas no áudio, características de uma pista auditiva. Segue abaixo, a descrição e análise de trechos de dois momentos ocorridos de interação, um correspondente a interações com a turma a e outro com a turma b, respectivamente (**Quadros 11-12**).

Quadro 11 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas auditivas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Pistas Auditivas em questões de Contextualização – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Breve análise**	**Apreensões VAC**
265	Com relação a contextualização. Vocês concordam que a alteração, ou seja, uma mudança no DNA de alguns organismos pra melhorar a qualidade de vida humana, ela é uma coisa boa?	O professor inicia o diálogo, situando os alunos dentro do contexto.	
...	**...**	**...**	**...**

Continuação do Quadro 11.

270	Aluno 01 – *Eu acho que ela tá explicando, tá tentando falar **[Pausa na fala]** que não é uma coisa boa, vem uma parte muito da ética, né!?*, imagine você produzir massas grandes **[pausa na fala]** é uma coisa ética, *algumas pessoas têm um carinho, tem um amparo pelos animais e não quer que isso ocorra com eles**, mas é claro que se isso ocorresse seria uma grande abundância de comida e o preço também da carne teria caído pela grande demanda de oferta.	O aluno dá a fala da colega./ Percebe-se a presença do advérbio "né", evocando uma confirmação auditiva por parte dos demais. É possível também observar a ritmicidade e tom compassado ao expor o encadeamento de ideias	Padrão Auditivo *Encadeamento de ideias
…	…	…	…
275	Com relação a oitava questão, vocês consideram a biotecnologia, ou o uso da biotecnologia ou de biotecnologia como, por exemplo, a clonagem, vocês acham que essa biotecnologia ela sofre influência das sociedades?	O professor redireciona o foco das discussões	
276	Aluno 01 – Eu acho que sim, é como eu falei Ética né, *imagine você é religioso e cai sobre isso clonagem você tá brincando de Deus, e pra certas pessoas é errado, como evangélicos, católicos,* você ver que você está mexendo com uma coisa que Deus criou e que não era pro homem fazer isso, segundo eles. Claro que é uma coisa que avança a tecnologia e poderia nos propor ajudar muito a raça humana e até adaptar os animais a viver melhor né, só que tem esse debate ético e filosófico.	Percebe-se a presença do advérbio "né", evocando uma confirmação auditiva por parte dos demais./ Tom compassado na descrição dos pontos de sua ideia.	Padrão Auditivo *Encadeamento de ideias
…	…	…	…
301	—ninguém tem conhecimento sobre a lei de biossegurança?	O professor redireciona o foco.	
302	—*eu ouvi que o candidato a novo presidente* da câmera tava tentando passar uma, um ajuste na lei de biossegurança pra melhorar, *é, como é que se diz!?**, pra melhorar ela de forma que fizesse com que as pessoas *tivessem uma conscientização, né!?*, só que é biossegurança, do que é que tem na sua comida e também privar algumas empresas de produzirem algumas coisas, digamos que eles vai melhorar o sistema de avaliação da comida, porque tem *aquele negócio [..] de dizer que**, se é boa de qualidade, se tem agrotóxicos, ele vão exigir mais, segundo ele quer passar essa lei, segundo a lei.	O aluno faz alusão ao seu sistema auditivo/ Faz uso de expressões onde falar e ouvir estão associadas/ presença do advérbio "né", evocando uma confirmação	Padrão Auditivo *Expressões de associação entre falar e o dizer.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Uma expressão bem característica, dos metamodelos auditivos que se identificou para alguns dos trechos analisados foi o uso da expressão "né". Este advérbio que representa uma contração da expressão "não é" e que em muitos casos é utilizado para pedir uma confirmação daquilo que foi dito; em nossa análise passa a ter um significado bem característico. A análise dos metamodelos, nos permite inferir que tal, expressão evoca uma confirmação auditiva, como forma de validação de suas ideias. E muitas vezes somente mediante tal confirmação

este passa a completar sua linha de raciocínio. De acordo com Alister (2006), o sistema auditivo não permite relacionar conceitos abstratos com a mesma facilidade que o sistema visual, sendo desse modo, elaborar estratégias pedagógicas que favoreçam a mediação entre os conteúdos de forma dialogada.

Quadro 12 - Recorte de diálogos e interações em que são destacadas pistas auditivas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Pistas auditivas em questões de contextualização – Turma B (Grupo Controle)			
Turno	**Professor Alunos**	**Breve análise**	**Apreensões VAC**
610	**Professor:** Passando pra outra questão, eu já perguntei pra vocês o que é biotecnologia, né. Mas ai eu vou perguntar outra questão que está no questionário, o que é engenharia genética? Vocês já ouviram falar em engenharia genética?		
611	*Nunca ouvi falar*, mas pela lógica acho que é a estrutura da genética, engenharia é o estudo das estruturas se você vai construir uma casa você faz tipo um estudo da estrutura[….].	O aluno faz alusão ao sistema auditivo, para expressar que não tem conhecimento	Padrão Auditivo
620	- *o biológico faz isso, né!?* é o ser humano constrói outro DNA, mas de uma forma científica acho que sim. Se o ser humano cria uma espécie de peixe, ele cria outra espécie de peixe *ele tá criando uma nova estrutura molecular!? Não é isso?*	O aluno faz uso do advérbio "né" e "não é", evocando uma confirmação sobre o que o biólogo faz.	Padrão Auditivo
624	**Professor:** Se é possível, vocês saberiam dizer como que é possível construir?	O professor faz questiona de forma geral os participantes	
625	*– construir o DNA?*	O aluno solicita uma confirmação auditiva	Padrão Auditivo
626	**Professor:** Sim, *se vocês disserem assim*, é possível, então se vocês acham que é possível como que vocês acham que é possível?	O professor reformula a frase usando um padrão auditivo.	Padrão Auditivo
627	- eu acho que é possível, se caso **(se por acaso)**, por exemplo, ele tem um conhecimento de determinada substância, e outra ele junta substância que pode formar um DNA.		
632	- Eu acho que sim. *Quando se fala* em mudar a cor do olho, *tá **(está)** de certa forma mudando, né!?* Que no Japão tem, as pessoas tavam **(estavam)** mudando a cor dos filhos, a cor dos olhos dos filhos.	O aluno faz uso do advérbio "né" em busca de uma afirmação	Padrão Auditivo

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.4.4 Percebendo as Pistas Cinestésicas

As pistas cinestésicas, foram as mais representativas dentro desta análise sendo, de longe as mais fáceis de serem percebidas. Os alunos que evidenciam tais padrões de aprendizagem, expressos nos metamodelos, são expressivos e suas interações estão quase sempre marcadas por um gestual característico, forma diferente de se acomodar nas cadeiras e dialogos marcados por verbos que determinam ações relacionadas ao tato e a realização e ações diretas (**Quadros 13-14**).

Quadro 13 - Recorte de diálogos e interações de pistas cinestésicas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma A, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Pistas cinestésicas em diálogos observados – Turma A (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/ Alunos**	**Breve análise**	**Apreensões VAC**
70	**Professor:** Certo, é… lá na pergunta além de biotecnologia falava de engenharia genética, o quê que vocês entendem sobre engenharia genética?	O professor inicia o diálogo	
(...)	(...)	(...)	(...)
74	Aluno 02-*pegando a fala, da colega*, como ela disse que a engenharia é a construção da genética é tipo aquele negócio de clonagem que também tinha nas perguntas e tem aquele negócio também de reviver **[Gesto amplo com as mãos atrás do corpo (passado) e trazendo para frente (presente)]** espécies que já estão extintas, é mais ou menos isso.	O termo "pegando" expressa um padrão de comunicação cinestésica, pois dão à ideia de que estão lidando com algo palpável. O aluno utiliza gestos e posturas característicos durante a sua explicação.	Padrão Cinestésico
75	Aluno 03-construir, reconstruir toda a estrutura, acho que deve ser isso aí.		
76	**Professor:** E como vocês acham que seriam possível na verdade construir outro DNA?	O professor tentar dar mais foco a discussão.	
77	Aluno 03 – eu acho que é a partir de outras estruturas que você consegue construir outras.		
78	Construindo um novo DNA?		
79	Aluno 05 – o que o colega falou, É isso ai, *ele vai pegar um pouquinho do DNA* **[Simula um movimento de pinça com os dedos]** de um *vai pegar do outro até formar o perfeito* que ele quer.	Os termos "pegar" ao referir-se ao DNA, dando pista de seu sistema sinestésico. Os gestos também são característica deste padrão cinestésico	Padrão Cinestésico
80	É uma mistura de DNA ou é tipo, por exemplo, acho que não é possível, *mas se você pegar* **[Gestos de retirar de algo do próprio braço]** *um animal e misturar com o de uma pessoa* **[Apontar para as colegas a sua volta]**que já está morta não na verdade uma pessoa morta não tem, não funciona mais. Com a pessoa e tipo … não sei construir algo novo.	Os termos "pegar" e "misturar" isso associado ao gestual reforça a ideia de que a aluna tenha uma tendência a atividades que envolvam dinâmica assim como mostrado pelo IEA.	Padrão Cinestésico

Continuação do Quadro 13.

81	Aluno 03-eu acho que é…, para construir é eu acho que estar relacionado igual no filme jurassic park, *que eles pegam a genética* dos animais *e misturam com outros animais* porque a estrutura não tá completamente completa.	Os termos "pegar" e "misturar" O uso das expressões em destaque remetem-se a um comportamento cinestésico, mais uma vez apontando uma tendência de construção de ideias ancoradas nas experiências tácteis.	Padrão Cinestésico
82	**Professor:** É, e vocês acham isso importante?		
83	Aluno 02 – eu acho muito importante, porque se você for reconstruir um DNA **[Faz movimentos que refletem construção no ar]** uma espécie que já está extinta vai meio que ajudar a ter novas espécies e vai aumentar **[Novamente movimentos que ascendem no ar]** a biodiversidade.	Gestual de construção de elementos no ar.	Padrão Cinestésico
84	Aluno 05-*Eu acho que pra mim* [**Gestual, colocando as mãos no peito]**, não é importante não, acho que essas coisas têm que ser como são natural, nada…, entendeu? É minha opinião.	No discurso da aluna 1, o uso da expressão "eu acho para mim' indica um padrão cinestésico, pois associado ao gestual reforça a ideia de que a aluna tenha uma tendência a atividades que reflitam ações diretas.	Padrão Cinestésico

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Na pesquisa descrita por Alister (2006), o sistema cinestésico foi o que mais se desenvolveu ao longo de um período de práticas supervisionadas. Ainda em seu trabalho Alister, menciona os estudantes com sistema cinestésico como de aprendizagem lenta e consequentemente necessitam de mais tempo para aprender, estando tal característica relacionada com a sua distinta forma de aprender, não tendo nenhuma relação com falta de habilidade ou de inteligência.

Quadro 14 - Recorte de diálogos e interações de pistas cinestésicas relacionadas aos metamodelos, com alunos da terceira série do ensino médio Turma B, a partir da análise dos discurso obtidos com a técnica de grupo focal durante realização da pesquisa na EEEM Dr. José Duarte Filho, localizada na cidade de Uiraúna-PB.

Pistas cinestésicas em diálogos observados – Turma B (Grupo Experimental)			
Turno	**Professor/Alunos**	**Breve análise**	**Apreensões VAC**
91	**Professor:** Como você descreveria as aulas do primeiro e do segundo ano	O professor questiona os alunos sobre as aulas do primeiro ano.	

Continuação do Quadro 14.

92	-não tinha aula, não. Igual ela falou ali. Trocou de professor **[Gestos de troca, com as mãos]**, mal explicava as coisas e a professora não era muito boa com explicações não. Para o terceiro, espero que seja melhor, mais fácil, que dê para a gente entender. *Porque tem professor que explica que morre de explicar, mas não entra na cabeça.* **[Gestos de empurrões de dedos contra a cabeça]**	Uso de gestos frequentes durante a fala. A aluna faz uso do verbo entrar, dando a ação de aprender um sentido de coisa a ser colocada de fora para dentro de sua cabeça.	**Padrão Cinestésico**
93	Aluno 3: Mas isso varia da metodologia do professor também. *Porque tem professor que a morre de olhar para ele e tenta, mas não entra na cabeça.* Meu professor de química no primeiro ano eu perguntava ele explicava, mas eu não entendia. Aí eu perguntei a milena, aí ela me falou e eu entendi. Mas o que ele falava eu não entendia.	Percebe-se aqui que aluna demonstra não apresentar afinidade com pistas visuais, ao usar a expressão morre de olhar. O verbo morrer também teria um sentido de ação na expressão.	**Padrão Cinestésico**
94	No primeiro ano as professoras não explicavam muito bem eu não entendia o que elas explicavam. *Apesar que eu sou mais boa para entender contas* do que esses tipos de ….português **[Matérias com muita leitura]**, rsrsr. E espero que no terceiro ano *seja melhor com experiências e esse tipo de coisa.*	A aluna descreve um padrão onde pode-se atribuir um significado prático a sua aprendizagem, visto que esta aprende contas, em um fazer que se mostra implícito, na prática de fazer contas.	**Padrão Cinestésico**
95	-Também no primeiro ano, é como elas estão dizendo **[Toca as duas amigas ao lado]**. As primeiras aulas nem teve, por causa da professora que não estava vindo, depois foi mudando de uma para outra. A outra eu não sei o que ela tinha se era vergonha medo não sei. Espero que no Terceiro ano *o senhor pegue mais leve* e que as aulas sejam práticas.	Uso de gestos frequentes durante a fala. Uso do verbo "pegar leve" no sentido de não atribuir atividades de ação tão intensa.	**Padrão Cinestésico**
96	-Ave maria, e os seminários….		
97	Aluno 3: No primeiro ano, como mudou de professora, a última ficou com a professora, eu entendia a explicação dela. *Para aula de todo conteúdo ela fazia resumo, então ajudava muito*. No Segundo ano também teve A Professora Y. *Ai com ela eu gostava, faz resumo explica bem*. E com a Professora X ela também explica bem […].	A aluna mais uma vez expressa um padrão cinestésico a demostrar facilidade de aprendizagem durante um fazer: fazer resumos.	**Padrão Cinestésico**

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Ao observar os trechos e momentos de interações percebe-se na maioria das vezes que aqueles alunos que apresentam o padrão cinestésico, são também aqueles alunos que possuem uma maior habilidade para a música, para a dança, teatro, execução de projetos e trabalhos manuais. Em tais perspectivas, pode-se observar que estes alunos claramente passam a representar suas experiências a partir de ações dinâmicas onde os seus gestos e expressões ganham espaços para estes possam se tornar agentes do seu processo de aprendizagem.

4.4.5 Metamodelos e as Vinculações Estabelecidas com as Metodologias Ativas

Aos pensarmos no atual cenário de ensino e nas perceptivas de educação para o futuro, percebe-se que as Metodologias Ativas e personalizadas oferecem oportunidades de incorporar as particularidades dos estudantes, aos planejamentos didáticos, dando a estes, oportunidades de expressarem suas habilidades e através de suas próprias tendências de aprendizagem. Até mesmo as neurociências cognitivas reconhecem que as pessoas aprendem e constroem seus conhecimentos de forma muito particular.

No entanto, tornar tais informações em algo tangível de execução não é tarefa fácil e muitas vezes tida como inviáveis pelas correntes tradicionalistas de ensino-aprendizagem, que seguem ainda hoje os preceitos da Psicologia Behaviorista, onde os momentos de aprendizagem são planejados e executados como se todos os indivíduos estivessem em um mesmo nível de aprendizagem e como se todos aprendessem da mesma forma, através dos mesmos recurso e estratégias didáticas.

Ao serem analisadas as pistas obtidas através dos dados desta pesquisa e de tentar dar, a estas, executabilidade, tais aspectos, tidos muitas vezes como, muito particulares e subjetivos, passarem a um importante papel na seleção de metodologias adequadas ao desenvolvimento das aulas. Deste modo, foram reunidos alguns dos principais elementos dos estilos de aprendizagem captados pelos metamodelos, que de certo modo passaram a se complementar com o uso de metodologias ativas a serem desenvolvidas em sala, onde forma incorporadas não somente as habilidades conteudistas, mas também as tendências de aprendizagem dos alunos. A ideia por trás da elaboração deste quadro é que o mesmo pudesse orientar a escolha de metodologias ativas a partir dos estilos e aprendizados dos alunos, além de servir como subsídio teórico para trabalhos posteriores (**Quadro 15**).

Quadro 15 - Relações didáticas e metodológicas entre os principais canais representacionais de aprendizagem dos estudantes de acordo com o conceito de metamodelos, metodologias ativas, estratégias didáticas e características ambiente de trabalho a serem consideradas para a seleção de modalidades didáticas de ensino.

	Metodologias ativas	**Estratégias**	**Ambiente de trabalho**
Visual	Flipped Classroon (Vídeos e Documentários); PBL (Aprendizagem baseada em problemas), Metodologias imersivas (Realizada Virtual e Realidade Aumentada), Design thining (Pensamento de Design), Sala de aula Compartilhada.	Mapas conceituais, Brainstorn, Estratégias de Gameficação, Elaboração de documentário.	O ambiente dever ser um ambiente organizado para o desenvolvimento de atividades, além disso o ambiente deve ser limpo, evitando as distrações visuais. As notas de aula devem elementos que chame atenção do aluno para a aula (GRINDER, 1991).

Continuação do Quadro 15.

Auditivo	*Flipped Classroon* (Vídeos e Documentários); *Peer Instruction, Metodologias imersivas (Realizada Virtual e Realidade Aumentada), Design thining (Pensamento de Design), Sala de aula Compartilhada.*	Trabalho com músicas, e paródias. Debates, discussões em grupo. Mude o ritmo. Elaboração de documentário.	O ambiente deve ser silencioso, porém não via de regra. O ambiente de aprendizagem para pessoa com padrão auditivo por ser enriquecido com música ambientada.
Cinestésico	Dramatização, Atividades Lúdicas, ABP (Aprendizagem baseada em problemas), Metodologias imersivas (Realizada Virtual e Realidade Aumentada), Choaching reverso. Design thining (Pensamento de Design), Sala de aula Compartilhada.	Elaboração de mapas conceituais. Estratégias de Gameficação, Elaboração de documentário	O ambiente deve ser rico em materiais para a realização de práticas e para o desenvolvimento de dinâmicas. (GRINDER, 1991)

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

4.4.6 Vinculações Estabelecidas com Conhecimentos Prévios na Perspectiva da Alfabetização Científica.

A compreensão dos conhecimentos prévios dos alunos compôs importante etapa do trabalho de pesquisa, pois através de tais informações puderam ser traçadas ações que estivessem em estreita relação com o contexto em que os alunos estão inseridos, com as principais necessidades e demandas apresentadas pelos alunos, e a partir da análise dos metamodelos foi possível pensar no uso de técnicas e estratégias pedagógicas que melhor se adequassem aos estilos de aprendizagem dos alunos. Uma breve comparação desta análise segue abaixo (**Quadro 16**).

Quadro 16 - Perfil comparativo de conhecimentos prévios apresentados pelos alunos sobre Biotecnologia durante a análise dos questionários Pré-teste (Turmas A e B de Biologia).

	QUESTÕES REPRESENTATIVAS	TURMA A (PILOTO) Respostas	TURMA B Respostas	APREENSÕES
Cognição	**Você entende o que é DNA?**	*DNA consiste no material genético o qual compõe determinado organismo.*	*DNA é utilizado para identificar a paternidade, ou pode ser utilizado para identificar o material genético.*	Em ambas as turmas os alunos apresentam conceitos breves sobre o que é DNA, muitas vezes resumidos a simples definição de que este é o material genético, enquanto que em outras vezes citam o DNA como um teste de paternidade, entendendo deste modo que uma das utilizações práticas do DNA é a sua definição ou conceituação
	Você sabe o que é biotecnologia ou Engenharia Genética?	*Eu entendo que a biotecnologia é uma mistura da biologia com tecnologia.*	*Não sei dizer precisamente mas acredito que seja um estudo para melhorias na vida do ser humano o onde possamos precaver doenças e tratá-las.*	Ao apresentarem uma definição para o que venha a ser biotecnologia, os alunos, em sua maioria discute o que é biotecnologia a partir da junção dos termos biologia mais tecnologia, mas não concebem uma definição que possa ir além do âmbito de uma ciência voltada para a melhoria da saúde humana.
	Com relação a importância da biotecnologia para a melhoria da qualidade de vida das sociedades modernas, você considera a biotecnoligia:	*Porque através dos estudos e a aprendizagem sobre a biotecnologia que se pode obter informações muito importantes.*	*A biotecnologia pode nos ajudar a ter uma qualidade de vida melhor modificando alguns fatores.*	Foi possível observar que tanto para os alunos da turma A como para os alunos da Turma B, apontam a biotecnologia como uma área importante, sendo citado mais uma vez a qualidade da vida humana. No entanto, as afirmações mostram-se vagas e genéricas, não demonstrando conhecimento de aplicações pontuais da biotecnologia que a torne de fato importante.

Ao analisar as respostas dos questionários pré-teste foi possível, identificar as principais limitações no campo conceitual e cognitivo de ambos os grupos em estudo. Ao demonstrarem tais limitações os alunos se mostraram desprovidos de conhecimentos que os mesmos deveriam acessar para, assim alcançar níveis mais elevados de AC. De acordo com Sasseron e Carvalho (2016), o aluno deve ser capaz de conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas, no sentido de atendar ao sentido instrumental possibilita ao aluno adentrar no mundo científico, através inicialmente do reconhecimento de seus sinais e termos técnicos. Uma das principais limitações apresentadas pelos alunos foi a dificuldade de apresentar um conceito de DNA, no qual os alunos pudessem considerar seus compostos, suas características como molécula hereditária. Para Silveira e Amabis (2003) é preciso que sejam realizadas avaliações diagnósticas, principalmente nos conceitos relacionados a genética, buscando identificar o nível de domínio de conceitos pelos alunos, visto que tais conceitos estabelecem diferentes níveis de organização.

Esta análise prévia também se mostrou importante, para se pudesse verificar a forma como os alunos relacionam tais conceitos com o seu cotidiano. Esta contextualização também nos remete a compreensão de como as informações são tratadas nos livros didáticos, onde a leitura dos textos-base devem ser um dos primeiros momentos em que o aluno passa a contextualizar seus conhecimentos. Parte desta contextualização deve, segundo Ferreira e Justi (2004), dever ser também histórica de modo possibilitar que o aluno compreenda a Ciências como uma construção histórica e coletiva.

Continuação do Quadro 16.

Contextualização	**Você concorda com a alteração do genoma (genética) de organismos (ORGANISMOS MODIFICADOS GENETICAMENTE) para melhorar qualidade de vida da espécie humana?**	*Não. Porque não tenho conhecimento suficiente para me posicionar.*	*Não. Acho que não teria necessidade de modificar a nossa genética.*	A maioria dos alunos nas duas turmas não concorda com os trabalhos de manipulação e alteração do material genético. Embora se posicionem contra a utilização das técnicas, não apresentam pontos de vista contrários, apenas afirma não ter conhecimento sobre o assunto.
	Qual a sua opinião sobre a possibilidade de "REVIVER" Espécies extintas por meio de técnicas biotecnológicas?	*[...] As espécies que foram extintas pelos seres humanos atualmente foram por irresponsabilidade nossa, então seria maravilhoso poder trazer essas espécies novamente.*	*Concordo, pois penso que seria bastante interessante ter uma espécie que habitou agiu na terra antes de nós e trazer ela de volta, se bem, que seria um avanço muito extraordinário para a nossa humanidade poder ver essas outras espécies extintas atualmente.*	Os alunos de ambas as turmas analisam esta possibilidade como uma forma de compensar a natureza pelos danos causados pelo homem ou ainda argumentado que este seria uma possibilidade 'extraordinária' poder ver e interagir com espécies que já desapareceram. Entretanto nenhum dos alunos ponderou em suas respostas as consequências de tal possibilidade da engenharia genética.
	Você considera que a biotecnologia (Ex: Clonagem), sofrem influências das diferentes sociedades e culturas humanas?	*Sim, para alguma pessoa isso seria de certa forma brincar de Deus e é de certa forma impensável para essas pessoas.*	*Religiões e culturas rígidas e preconceituosas.*	Apenas uma pequena parcela apresentou uma resposta em relação a influência da sociedade no uso de tecnologias. Embora ainda de forma resumida os alunos citam a questão religiosa como sendo um dos principais fatores que se contrapõem ao uso de técnicas biotecnológicas. Apenas um dos participantes aponta algumas culturas rígidas e preconceituosas como sendo um obstáculo ao avanço da biotecnologia.

Ao analisar as respostas dos alunos no campo contextual, pode-se perceber que muitos afirmam não ter conhecimento sobre o assunto, ou ainda, apresentam opiniões que de forma alguma está relacionada com argumentos científicos. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011) a corroboram com outros autores afirmando que argumentação dos alunos se reforça a medida que novos elementos são trazidos para a sala de aula e consequentemente para o seu universo conceitual.

Além de não apresentarem argumentos científicos a favor ou contra os seus posicionamentos, os alunos também não conseguiram articular nenhum ponto de vista a suas realidades e ao seu cotidiano, evidenciando a falta de contextualização de seus conhecimentos prévios com os produtos e serviços prestados pela biotecnologia à sua sobrevivência. Moura *et al.* (2003) sugerem que o ensino de genética seja a cada dia pensado de forma crítica visto que a diversidade de conceitos dada a sua importância para o entendimento da importância que esta área tem como desenvolvimento científico e tecnológico tem causa alienação de desconhecimento por parte da maioria dos alunos. Partindo de tais, pressupostos, foi possível planejar ações que pudessem demonstrar a importância da biotecnologia no cotidiano dos alunos, relacionando parte de suas vivências, pistas de como os seus conhecimentos estão estruturados e articulados.

Continuação do Quadro 16.

Interdisciplinaridade	**Você poderia citar algum um exemplo de utilização da biotecnologia que desperte pelo menos duas das questões citadas acima simultaneamente?**	*O teste de DNA gera muita discussão, tanto ética como social, muitas vezes pelo indivíduo não acreditar que o filho que irá vir seja seu, gerando muita discussão e debate.*	*Organismos geneticamente modificados pode gerar discussões religiosas, entre outras. Clonagem reprodutiva também pode gerar discussões religiosas.*	Nesta categoria os alunos citam basicamente o teste de DNA, o uso de OGM e a Clonagem como os processos que despertam diferentes questões em seu cotidiano. Sendo também estes os de maiores repercussão nas mídias e também nos livros didáticos.
	Você tem conhecimento de que trata a Lei 11.105 de 2005, a Lei de biossegurança?	*Eu nunca ouvi falar dessa lei.*	*Não tenho conhecimento então não sei descrever.*	De forma unânime os alunos afirmaram não conhecer a Lei de biossegurança ou seus aspectos legais. dada a pouca representatividade que os aspectos legais têm tido na composição dos currículos da disciplina Biologia
	O Melhoramento genético pode ser considerado benéfico e ao mesmo tempo prejudicial ao meio ambiente?	*Não saberia descrever, mas acho que toda tecnologia tem o seu lado negativo da coisa e a maioria o efeito negativo sempre é prejudicial ao meio ambiente.*	*Acredito que por trás desse processo tenha o seu lado "bom" e ruim. Por exemplo, melhoramento genético em animais podem dá certo na maioria das vezes. (...) o lado ruim é que esses animais são usados de cobaias e as vezes mortos.*	Em ambas as turmas os alunos consideram que a biotecnologia pode ter tanto o seu lado bom como o seu lado ruim. No entanto, assim como em outras respostas podemos perceber respostas vagas e que não se remetem propriamente ao assunto tratado, demonstrando um conhecimento mais aprofundado sobre o assunto que os permita discorrer com mais clareza sobre os temas.
Do ponto de vista de interpretação do campo interdisciplinaridade, os alunos passaram a apresentar discussões de cunho social envolvendo a algumas técnicas biotecnológicas, como teste de DNA, o uso de OGM e as consequências da clonagem. Segundo Pombo (2005) deve ser compreendida ainda, como uma forma de despertar a curiosidade e a abertura de espírito dos alunos para o pensar científico e para a ampliação e aplicação de conceitos. Quanto ao conhecimento sobre a Lei de Biossegurança os alunos apresentaram de forma unânime a falta de conhecimento sobre o assunto relacionado a questões legais que envolvam algumas das técnicas citadas por ele. Ao mesmo passo, os alunos demonstraram ainda não possuir conhecimentos suficientes, quanto as consequências ambientais, ou ainda que abranjam aspectos ecológicos. De um modo geral os exemplos apresentados pelos alunos apresentam em sua maior para aqueles de maior repercussão nas mídias, assim com aponta Nascimento e Martins (2005). Desse modo, foi possível constatar que os alunos durante a fase inicial e de realização do pré-teste, apresentaram um baixo nível de informações e de conhecimentos relacionados a Biotecnologia e quanto a suas implicações, fossem elas políticas, éticas ou de um modo geral socioambientais. De acordo com Sasseron e Carvalho (2016), O ensino paltado pela AC, dever possibilitar que o aluno compreenda a relação de controle que a sociedade exerce sobre as ciências e as tecnologias, além de fornecer ao sujeito competências para avaliar as consequências do uso de tais tecnologias.				

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Ao serem reunidas e analisadas as respostas e discurso dos alunos, foi possível identificar aqueles que foram considerados pelos alunos os principais pontos negativos de aprendizagem em aulas que se desenvolvem totalmente sob a perspectiva de metodologias tradicionais. Partindo de tais pontos, buscamos ainda sob a análise dos questionários considerar as sugestões e práticas alternativas apresentadas pelos alunos, como formas de quebrar a monotonia vivenciada por eles durante as aulas de biologia. A partir das sugestões apresentadas pelos alunos, buscou-se relacioná-las aos pontos negativos, no sentido de que tais sugestões fossem a base para a escolha de modalidades didáticas que estivessem de acordo com os anseios e expectativas dos alunos.

Ao aprofundar os olhares para as possibilidades de cenários de práticas exitosas a serem criadas, sempre na perspectiva da AC, sugerimos ainda a reunião de propostas de melhorias ao desenvolvimento das aulas de biologia e utilização de metodologias ativas; todas relacionadas aos pontos negativos e sugestões apresentadas pelos alunos.

Em resumo buscou-se elencar a partir das perspectivas dos alunos, possibilidades de mudanças nas propostas de ensino de biologia, que estivessem de acordo com os anseios e expectativas dos alunos – que aqui se configuram como sendo seus estilos e padrões de aprendizagem – e associados a tais anseios e expectativas, pudessem ser desenvolvidas atividades através de metodologias ativas nas quais estivessem contempladas as habilidades de AC. O resultado de tais apanhados, encontra-se descrito com maiores detalhes abaixo (**Quadro 17**).

Quadro 17 - Síntese de metodologias ativas propostas a partir dos pontos negativos e das sugestões apresentadas pelos estudantes, a partir das respostas dos questionários para as quais se estabeleceu relações didático-pedagógicas com as concepções de metamodelos de linguagem e com as habilidades de AC.

Pontos negativos relacionados às deficiências na aprendizagem	Sugestões apresentadas pelos alunos	Propostas de melhorias da qualidade das aulas inserindo as Habilidades de AC	Metodologias propostas relacionadas ao alcance de habilidades de Alfabetização científica
Metodologias tradicionais/ Muitos seminários.	Aulas diversificadas com Implementação de tecnologias.	Uso de metodologias ativas que redirecione as práticas de ensino para uma maior participação dos alunos e das tecnologias no espaço escolar.	Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.
Pouco rendimento e pouco entendimento	Mais explicações e com o uso de mais recursos	Utilização de instrumentos didáticos como forma de facilitar o entendimento de conteúdos abstratos, como a biologia molecular.	Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
Revisões sem indagações	Debates e discussões, maior entrosamento.	Ensino centrado no aluno onde ele possa ser agente do processo de ensino por investigação.	Giro colaborativo: Proporcionar maior discussão entre os alunos, de modo que os mesmos possam fazer a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.
Professor não entende o aluno	Falta de humanização por parte do ensino	Proposta de compreensão do VAC, e de uma perspectiva mais humanística do ensino.	Círculo hermenêutico, com valorização dos conhecimentos prévios dos alunos. Importantes para que se tenha entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
Pouco tempo de aula	Mais produtividade;	Guiar o ensino aprendizados dos alunos de modo que estes também tenham oportunidade de elaborar materiais concretos que os façam se sentir participantes do processo de ensino.	Aulas invertidas, compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações. Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.

Continuação da Quadro 17.

Conteúdo pouco diversificado.	Aulas práticas, experimentos, aulas de campo.	A inserção de práticas experimentais que possam contribuir para o entendimento de determinados conteúdos.	Conhecimento das técnicas e processos pelos quais as ciências se utilizam para a construção de novas ferramentas que são utilizadas para a modificar o ambiente ou ainda a forma de pensar humano. Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a Mudanças a depender do acúmulo de resultados.
Aulas pouco interessantes ou chamativas	Instigar os alunos; Entretenimento; Mais dinâmicas	Dinamizar o espaço da sala de aula através de metodologias ativas e que motivem os alunos em sala de aula.	Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade. Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.
Muita leitura textual sem explicações	Mais interação de toda a turma.	Execução de ações pedagógicas e de projetos de ensino que integrem os alunos na busca pela solução de um problema local, ensino contextualizado.	Círculo hermenêuticos, com valorização dos conhecimentos prévios dos alunos. Importantes para que se tenha entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

As demandas apreendidas orientaram o planejamento das intervenções pedagógicas para ensinar biotecnologia, na perspectiva da alfabetização científica. A meta é a superação de dificuldades oriundas do processo de ensino-aprendizado por meio da utilização de metodologias ativas que aqui se justificam não somente pelo foco dado ao papel do aluno em seu processo de ensino-aprendizado.

Amparado por tal arcabouço de ideias, as atividades foram elaboradas **(APÊNDICE E)** constituindo uma sequência didática, com sete aulas geminadas a serem desenvolvidas e mediadas por metodologias ativas, onde fosse possível: alcançar melhorias no processo de Ensino-Aprendizagem, contribuir com as vertentes de pensamento da alfabetização científica e contemplar os estilos de aprendizagem dos alunos (Metamodelos) na elaboração de práticas pedagógicas.

Nesta pesquisa, a Sequência Didática foi elaborada de acordo com o plano de trabalho descrito por Oliveira (2013). A associação entre Sequência didática e a pesquisa-ação estão em plena conformidade com os preceitos da AC, visto que esta visa envolver professores e alunos em um processo de ressignificação do mundo agregando e integrando valores e responsabilidades sociais (SASSERON, 2011). A organização de conteúdos em sequência didática permite ao professor adaptar-se da melhor forma as situações de aprendizagem podendo dentro de seu planejamento abranger diversos aspectos do conteúdo de forma integrada e contextualizada.

As informações relativas ao conhecimento prévio de conceitos e processos, valores e crenças dos indivíduos, visão de mundo e aspectos da percepção dos alunos quanto às aulas de biologia foram levadas em consideração na elaboração de cada uma das aulas da sequência didática, pretendendo desse modo, adequar-se às realidades contrastantes em que os alunos estão inseridos (Zona Rural e Zona Urbana), além de se apoiar nos padrões e estilos de aprendizagem para aproximar os alunos aos conteúdos por meio de seus principais canais de representação, sendo tal aspecto contemplado na escolha das metodologias ativas a serem utilizadas e na adequação de linguagem a ser apresentada para os alunos. Nisto consiste, parte da personalização do processo de ensino-aprendizagem, onde os conteúdos podem ser contemplados, de diferentes maneiras, em detrimento às necessidades específicas dos indivíduos.

As informações obtidas, através dos campos de apreensões cognitivos, contextualização e interdisciplinaridade, mostraram-se relevantes para a elaboração da Sequência Didática. Partindo de tudo o que já foi exposto, organizou-se um plano de execução da sequência didática descrito abaixo para o Grupo Experimental – Turma A (**Quadro 18**) e um plano de aulas para o Grupo Controle – Turma B (**Quadro 19**).

Quadro 18 - Plano de Execução da Sequência didática e expectativas pedagógicas, intitulada: Biotecnologia, do desenvolvimento das técnicas às implicações socioambientais desenvolvida com os estudantes do Grupo Experimental, da terceira série do ensino médio da EEEM Dr. José Duarte Filho.

Data Prevista	Nº de Aulas (45h/a)	Título da Aula	Descrição da Atividade	Metodologia utilizada
01/04/19	**2**	**Aula de nivelamento**	Aula voltada a revisão de conceitos sobre o núcleo celular, cromossomos, Diferenças entre DNA e RNA processos de duplicação, transcrição e Tradução de DNA.	Aula Expositiva e Dialogada numa perspectiva Freiriana
02/04/19	**2**	**Trabalhando a estrutura do DNA por metodologias imersivas**	Aula onde serão trabalhadas a estrutura 2D e 3D do DNA, entendimento de suas dinâmicas de interação com outras moléculas, e modificações e mutações possíveis	Metodologias imersivas: Uso de Realidade Virtual
08/04/19	**2**	**A importância da biotecnologia e suas técnicas nos diversos contextos sociais e políticos**	Aula destinada a explanação das principais técnicas de biotecnologia e de edição do DNA. Aula destinada a contextualização e entendimento do desenvolvimento das técnicas de biotecnologia e suas influências políticas	Aula invertida com a utilização de Filmes
09/09/19	**2**	**Extração de DNA**	Aula prática destinada a extração de DNA discussão da importância de Técnicas de manipulação de DNA.	Aula Experimental e Investigativa
15/04/19	**2**	**Proposta de trabalho de pesquisa/ Apresentação da Lei de Biossegurança**	Aula destinada a atividade investigativa com demonstração a partir de modelos a produção de OGM e em seguida passarão a discutir uma proposta de trabalho que hipoteticamente estará relacionada a questionamentos éticos, políticos e socioambientais	Rolling Play
16/04/19	**2**	**Pesquisa de campo em supermercados da cidade**	Aula destinada a levantamento de dados sobre itens da alimentação familiar que são produzidos a partir de OGM.	Aula invertida/Painel integrado.
17/04/19	**2**	**Avaliação das Atividades**	Aula destinada a avaliação das metodologias ativas através da plataforma de interação kahoot.	Utilização do Kahoot
Total	**14**			

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

O **Quadro 19** apresenta os planos didáticos de execução das aulas a partir de metodologia tradicional a serem desenvolvidas no Grupo Controle, onde não foram realizadas

intervenções, os conteúdos e modalidades didáticas encontram-se descritos na ordem de execução em que as aulas foram ministradas.

Quadro 19 -Plano de Execução da Sequência didática: Biotecnologia, do desenvolvimento das técnicas às implicações socioambientais desenvolvida com os estudantes do Grupo Controle, da terceira série do ensino médio da EEEM Dr. José Duarte Filho.

Data Prevista	Nº de Aulas (45h/a)	Título da Aula	Descrição da Atividade	Metodologia utilizada
01/04/19	2	**Aula de nivelamento**	Aula voltada a revisão de conceitos sobre o núcleo celular, cromossomos, Diferenças entre DNA e RNA processos de duplicação, transcrição e Tradução de DNA.	Aula Expositiva e Dialogada
02/04/19	2	O conceito de biotecnologia e as aplicações da genética molecular	Aula destinada a exposição de conceitos relacionados a biotecnologia e a engenharia genética.	Aula Expositiva e Dialogada
08/04/19	2	A importância da biotecnológica para os diversos contextos sociais e políticos	Aula destinada a exposição de temas que demonstrem áreas e aplicações de técnicas e processos biotecnológicos	Aula Expositiva e Dialogada com resolução de exercícios
09/09/19	**2**	A ética científica que envolve a biotecnologia	Aula com exposição de temas que refletem aspectos éticos da utilização de técnicas biotecnológicas	Aula Expositiva e Dialogada a partir da leitura de textos complementares
15/04/19	2	Lei de biossegurança	Aula com exposição de pontos de interesse da Lei de Biossegurança	Aula Expositiva e Dialogada
16/04/19	**2**		Aula destinada a resolução de questões propostas discutindo as temáticas apresentadas	Aula dialogada com resolução de questões propostas
22/04/19	**2**	**Avaliação das Atividades**	Aula destinada a avaliação das metodologias ativas através da plataforma de interação kahoot.	Avaliação continuada
TOTAL	14			

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

5.1 EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ALCANCES PEDAGÓGICOS

5.1.2 Aula 00 – Aula de Nivelamento realizada nos Grupos Experimental e Controle no dia 01/04/2019.

A primeira aula da sequência didática foi definida como aula de nivelamento que se propôs a apresentar de forma breve uma revisão de conteúdos e de conceitos que estão associados ao conteúdo de biotecnologia, mas que, no entanto, são abordados em outros contextos da aprendizagem mais precisamente durante as séries iniciais. Ao longo da aula pretendeu-se dar enfoque aos aspectos históricos de descoberta e de pesquisas sobre o DNA, que mais precisamente se relacionam com as propostas de ensino dessa pesquisa.

A realização dessa atividade teve como principal objetivo revisar aspectos históricos de descoberta do DNA, além de conceitos relacionados ao núcleo celular e ácidos nucleicos e às funções destes nos processos biológicos. A aula deu-se de modo a despertar a curiosidade dos alunos acerca de um conteúdo, a princípio já conhecido. Tendo em vista o desenvolvimento de habilidade de AC, como a utilização de conceitos científicos e a capacidade de integrar valores, e utilizá-los nas tomadas de decisões no dia a dia. De acordo com Ferreira e Justi (2004), apontam a contextualização histórica como parte importante para a compreensão do pensamento científico e para as possíveis conexões que os alunos possam estabelecer entre as diferentes áreas de conhecimento.

A aula teve início com uma perspectiva dialógica questionando os alunos sobre informações acerca do DNA, este momento teve o intuito de verificar os conhecimentos prévios. Em seguida o professor iniciou uma breve exposição do conteúdo com a utilização de Data Show, em uma exposição que discorreu sobre os principais pontos históricos da descoberta do DNA e de sua importância além de estruturas e processos biológicos relacionados ao tema como a duplicação, replicação e transcrição de ácidos nucleicos.

Ao longo desta aula os alunos apresentaram uma postura ativa com relação aos conteúdos demonstrando não ter domínio sobre os conteúdos expostos, mesmo diante da premissa de que em tese este foi abordado em alguma das séries iniciais. Foi possível perceber que conhecimentos básicos como: Quem foram Watson e Crick? Quais os principais compostos orgânicos do DNA? E como os Genes se expressam? Foram acolhidos pelos alunos com grande interesse e curiosidade, tendo, muitos destes alunos, relatado não ter

estudado tais conteúdos nos anos iniciais e desconhecer as informações transmitidas durante a exposição.

Diante de nossa perspectiva de incorporar aos nossos planos de aula estratégias que estivessem de acordo com os estilos de aprendizagem dos alunos (Metamodelos), buscou-se na sequência, fornecer aos alunos elementos concretos que os auxiliarem na compreensão da estrutura do DNA, através experiências cinestésicas por meio do manuseio e manipulação de modelos das Estruturas de DNA (**Figura 3**). O intuito de tal estratégia foi fazer com que os alunos pudessem perceber a molécula de DNA como um polímero constituído por outras substâncias que mantêm interações químicas e que se mantêm ligadas em um determinado padrão.

Figura 3 - Momentos de atividades durante a primeira aula da sequência didática. (a) breve exposição sobre o tema; (b-c) utilização de modelo didático da molécula de DNA, pelo professor com auxílio de alunos; (d-f) Momento de interação e de atividade em equipe com utilização de modelo didático.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Simultaneamente, no Grupo Controle a aula de nivelamento se desenvolveu por meio da mesma metodologia proposta e a instrumentalização do conteúdo deu-se de modo semelhante, sem que, no entanto, houvesse um direcionamento para as metodologias ativas as quais o Grupo Experimental seria submetido nas próximas aulas.

5.1.2. Aula 01 – Trabalhando a Estrutura do DNA a partir Metodologias Imersivas e Modelos tridimensionais (02/04/2019)

Durante a realização das atividades da segunda aula da sequência didática buscou-se conduzir os alunos através de duas práticas investigativas a partir do uso de Realidade Virtual e da utilização de Kits moleculares. As práticas estiveram voltadas basicamente para a compreensão da estrutura tridimensional do DNA e das sequências de bases nitrogenadas para a função codificante do DNA.

Com relação aos objetivos entrelaçados as perspectivas de AC a aula teve por objetivo ensejar os alunos a utilizar os conceitos científicos e a serem capazes de integrar valores aos conhecimentos adquiridos, além de compreender que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.

Desse modo, a aula teve início com uma breve exposição do professor sobre a estrutura molecular do DNA, dando ênfase a aspectos conformacionais dos ácidos nucleicos, para que os alunos pudessem compreender a molécula de DNA como uma estrutura em suas três dimensões (3D) e as interações e propriedades que emergem de tal conformação molecular. Para Salzman *et al.,* (1999) alguns aspectos das ferramentas de RV, tem ajudado na aprendizagem de conceitos complexos, como: a utilização de pistas visuais, auditivas e táteis para a resolução de problemas.

Ao final da exposição, para exemplificar os aspectos estruturais e conformacionais da molécula de DNA e RNA e utilizando como instrumento didático o KIT MOLECULAR, o professor passou a orientar a construção, em equipe uma das bases nitrogenadas (adenina, citosina, guanina ou Timina), a partir da visualização de uma estrutura em 2D, entregue a equipe. Deste modo os alunos puderam transpor características de uma estrutura que até então os mesmos conheciam em duas dimensões (2D) para uma estrutura em três dimensões (3D), vindo tal proposta de atividade auxiliar no processo de abstração da estrutura complexa do DNA (**Figura 4**). De acordo com Justina e Ferla (2006), apontaram o uso de modelos de DNA, associado a metodologias problematizadoras como um artifício pedagógico de excelente aceitação por parte dos alunos além de promover bons resultados de aprendizagem.

A medida que os alunos foram construindo suas representações de bases nitrogenadas, o professor pode discutir com os mesmos das diferentes propriedades químicas que estão envolvidas na dinâmica das interações que fazem com que a molécula de DNA tão singular para o entendimento da vida e fenômenos explicados pelo campo da genética.

Figura 4 - Momentos atividade no Grupo Experimental. (a-b) Professor explicando as interações químicas a partir de estruturas montadas com kit molecular; (c-e) Alunos expondo os modelos de bases nitrogenadas montadas pelos mesmos durante a aula;(f) Alunos discutindo questões propostas a partir da atividade.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Os alunos puderam ainda compreender as interações químicas também podem sofrer alterações em virtude de dinâmicas e interações químicas que a molécula estabelece com outros compostos, e compreender falhas genéticas, mutações cromossômicas e ainda erros inatos de metabolismo podem ocorrer em detrimento da complexidade da estrutura da molécula de DNA.

Após feita a montagem e discussão das bases nitrogenadas o professor sugeriu aos alunos, que estes, se reunissem em equipes de 5 para realização da atividade. Foi entregue a cada um dos grupos um VR BOX (Óculos de realidade virtual) e um roteiro contendo um pequeno tutorial de acesso a aplicativo MacroMolRV[3] (O download do *app* no próprio celular do aluno, foi sugerido em momento anterior a aula). O roteiro de atividade guiou os alunos através de uma experiência 3I (Interação, imaginação, Imersão) explorando assim a estrutura molecular dos ácidos nucleicos (**Figura 5**). Durante este momento o professor interagiu com os alunos auxiliando-os na exploração Virtual da Estruturas das moléculas.

[3]MacroMols VR é um aplicativo móvel onde você pode experimentar macromoléculas como DNA, RNA, carboidratos e estruturas proteicas (do PDB - Protein Data Bank) em uma realidade virtual, usando o Google Cardboards.

Figura 5 - Imagens das atividades voltadas para o uso de RV. (a) Alunas inciam as configurações do aplicativo a partir das orientações do professor; (b-d) Alunos interagem com a ferramenta de Realidade Virtual; (e) o professor discute a experiência com os alunos relacionando os objetos observados com as imagens presentes no livro.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao final, criou-se um momento de socialização em que os alunos compartilharam de suas experiências, expuseram suas dúvidas e puderam descrever aspectos de sua percepção que ainda não lhes era de conhecimento.

No Grupo Controle contiveram um caráter meramente expositivo em que foram apresentados como principais agentes na transmissão dos conhecimentos, a partir de uma aula expositiva e dialogada. Os mantiveram-se atentos a exposição, não apresentando questionamentos ou ainda alguma postura que pudesse ser classificada com o uma postura ativa diante da aprendizagem. Há que se levar em consideração que o uso de metodologias tradicionais nos primeiros meses do ano, findam por dificultar as interações entre professores alunos, sendo este um dos pontos que julgamos ser um dos principais fatores da falta de interação durante esta aula.

5.1.3 AULA 02 (Primeira Parte) – A importância da Biotecnologia e suas técnicas nos diversos contextos sociais e políticos (08/04/2019)

A terceira aula dentro de nossa sequência didática teve o intuito de apresentar aos alunos as principias técnicas e procedimentos da biotecnologia, que foram apresentados

posteriormente com foco das discussões socioambientais em sala de aula. Através de uma metodologia dinâmica em sala de aula os alunos puderem acompanhar a exposição dos conteúdos realizando anotações através das fichas para acompanhamento de aulas que tiveram a função de auxiliar os alunos na tarefa de anotar e esquematizar o conteúdo abordado. Esta aula foi dividida em dois momentos: uma aula de exposição de técnicas com elaboração de Mapas Mentais e uma aula voltada para a discussão das análises dos filmes.

Tendo como objetivo principal descrever as principais técnicas de biotecnológicas e de engenharia genética destacando seus campos de aplicações, limitações e inovações no uso das técnicas. A aula também buscou ainda a compreensão das aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações e o reconhecimento da origem da ciência, além de compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados, na necessidade ou ainda das demandas que as sociedades capitalistas, por fim, impõem aos sistemas de produção. Deste modo, buscou-se trabalhar os aspectos de AC, que de cordo com Chassot (2000) deve conduzir os alunos não somente a uma leitura e compreensão de conceitos de determinadas áreas, mas também a uma leitura de mundos associados às dimensões políticas, sociais e econômicas.

Guiados pela perspectiva dos metamodelos a aula teve por objetivo fazer com que os alunos exercitassem a sua capacidade de registro de informações, elaboração de esquemas e ainda de mapas mentais, de modo que os alunos pudessem aprender ativamente, além de poderem criar diferentes estruturas de representação dos conteúdos que estivessem de acordo com as suas percepções de aprendizagem.

Durante a realização desta atividade os alunos relataram ter apreciado a metodologia por esta lhes fornecer um molde inicial para suas anotações que muitas vezes não são estimuladas em sala de aula. Como se não fosse ou não tivesse um papel de importância na aprendizagem dos alunos. Sobre os mapas mentais, os estudantes se mostraram motivados em elaborar estruturas que demonstrassem em sua totalidade os aspectos abordados em aula os quais podiam conter ainda elementos criativos relacionados ao tema. De acordo com Tavares (2007) um mapa conceitual torna mais fácil a percepção e compreensão por aproximar a memória visual e as imagens que são apresentadas.

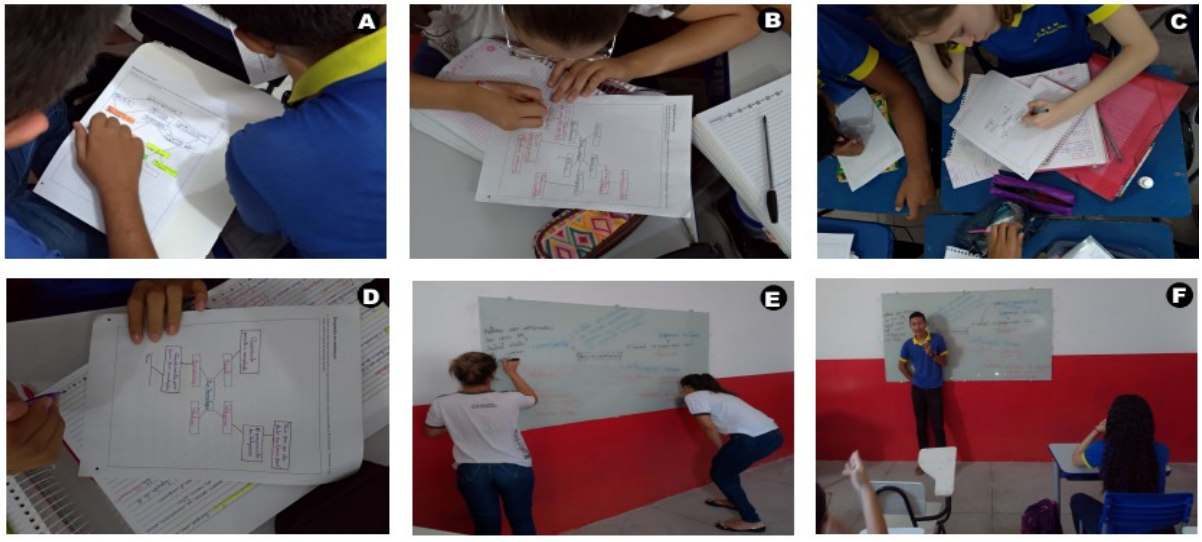
No início das interações o professor entregou a cada um dos alunos uma ficha de acompanhamento de aula que continham basicamente expressões para preenchimento e espaço determinado para a elaboração do mapa mental.

A aula teve início com a discussão de questões para reconhecimento dos saberes prévios sobre as técnicas a serem estudadas. Algumas das questões iniciais estiveram direcionadas para distinção de engenharia genética e a biotecnologia de um modo geral, além de outras questões que refletiam a evolução tecnológica; despertando assim, a curiosidade dos mesmos quanto a natureza do assunto tratado.

Após as indagações e esclarecidas as dúvidas iniciais dos alunos, a aula foi iniciada apresentando-se as características que distinguem as técnicas de biotecnológicas das técnicas de engenharia genética. Logo após foram apresentadas as principais técnicas definindo a partir dos objetivos propostos a conceituação de cada uma das técnicas, evidenciando os processos que os caracterizam, suas aplicações, limitações e possibilidades de inovação nos diversos setores de produção humana.

Ao final da exposição os alunos foram auxiliados na elaboração dos mapas mentais, utilizando a ficha de acompanhamento de aula entregue no início da aula (**Figura 6**).

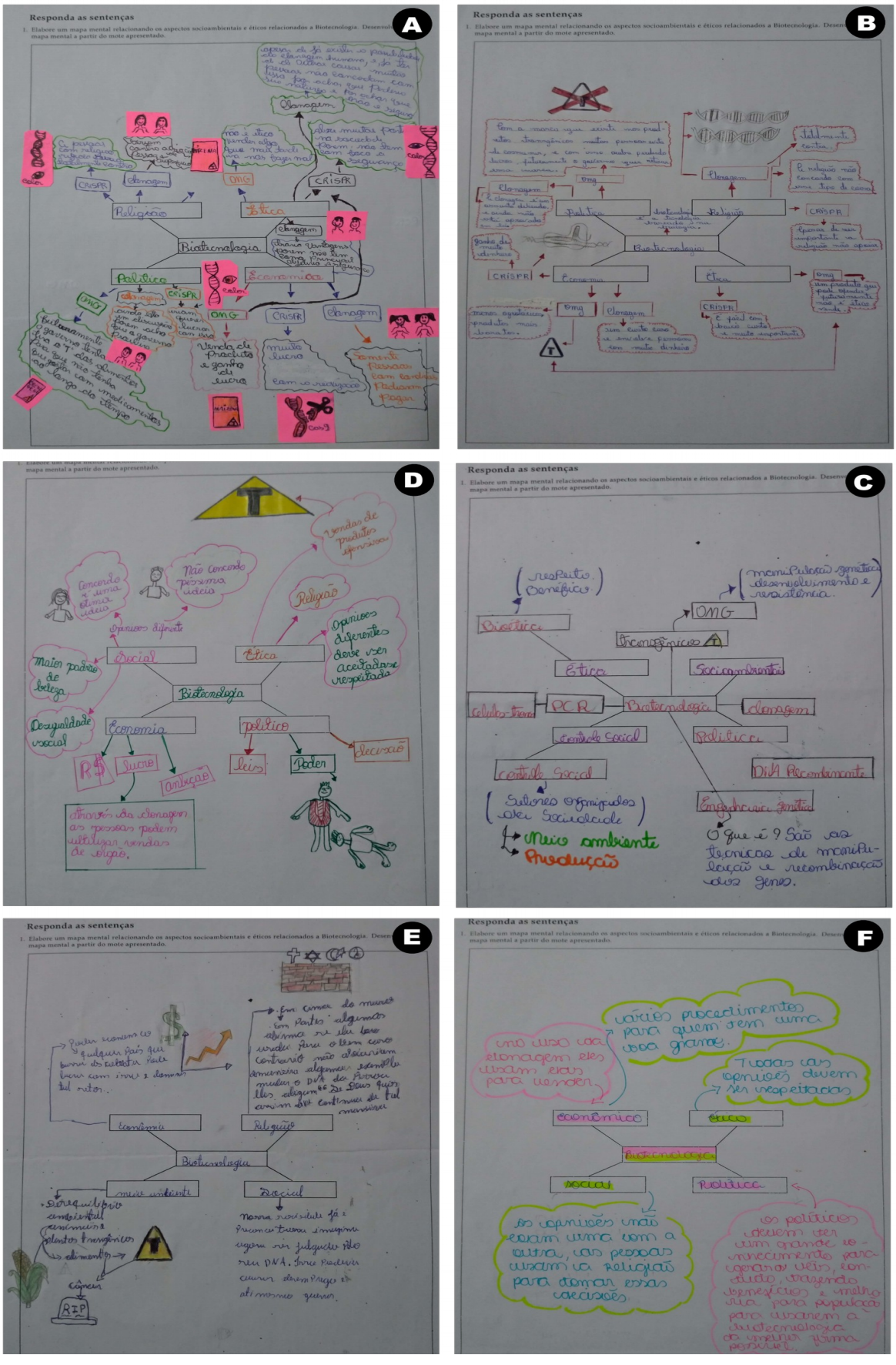
Figura 6 - Atividade dinâmica envolvendo os alunos na elaboração de mapas mentais. (a-d) Alunos elaborando mapas mentais a partir de um mote apresentado pelo professor; (e-f) Alunos construindo um mapa mental coletivo no quadro branco e discutindo suas contribuições.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao final da aula os alunos socializaram os pontos destacados por eles e apresentando breve explicação sobre as relações destacadas em seus mapas mentais, em seguida a ficha de acompanhamento foi entregue ao professor para registro e avaliação da atividade (**Figura 7**). A análise desses Mapas conceituais dos 25 alunos pesquisados no Grupo Experimental produzidos pelos alunos está expressa logo abaixo (**Quadro 20**).

Figura 7 - Mapas mentais elaborados pelos alunos, abordando diferentes temáticas sobre o uso da biotecnologia e de técnicas da engenharia genética, durante a aula



Quadro 20: Análise das Categorias abordadas no Mapas Conceituais dos alunos, quanto aos aspectos da Alfabetização Científica propostos por Chassot (2000) e Sasseron e Carvalho (2016), abordados durantes as aulas e quanto à classificação da Biotecnologia segundo a Classificação estabelecida por Kafarski (2012).

	Categorias de Análise das Dimensões interdisciplinares apontados pelos alunos nos Mapas Conceituais										
	Aspectos da alfabetização científica (CHASSOT, 200; SASSERO; CARVALHO, 2016)							**Aspectos da Classificação Biotecnológica (KAFARSKI, 2012)**			
	Política	**Religiosa**	**Ética**	**Social**	**Ambiental**	**Econômica**		**Biotec-Branca**	**Biotec-Azul**	**Biotec-Verde**	**Biotec-Vermelha**
P1	x	x		x		x					x
P2	x	x	x			x		x		x	x
P3		x		x	x	x				x	x
P4		x		x	x	x		x		x	x
P5	x		x	x		x		x			x
P6	x	x		x		x		x			x
P7		x		x	x	x					
P8		x	x		x	x				x	
P9	x	x	x			x		x		x	x
P10	x	x		x		x		x		x	x
P11		x		x	x	x		x		x	x
P12	x		x	x	x			x		x	x
P13	x	x	x	x		x		x		x	x
P14	x	x	x			x		x		x	
P15	x		x	x		x				x	x
P16	x		x	x		x					
P17		x	x	x	x			x		x	x
P18	x	x		x		x					x
P19		x	x	x	x			x		x	x
P20	x		x	x	x	x		x		x	
P21		x		x	x	x		x			
P22	x	x	x			x		x		x	x
P23	x		x	x	x					x	x
P24	x	x		x		x					x
P25	x		x	x	x	x		x		x	
Total	17	18	15	20	12	21		16	0	17	18

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A análise do Quadro 20, de modo geral apresenta os principais aspectos de aprendizagem dos alunos sobre diferentes áreas da biotecnologia e de modo indireto os aspectos interdisciplinares e de interesse para a AC. Para a análise de tais aspectos os mapas conceituais dos alunos foram categorizados de acordo com principais aspectos e dimensões relevante e necessárias à formação integral cidadã de acordo com Chassot (2000), Sasseron e Carvalho (2016) e Fourez *et al.* (1997), sendo estes, os aspectos: políticos, sociais, éticos, religiosos, ambientais e econômicos. Para a categorização dos dados quanto a diferentes áreas das biotecnologias, utilizou-se a classificação proposta por Kafarski (2012), em que o autor divide as principais áreas de interesse e aplicação da biotecnologia em biotecnologia: Branca (Industrial), Verde (Agricultura), Azul (Microrganismo marinhos), Vermelha (Médico e Farmacêutico).

Ao analisarmos nos Mapas conceituais as representações dos alunos, quanto aos aspectos de AC, percebeu-se que as representações dos aspectos: religiosas (18), sociais (20) e econômicas (21) foram as mais representativas no total de mapas analisados. Este resultado deve-se provavelmente a maior facilidade de contextualização, que os alunos encontram em relacionar a biotecnologia à discussões sobre estes aspectos. É possível que os resultados menos representativos para os aspectos: éticos (15), políticos (17) e ambientais (12) devam-se de modo contrário da dificuldade de contextualização que os alunos possam apresentar.

De acordo com Direito *et al.* (2014), temas tratados com mais frequência pelas mídias estão mais próximos da realidade dos alunos facilitando assim a sua contextualização. Dados semelhantes foram observados por Pedrancini *et al.* (2008), em que as respostas dos alunos apresentaram grande influências da mídia especialmente no contexto de apresentação das vantagens e desvantagens de transgênicos. Nesse sentido, torna-se compreensível uma baixa representatividade dos aspectos éticos, políticos e ambientais, sendo estes, entendidos como novos conhecimentos recém-adquiridos a partir das abordagem ativas em sala de aula.

É preciso lembrar, no entanto, que alguns destes aspectos, como os políticos e ambientais, não se fizeram presentes na análise dos questionários pré-teste, sendo o aparecimento de tais aspectos nos mapas conceituais uma consequência direta das abordagem realizadas em sala a partir das metodologias ativas.

Ao que ser refere a classificação de áreas de interesse e aplicação da biotecnologia segundo Kafarski (2012), foi possível perceber que os alunos apresentaram em seus mapas conceituais representações que remeteram a conhecimentos relacionados principalmente a três áreas da biotecnologia: Branca (16), Verde (17) e Vermelha (18). Ao referirem-se a aplicações

da biotecnologia branca, surgiram descrições de aplicações da biotecnologia principalmente no campo da indústria de medicamentos e de biocombustíveis, para a biotecnologia Verde, os alunos apontaram basicamente a produção de OGM, como plantas e animais, além de citarem o melhoramento genético como condição que pode prejudicar o meio ambiente, sobre a biotecnologia Vermelha surgiram descrições quanto a produção de medicamentos, tratamentos e terapias por células-tronco, clonagem e CRISPR, sendo ainda citado a produção de cosméticos.

Nenhum dos mapas conceituais apresentou representações de aplicações da biotecnologia Azul, sendo esta destinada a aplicação a exploração dos recursos marinhos, mesmo tendo sido este um dos temas tratados em sala de aula. Mais uma vez, é interessante notar que a ausência de representatividade desta área nos mapas conceituais pode estar relaciona a dificuldades de contextualização por parte dos alunos, visto que estes em boa parte não conhecem a diversidade biológica e tão pouco os recursos marinhos a serem explorados. Neste sentido, percebe-se que mesmo o uso de metodologias ativas pode não ser suficiente para à contextualização quando os elementos que compõe o universo da aprendizagem encontram-se distantes do cotidiano do aluno. O conhecimento desvinculado da realidade do aluno não se faz suficiente para que o aluno compreenda uma dada problemática e o transforma em ações sociais (GUIMARÃES, 2004).

5.1.3 AULA 02 (Segunda Parte)–A importância da Biotecnologia e suas técnicas nos diversos contextos sociais e políticos (08/04/2019)

O Segundo momento desta aula da sequência didática teve por objetivo situar os alunos no cerne de algumas das principais discussões socioambientais e éticas sobre o uso das técnicas e de produtos da biotecnologia e da engenharia genética mais especificamente. A aula foi realizada sob a modalidade de aula invertida "*Flipped Classrom*" onde os alunos foram instigados a mergulhar em algumas das discussões propostas a partir da análise de filmes de ficção científica que abordam de forma crítica as consequências de algumas das principais biotecnologias e técnicas de engenharia genética. De acordo com Bergmann (2018), a aprendizagem invertida possui dentre outras vantagens a possibilidade de convencer os alunos a tornarem-se ativos em seu processo de aprendizagem tornando assim os momentos de aula relevantes e significativos.

O objetivo principal desta aula foi despertar nos alunos a percepção dos processos biotecnológicos que se encontram hoje no cerne de discussões éticas, políticas, socioambientais como fonte motriz de pensamento crítico da nossa condição humana e planetária por meio de filmes de ficção científica. Na perspectiva da AC teve como elementos norteadores da prática: Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los; compreender que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos e envolve as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações. Para Leal, Miranda e Casa Nova (2018), a utilização de filmes no processo de ensino aprendizagem, motiva os alunos, a medida que se configura como uma aprendizagem lúdica, considerando rítmo de aprendizagem do aluno e estimulando o seu domínio afetivo.

Sob o enfoque dos Metamodelos a aula buscou a partir do envolvimento com as temáticas a partir de enredos envolventes e de personagens cativantes, levar os alunos a se colocarem no lugar de alguns dos principais personagens e a partir deste ponto de ancoragem levá-los a refletir sobre as diversas situações que em muitas das vezes fogem ao controle e colocam os personagens em situações conflitantes e que expõem alguns dos principais dilemas ético científicos, políticos e socioambientais.

Para o desenvolvimento desta atividade os alunos receberam instruções prévias sobre a atividade; o professor orientou os alunos em aula anterior sobre a tarefa, pedindo que os alunos se dividissem em equipes de 5 alunos para a realização da atividade. Após a formação dos grupos o professor entregou um DVD com o filme a ser assistido pelo grupo para realização da atividade. Junto com o filme os alunos foram orientados por um estudo dirigido com instruções sobre os principais pontos do filme a serem analisados e temáticas em foco, auxiliando-os na apreensão das principais ideias relacionadas a biotecnologia tratadas no filme. Ainda no estudo dirigido os alunos receberam instruções sobre o *teaser* a ser elaborado a partir da análise dos pontos do filme e a partir de suas percepções sobre a temática.

Ao serem informados sobre a atividade os alunos apresentaram uma sugestão alternativa para a apresentação das análises dos filmes, sendo esta sugestão a de uma apresentação em *slides* sobre os principais pontos de discussão a serem argumentados a partir da análise do filme. Demonstrando deste modo preferirem uma forma de apresentação oral, em vez de uma apresentação visual; sugestão, esta que foi acatada pelo professor como forma de construção e escolha participativa das metodologias de trabalho. Para Leal, Miranda e Casa Nova (2018), o seminário deve ser uma técnica de ensino socializada e que requer

habilidades, como a inter-relação de temas e pessoas, em que os alunos também possam atuar como polinizadores de ideias, socializando suas aprendizagens.

Cada equipe recebeu um filme diferente, a fim de, que pudessem ser trazidos para o momento de aula, diferentes contextos e diferentes percepções a serem discutidas sobre as implicações socioambientais da biotecnologia, dilemas éticos, políticos e religiosos. Os filmes escolhidos forma: OKJA, GATACA, JURASSIK WORD I, JURASSIK WORD II, ONDE ESTÁ SEGUNDA? A ILHA.

Na aula seguinte, o professor deu pleno espaço para as apresentações e interações para que os alunos relatassem os seus pontos de vista, percepções e conclusões acerca do filme a partir da análise. O professor assumiu um papel de mero mediador das interações, guiando o foco das discussões de modo que cada grupo pudesse apresentar suas ideias e que cada um dos contextos pudesse ser analisado de forma sistemática.

Durante esta aula no Grupo Controle, o professor realizou a exposição dos conteúdos com uso de slides, que fazem parte do material didático que compõem o livro didático adotado a partir do PNLD de 2017. Estando tal apresentação restrita ao conteúdo do livro didático. Durante a exposição os alunos mostraram-se curiosos sobre algumas das técnicas apresentadas e levantando questionamentos que estiveram voltados para o melhor entendimento das técnicas. Questões como: Isso é mesmo possível? Dá para fazer um clone humano? Foram alguns dos principais questionamentos, sendo estes entendidos com questionamentos básicos de curiosidade, sobre os temas. Ao final da exposição foi realizada a resolução e discussão de questões propostas junto com os alunos por meio de alguns dos exercícios de fixação do conteúdo presente no livro.

5.1.4 AULA 04 – Extração de DNA (15/04/2019)

A quarta aula da sequência didática buscou apresentar para os alunos a extração de DNA partir do método investigativo em que os alunos foram conduzidos a partir de um roteiro a desenvolver a técnica realizando a observação das principais etapas da prática efetuando as possíveis comparações, durante a fase de prática experimental, entre resultados de experimentações dos grupos.

O objetivo desta prática foi demonstrar de forma experimental a técnica de extração de DNA de banana e da cebola a ser desenvolvida sob o viés investigativo. Alguns dos objetivos procedimentais a serem trabalhados durante a aula consistiram na apreciação da

extração de DNA, como técnica primordial a execução de outros trabalhos de manipulação e de edição de DNA e ainda no reconhecimento de métodos e técnicas pelos quais a ciência se processa. Para o desenvolvimento de habilidade de alfabetização científica puderam discutir e compreender as aplicações das tecnologias e as implicações desta técnica, além de reconhecer os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para os avanços científicos em áreas como a medicina.

A aula foi realizada sob a perspectiva de uma aula experimental de prática laboratorial para extração de e visualização de material biológico (ácido nucleico), sob o viés investigativo. Rivas, Pinho e Brenha (2011), apontam o uso da experimentação como prática motivadora do processo de ensino aprendizagem e que se refletem de foma relevante no processo de ensino aprendizado. Ao início foi entregue a cada aluno um roteiro de aula prática e de acompanhamento de aula, previamente o professor explicou a técnica e os riscos de realização das práticas instruindo os alunos a tomarem os cuidados necessários durante a execução e observação das etapas de realização.

Seguidas as orientações prévias, as atividades tiveram início com a divisão de atividades de modo que os alunos assumissem uma postura ativa diante da prática e despertando assim o interesse pela realização da atividade (**Figura 8**). A medida que as etapas foram realizadas o professor os alunos foram orientados a registrar, anotar e descrever os processos que serviriam para a composição do relatório de aula.

Figura 8 - Aula investigativa para extração de DNA da banana. (a-b) discussão dos procedimentos dos experimentos e organização dos grupos; (c) Disposição dos materiais a serem utilizados; (d-e) o professor dá dicas de manuseio de materiais; (f) o professor acompanha os alunos no preparo da solução de lise celular.



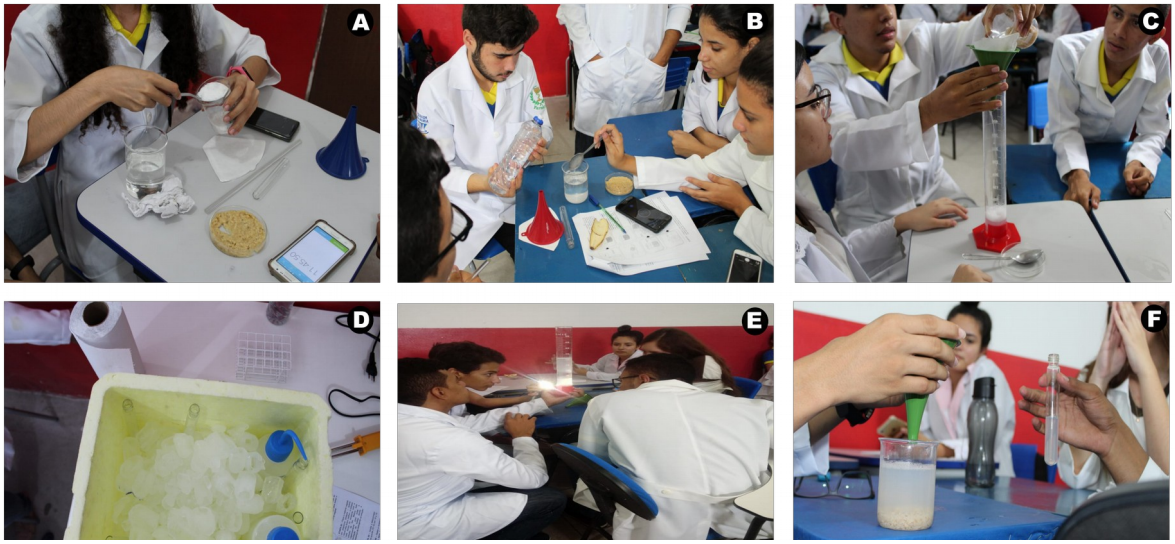
Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Durante a realização da prática o professor discutiu com os alunos as propriedades da molécula de DNA, e as interações e reações com os diferentes compostos do DNA, de modo a relacionar conhecimentos adquiridos na aula anterior sobre as estruturas e conformação do DNA. De acordo com Silva *et al.* (2017), a realização de práticas experimentais, como a desenvolvida em nossa pesquisa, contribuem para a contextualização dos conteúdos a realidade do aluno dando mais significado as suas aprendizagens.

Realizados todos os procedimentos que antecedem a preparação para a visualização do DNA, e finalizado a prática o professor deu espaço para que os alunos pudessem expor suas dúvidas e respostas adequadas aos questionamentos. Ao final desta etapa os alunos entregaram os relatórios de aula prática, bem como as respostas das questões discursivas.

Durante a realização desta atividade os alunos demonstraram grande interesse e entusiasmo na realização destas atividades (**Figura 9**), desempenhando excelente trabalho em equipe em respeito as limitações de alguns colegas (Alguns não tinham celular para registro das práticas) e ao local de trabalho que não apresentava as mínimas condições para a realização desta técnica. A participação dos alunos foi de extrema importância para a adaptação e improvisações das técnicas, não somente quanto a utilização de pequenos espaços disponíveis (organizando o espaço da sala), mas também providenciando equipamentos necessários para a técnica como liquidificador (utilizado para o processamento do material biológico) e caixa de isopor (utilizado para o banho frio).

Figura 9 - Prática de extração do DNA da banana e da cebola, momento das experimentações. (a-b) preparação da solução de lise celular; (c) filtração do material processado da banana em solução de lise; (d) banho frio adaptado pelos alunos em caixa de isopor com gelo; (e-f) Visualização do DNA em proveta e em tubos de ensaio.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Tais envolvimentos se refletem positivamente na aprendizagem destes alunos que demonstram através de suas emoções, curiosidades, trabalho em equipe e empenho no registro das atividades que estes estão abertos a atividades que os mobilizem na direção de um sentido mais prático de suas aprendizagens.

Ao mesmo tempo, no Grupo Controle os alunos foram instruídos através da leitura de textos complementares a aprofundarem seus conhecimentos sobre algumas das técnicas atuais de engenharia genética, como o Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR) e sobre questões socioambientais. O professor iniciou a aula orientando os alunos a realizarem uma leitura silenciosa e em seguida passou a conduzi-los a partir de uma discussão coletiva onde pode-se perceber a participação de poucos alunos, apesar dos olhares e ouvidos atentos durante a leitura e explicação dos textos. Apesar dos esforços do professor de fazê-los discutir entre si as temáticas propostas, é preciso mencionar que as metodologias não favorecem o envolvimento dos alunos. Além disso, a disposição em que os alunos foram mantidos em sala (em círculo de discussão) não permitiu que os estudantes pudessem interagir entre si, de forma tão eficiente, como quando os colocamos em pequenos grupos, a exemplo do que foi feito no Grupo Experimental.

5.1.5 AULA 05 – Proposta de trabalho de pesquisa/ apresentação da Lei de Biosseguran-ça (16/04/2019)

A quinta aula da sequência didática foi destinada ao aprofundamento de discussões e de elaboração de uma proposta de trabalho que estivesse voltada para a emancipação de informações que já haviam sido trabalhadas junto aos alunos nas aulas anteriores. A aula esteve voltada para elaboração de respostas onde os argumentos dos alunos pudessem ser trabalhados em uma perspectiva de endossamento as argumentações um carácter crítico científico.

O objetivo dessa atividade foi criar um cenário de discussões a partir de uma proposta fictícia de trabalho em que as questões éticas, políticas e socioambientais compusessem o principal argumento para aceitação ou rejeição da proposta. Para Leal, Miranda e Casa Nova (2018), o debate proporciona a reflexão dos alunos sobre um ou vários temas polêmicos, permitindo a eles formularem ideias de forma verbalizada.

Em relação as habilidades de AC nosso intuito foi o de fazer com que os alunos pudessem compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade e compreende que a sociedade

exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede. De acordo com Sasseron e Carvalho (2016), é preciso dar ensinar aos alunos as estreitas relações entre a sociedade e o desenvolvimento tecnológico, no sentido de que esses alunos possam posicionar-se e agir de forma consciente e reflexiva sobre o ambiente em que vivem, atuando participando de debates públicos.

A aula teve início a partir da sugestão de que os alunos se dividissem em equipes de no máximo cinco integrantes, após formadas as equipes, foi feita uma breve explicação de como a aula seria ministrada. Após a explicação e motivado pelo interesse e entusiasmo dos alunos a aula foi reorientada de modo a ser realizada a partir da técnica de Giro colaborativo (**Figura 10**), onde os alunos podem inicialmente trocar ideias com os outros grupos sobre a discussão e trocar informações relevantes para a construção de seus posicionamentos e finalmente para a exposição dos conteúdos.

Após a reorientação da atividade os alunos tiveram um tempo de 45 minutos para realização do completa do giro completo pela sala, onde o aluno visitante teve um tempo de permanência de 5 minutos em cada grupo. Durante a realização da atividade o professor orientou os alunos sobre os pontos a serem considerados durante a proposta de trabalho que serão apresentadas aos demais grupos como forma de sociabilização de discussão das propostas de cada grupos.

Figura 10 - Atividade Giro colaborativo realizada na turam piloto. (a-d) Equipe de alunos discutindo os temas com os integrantes de outras equipes a realizar o giro colaborativo; (e-f) professor interagindo com os grupos auxiliando na orientação de discussões.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Durante as apresentações as demais equipes trabalharam em conjunto para avaliar as ideias de trabalho de pesquisa dos demais grupos. Ao final da aula os alunos entregaram as propostas de trabalho para posterior registo e avaliação das atividades.

Pode-se perceber durante a realização desta atividade que a participação dos alunos na elaboração de proposta de atividade ou escolha de metodologias é um aspecto relevante dentro do processo de aprendizagem. Considerar as sugestões dos alunos ou ainda levar em considerações suas motivações e interesses de trabalho, podem tornar a aula ainda mais produtiva e prazerosa. É preciso considerar que a sistematização dos conteúdos; o rigor metodológico ou ainda a inflexibilidade nos planos de ensino, não devem ser os principais elementos norteadores nas metodologias ativas. A participação dos alunos criou pontes de comunicação entre professor-aluno além de fazê-los se sentirem importantes ou que as suas opiniões passam a ser relevantes para o desenvolvimento de aprendizagem significativas.

Ao passo que atividade de cenários fictícios havia sido pensada para motivar os alunos para uma discussão significativa, os alunos demonstraram estar um passo adiante, ao já se posicionarem e prontos para a discussão. Nesse sentido, o professor considerou desnecessário seguir o planejamento e permitir que o foco das discussões fosse guiado pelo entusiasmo e pelas motivações pessoais dos alunos, que propuseram uma continuação das discussões que estes julgaram '*apenas iniciadas*' durante a aula invertida.

Para o desenvolvimento dessa temática no Grupo Controle, os conteúdos foram repassados a partir de aula expositiva. Durante esta aula os alunos demonstraram pouco interesse e desmotivados diante da exposição de um tema jurídico e que ao ver de muitos, estaria totalmente distante de suas realidades. Mesmo diante da explicação do professor de que tais informações se mostram necessárias ao exercício da cidadania, os alunos demonstram-se totalmente dispersos diante da temática. Ao final da aula apenas dois alunos, procuraram o professor solicitando materiais necessários para aprofundamento do conteúdo. Diante disso, pode-se inferir que diante de determinadas metodologias tradicionais em que não há um total envolvimento de uma parcela considerável dos estudantes, alguns alunos se omitem e passam a não participar ativamente durante a aula, deixando questionamento importante e que poderiam enriquecer o momento de aula para momentos a posteriori.

5.1.6 AULA 06 Pesquisa de Campo em Supermercados da Cidade (22/04/2019)

A última aula dessa sequência didática foi realizada no sentido de sensibilizar os alunos quanto ao seu papel como consumidor e como agentes que estão inseridos dentre de uma temática atual que já os afeta diretamente todos os dias, o consumo de transgênicos na alimentação. A aula teve o intuito de despertar nos alunos a curiosidade pela busca de produtos transgênicos nas prateleiras dos supermercados, onde costumam comprar itens alimentícios. Segundo Leal, Miranda e Casa Nova (2018), o estudo de campo ou visita técnica pode ser considerada uma prática interdisciplinar de extrema relevância, proporcionando aos alunos o encontro do seu cotidiano em sala de aula com o ambiente profissional.

Dentre as habilidades de alfabetização científica buscou-se conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica que os estudantes devem recorrer quando diante de situações de tomada de decisões e fazer distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.

Com relação aos metamodelos buscou-se um maior envolvimento dos alunos a partir da prática de fazer com que os alunos se sentissem pesquisadores de algo que está relacionado a sua vida cotidiana e que direta e indiretamente está relacionado com suas satisfações pessoais e com a saúde coletiva.

Um espaço pré-definido na cidade foi escolhido com os alunos, como o ponto de encontro para a realização da atividade. O professor deu início a aula de campo expondo algumas questões de cunho teórico que eram necessários para a pesquisa. Foi sugerido aos alunos que se dividissem em equipes de no máximo cinco alunos, para realização do trabalho de pesquisa. Foi entregue a cada um dos grupos duas fichas com planilhas para anotação dos itens a serem pesquisados (**Figura 11**). De acordo com Krasilchik (2011), trabalhos de campo realizados próximos a escola, solucionam parte dos problemas logísticos e de autorização dos pais, além fornecer aos alunos oportunidades para explorar sua comunidade e ambiente de vivências. Além disso, tais atividades protagonizam o aluno a partir de atividades problematizadoras onde estes são levados a organizarem-se com grupo, observar, coletar dados e por fim discuti-los.

Após colhidas as informações os alunos retornaram à escola para a organização, sistematização e análise dos resultados. Como forma de interação e de integrar os dados coletados pelos alunos o professor reuniu todos os dados em uma planilha eletrônica com o objetivo de tornar os dados legíveis a partir da elaboração de gráficos.

Figura 11 - Atividade de Campo realizada com o Grupo Experimental nos Supermercados da Cidade de Uiraúna. (a-c) Equipes de alunos em 3 diferentes estabelecimentos de venda efetuando levantamento sobre transgênicos; (d) acompanhamento do professor orientando a pesquisa sobre os produtos; (e-f) Momentos da pesquisa em que os alunos demonstram estar à vontade no ambiente realizando a pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Como forma de desafio da aprendizagem e de dinamizar a discussão os alunos reorganizaram os resultados para apresentação de forma dinâmica a partir de poemas, paródias, pintura, esquete teatral ou Jornal informativo. Somente após a reorganização dos dados foram realizadas as discussões com os alunos deu-se início as discussões dos resultados, abrindo espaço para que os alunos participem apresentando seus pontos de vista.

A atividade transcorreu de forma satisfatória sendo os alunos, mais uma vez, os principais agentes dessa pesquisa. Os estudantes mostraram-se engajados e determinados a efetuar o levantamento do maior número de itens alimentares e da agricultura orgânica possível. No estabelecimento, onde realizaram o levantamento, organizaram-se em grupo para coletar o maior de informações aceca dos produtos.

Algo que tomou destaque em nossas observações é que os alunos passaram a ser auxiliados pelos próprios atendentes que se mostraram a disposição para ajudar os alunos. Ao

mesmo tempo em que auxiliaram, os comerciantes também se mostraram curiosos quanto ao trabalho, curiosidades e dúvidas que logo foram esclarecidas pelos próprios alunos. Estes aspectos se mostraram relevantes pois, pode-se perceber a capacidade dos alunos de buscar informações e de firmar parcerias, ainda que temporárias, com outros agentes para a resolução da atividade proposta.

A cidade de Uiraúna possui um potencial econômico voltado para o comércio, fato que se julgou importante para a realização dessa atividade. Sendo este um trabalho que visa a conscientização quanto ao uso de transgênicos, um dos aspectos intrigantes foi o de que os próprios comerciantes se mostraram abertos as sugestões e interessados quanto os resultados. Resultados que para muitos pode significar alterações nas demandas de produtos. O fato de não haver rejeições por parte dos comerciantes deixou os alunos ainda mais à vontade para a realização dos trabalhos.

Para a realização da última aula no Grupo Controle, foi entregue uma lista de questões do ENEM e de vestibulares anteriores, sobre o tema biotecnologia. Para o desenvolvimento dessa atividade os alunos foram orientados a trabalhar em duplas para a resolução das questões. Durante 30 minutos os alunos trabalharam na resolução dessas questões, podendo fazer uso do livro didático como fonte de pesquisa. Passado este tempo, foi iniciada a correção e discussão das questões sem que houvesse grandes questionamentos quanto ao conteúdo. Ao buscar instigá-los a discutir as questões os alunos se mostravam apreensivos, e muitas das vezes se negavam a apresentar alguma resposta. Alguns relataram ter vergonha de suas respostas ou ainda de estarem errados. Destacamos em nossa análise que é preciso mesmo diante da utilização de metodologias tradicionais, trabalhar com nossos alunos a ideia de uma cultura do erro; fazê-los compreender que não existe aprendizagem que não envolva o erro e consequentemente não existe crescimento sem o mesmo.

6 APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE E ANÁLISE COMPARATIVA

As análises comparativas foram divididas em dois tópicos de modo a facilitar a compreensão dos diferentes alcances pedagógicos de nosso trabalho. Em um primeiro momento foram analisadas as respostas aos questionários pré e pós-teste e como estas foram influenciadas pelas metodologias utilizadas. Em um segundo momento foram analisados os indicadores e Alfabetização Científica no discurso dos alunos após as intervenções em aula.

6.1 AS DIFERENTES CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS À CONSTRUÇÃO DE RESPOSTAS EXPRESSAS NOS QUESTIONÁRIOS PÓS-TESTE

A análise comparativa que segue visa dar visibilidade as diferenças em respostas Campos de apreensão obtidos através dos questionários nos dois diferentes momentos: pré-teste e pós-teste. Destaca-se, no entanto, que as estatísticas descritivas que seguem servem tão somente para reforçar as discussões qualitativas, que visaram possibilitar ao final deste trabalho apresentar uma avaliação detalhada em respostas as metodologias trabalhadas.

As discussões desse tópico estarão voltadas para um melhor entendimento do intuito de cada questão e o entendimento de mudanças de panorama nas respostas dos alunos após o pós-teste, as quais passamos a relacionar diretamente com uma melhor participação e ainda com um nível de confiança em discutir e apresentar resposta, posicionamento e opiniões. Tais informações, de forma complementar se fizeram necessárias para o entendimento da construção das respostas, mais precisamente as respostas ao pós-teste, e consequentemente às análises dos indicadores e alfabetização científica.

Questões Cognitivas

Ao analisar as respostas dos alunos para a primeira questão que esteve voltada para o levantamento de informações prévias sobre o DNA, o número de respostas afirmativas aumentou em ambas as turmas (**Tabela 1**), o que se julga satisfatório principalmente ao considerar-se que tais respostas se mostraram coerentes com as metodologias aplicadas durante as aulas. Houve deste modo um aumento, ainda que pequeno, no nível de segurança para expor seus conhecimentos, fato que julgamos perceptível também através das discussões em sala de aula em ambas os Grupos (Grupo Controle e Grupo Experimental).

Tabela 1 - Variações nas respostas dos alunos quanto aos seus conhecimentos sobre a molécula de DNA entre as fases de pré-teste e pós-teste.

	Frequência absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
SIM	19	22	24	24	76%	81%	96%	89%
NAO	6	5	1	2	24%	19%	4%	7%
RB[1]	0	0	0	1	0%	0%	0%	4%
TOTAL	**25**	**27**	**25**	**27**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Em resumo a análise das respostas a questão dois que buscou o entendimento dos alunos sobre as diferenças conceituais entre Biotecnologia e Engenharia genética, de modo semelhante a primeira questão, percebeu-se um aumento considerável no percentual de respostas afirmativas (**Tabela 2**). Tal indicativo demonstra que mesmo diante das diferentes metodologias aplicadas nas turmas os alunos passaram a distinguir os dois termos em questão. No entanto, é preciso destacar que o maior número de resposta em branco permaneceu na turma onde foram ministradas aulas a partir de metodologias tradicionais.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Tabela 2 - Percentuais de respostas dos alunos das turmas A e B, quanto a distinção dos conceitos de Biotecnologia e Engenharia genética

	Frequência absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
SIM	10	6	20	20	40%	22%	80%	74%
NAO	15	21	3	3	60%	78%	12%	11%
RB[1]	0	0	2	4	0%	0%	8%	15%
TOTAL	**25**	**27**	**25**	**27**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Os resultados obtidos às respostas da terceira questão, questão direcionada ao nível de importância atribuída pelos alunos a molécula de DNA, pode-se perceber que não houve diferenças consideráveis entre os percentuais dos resultados pré-teste e pós-teste (**Tabela 3**). Neste quesito, é possível inferir que a ausência diferenças significativas quanto a valoração do DNA, como estrutura (matéria prima), para muitos dos processos biotecnológicos ou de engenharia genética, se deva ao tempo necessário a mudanças de posturas e de criticidade dos alunos, que não se processa de forma imediata, mas a longo prazo a medida que tais conhecimentos passam a ser requisitados em seu cotidiano.

Tabela 3 - Percentual de respostas dos alunos quanto ao seu posicionamento sobre o grau de importância do DNA nas fases de pré e pós-teste.

	Frequência absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
Nada Importante	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%
Pouco importante	0,00	2,00	1,00	2,00	0%	7%	4%	7%
Importante	17,00	14,00	16,00	13,00	68%	52%	64%	48%
Muito importante	8,00	8,00	7,00	9,00	32%	30%	28%	33%
RB[1]	0,00	3,00	1,00	3,00	0%	11%	4%	11%
TOTAL	**25,00**	**27,00**	**25,00**	**27,00**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

A quarta questão que teve por objetivo em um primeiro momento (pré-teste), trazer informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos, passou posteriormente a evidenciar uma mudança de panorama, sobre o conhecimento de algumas das técnicas citadas. Em quanto, na análise do pré-teste a maior parte dos scores (Pontuações) apresentadas pelos alunos estiveram concentradas nos campos: Não conhece e Conhece, mas não sabe descrever, na análise do pós-teste os maiores scores passaram a evidenciar um maior conhecimento em relação as técnicas em ambas as turmas (**Tabela 4**).

Tabela 4 - Variação dos scores relativos ao grau de conhecimento dos alunos sobre as principais técnicas biotecnológicas e de engenharia genética trabalhadas em aula em dois diferentes momentos (pré e pós-teste).

		Não conhece		**Conhece, mas não sabe descrever**		**Conhece e sabe descrever**		**Conhece, sabe descrever e sabe as aplicações**		**Conhece, sabe descrever, conhece aplicações e implicações**	
		Pré-teste	***Pós-teste***	***Pré-teste***	***Pós-teste***	***Pré-teste***	***Pós-teste***	***Pré-teste***	***Pós-teste***	***Pré-teste***	***Pós-teste***
Turma Controle	**Células-tronco**	16	0	7	13	3	10	1	4	0	0
	Clonagem Terapêutica	15	3	10	6	1	3	0	13	1	2
	Clonagem Gênica	16	5	10	2	0	6	0	10	1	4
	CRISPR	25	5	2	14	0	5	0	3	0	0
	OMG	14	2	12	14	0	3	1	5	0	3
	PCR	25	4	2	10	0	5	0	8	0	0
	Terapia Gênica	24	2	2	7	1	3	0	15	0	0
	Teste de DNA	6	5	10	16	8	2	2	3	1	1
	SCORES	**141[a]**	**26**	**55[a]**	**82[b]**	**13**	**37[b]**	**4**	**61[b]**	**3**	**10**
Turma Piloto	**Células-tronco**	7	0	16	4	16	5	0	15	0	1
	Clonagem Terapeutica	17	1	7	15	7	2	0	3	1	4
	Clonagem Gênica	17	2	7	2	7	4	0	12	1	5
	CRISPR	24	4	1	4	1	7	0	9	0	1
	OMG	11	3	10	12	10	1	1	9	0	0
	PCR	23	2	2	9	2	4	0	10	0	0
	Terapia Gênica	21	3	4	3	4	3	0	16	0	0
	Teste de DNA	3	1	11	9	11	7	6	5	2	3
	SCORES	**123[a]**	**16**	**58[a]**	**58[b]**	**58[a]**	**33[b]**	**7**	**79[b]**	**4**	**14**

[a]Maiores scores durante a análise do pré-teste.

[b]Maiores scores durante a análise do pós-teste.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

A partir das análises e dos resultados expressos nas tabelas de 1 a 4, pode-se observar que o uso de metodologias ativa mostrou-se relevante para o desenvolvimento de atividades que priorizassem e ao mesmo tempo se mostrassem significativa para a aprendizagem de conceitos básicos dentro do conteúdo de biotecnologia. A utilização de **aula expositiva em uma perspectiva freiriana** (LEAL; MIRANDA; CASA NOVA, 2017), utilizada nas aulas de nivelamento, mostrou-se importante no processo não somente informativo, mas também formativo, contribuindo para desenvolvimento de novos significados não somente para os estudantes, mas também para o educador.

A utilização de práticas imersivas (FILATRO; CAVALCANTI, 2018) através do uso de realizada virtual, contribuíram para o melhor entendimento da estrutura tridimensional do DNA e consequentemente de suas propriedades como molécula biológica. As interações estabelecidas entre a fidelidade representacional descritas por Dalgarno e Lee (2010) são características únicas e que de acordo com Salzman *et al.* (1999) tem ajudado na aprendizagem de conceitos complexos contribuem para o desenvolvimento de conceitos abstratos.

A utilização da aula invertida (BERGMANN, 2018) a partir da utilização de filmes, também mostrou-se significativa no desenvolvimento de conceitos, visto que o tempo para debates foi otimizado, além de relatos de alunos que descreveram a metodologia como interessante e mais aceitável em relação a exercícios. De acordo com Bergmann (2018), através de uma pesquisa realizada em vários países, demonstra que a maior parte dos estudantes entrevistados aprendendo através de aulas invertidas principalmente em alguma disciplina da área de ciências da natureza, o que demonstra uma tendência crescente desta proposta na aplicação de metodologias ativas.

Questões Contextuais

Durante a análise da questão que esteve destinada ao levantamento de posicionamento dos alunos sobre o uso de OGM (Organismos Modificados Geneticamente). Percebeu-se que uma parcela dos alunos (12%) do Grupo Experimental, onde foram ministradas aulas através de metodologias ativas, passaram a discordar totalmente do uso de OGM, enquanto o número de alunos que antes se posicionavam a favor foi reduzido passando a compor apenas 20% dos alunos participantes da pesquisa. Variações também foram

observadas para o Grupo Controle, onde também houve uma redução embora menor do percentual de alunos que concordavam com o uso de OGM (**Tabela 5**).

Tabela 5 - Variação no percentual de concordância dos alunos quanto ao uso de organismos geneticamente modificados antes e após a realização das aulas (momentos pré e pós-teste).

	Frequência absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
Discordo totalmente	0	1	3	1	0%	4%	12%	4%
Discordo	4	1	4	4	16%	4%	16%	15%
Não argumenta	12	15	10	15	48%	56%	40%	56%
Concorda	9	6	5	4	36%	22%	20%	15%
Concorda totalmente	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
RB[1]	0	4	3	3	0	14,81%	0,12	11,11%
TOTAL	**25**	**27**	**25**	**27**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao pensar sobre o motivo pelo qual não temos uma tendência maior de estudantes que concordam com a utilização de transgênicos, é possível atribuir tais resultados a um maior nível de criticidade por parte dos alunos, que preferem não opinar por passarem a crer que ainda não detêm um número de informações suficientes para se posicionar. Esses dados de certo modo, corroboram com os dados de Pedrancini (2007), em que foi observado que 18% dos estudantes mesmo após assistirem aulas sobre os conteúdos de biotecnologia demostraram uma opinião não formada. Além disso, trabalhos como o de Gaskell *et al.* (2000), demonstram uma diminuição no número de pessoas que tem apoiado as iniciativas da biotecnologia em 16 países da União Europeia.

Ao tentarmos aproximar um tema que já não parece tão distante da ficção científica, ao tratarmos como possível reviver espécies extintas, os alunos que em ambas as turmas apresentaram um elevado percentual de respostas em branco, demonstraram a partir do pós-teste diferentes opiniões (**Tabela 6**), fato que também registrado durante os momentos de discussões em sala. As diferenças de percentuais entre as duas turmas no pós-teste, deve-se provavelmente as diferenças de metodologias aplicadas, que possibilitaram diferentes abordagens para o Grupo Experimental do que para o Grupo Controle. O percentual de alunos que não argumentam a favor ou contra, observado para o Grupo Experimental (44%), deve-se provavelmente ao fato dos mesmos mostrarem-se mais criteriosos em seus julgamentos para utilização de algumas técnicas.

Tabela 6 - Percentuais de respostas dos alunos ao questionamento relacionado a possibilidade de reviver espécies extintas nos momentos de pré e pós-teste.

	Frequência Absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
Discordo totalmente	3	0	2	4	12%	0%	8%	15%
Discordo	1	0	4	8	4%	0%	16%	30%
Não argumenta	0	0	11	7	0%	0%	44%	26%
Concorda	4	2	3	4	16%	7%	12%	15%
Concorda totalmente	2	5	2	0	8%	19%	8%	0%
RB[1]	15	20	3	4	60%	74%	12%	15%
TOTAL	25	27	25	27	100%	100%	100%	100%

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Em relação a sétima questão onde buscou-se informações sobre como os alunos enxergam as relações entre biotecnologia e sociedade e como a sociedade influencia os avanços desse campo da Ciência, pode-se observar que uma parcela significativa dos alunos 80% passaram a considerar que a biotecnologia sofre constantes influências das sociedades e as culturas, em relação o Grupo Controle onde apenas aproximadamente metade dos alunos 48% consideram tal influência (**Tabela 7**). Esta significativa consideração pode ser evidenciada durantes as discussões nas aulas da sequência didática, fato que não foi observado no Grupo Controle onde o foque das discussões esteve direcionado aos assuntos tratados pelo livro didático.

Tabela 7 - Considerações dos alunos quanto a influência exercida pela sociedade de um modo geral, sobre a utilização de técnicas biotecnológicas.

	Frequência Absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
SIM	12	6	20	13	48%	22%	80%	48%
NÃO	11	19	2	8	44%	70%	8%	30%
RB[1]	2	2	3	6	8%	7%	12%	22%
TOTAL	**25**	**27**	**25**	**27**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao ser questionado aos alunos sobre a inserção em sua alimentação de itens transgênicos, durante o pré-teste, mais da metade dos alunos (>50%) em ambas as turmas responderam não conhecer os itens de sua alimentação que eram transgênicos. Após a análise do pós-teste o percentual de respostas afirmativas quanto aos conhecimentos dos itens

transgênicos da alimentação, nas duas turmas os valores foram mais elevados em relação o ao pré-teste (**Tabela 8**). Pode-se argumentar que deste ponto de vista as metodologias não apresentaram diferenças significativas quanto aos seus alcances pedagógicos.

Tabela 8 - Percentual de respostas dos alunos quanto ao seu conhecimento sobre os itens de sua alimentação que contem produtos transgênicos, ante e após as atividades de campo.

	Frequência Absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
SIM	12	9	16	17	48%	33%	64%	63%
NÃO	13	18	3	9	52%	67%	12%	33%
RB[1]	0	0	6	1	0%	0%	24%	4%
TOTAL	**25**	**27**	**25**	**27**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

A nona questão do questionário semiestruturado visou o levantamento de informações referentes ao conhecimento de diferentes campos de discussões que direta ou indiretamente se interligam as implicações do uso de técnicas biotecnológicas. Ao serem analisadas as questões do pré-teste os alunos imprimiram em suas respostas apenas aspectos relacionados a discussões éticas e sociais. Após a análise do pós-teste, pode-se verificar que em ambas as turmas os alunos passaram a considerar diversos campos de conhecimento que de uma forma ou de outra estão relacionada com as biotecnologias (**Tabela 9**).

Tabela 9 - Scores relativos à compreensão dos alunos sobre os diferentes campos de discussão sobre as principais técnicas biotecnológicas discutidas em aula.

		ÉTICA		*POLÍTICA*		*ECONÔMICAS*		*RELIGIOSAS*		*SOCIAIS*		*FILOSÓFICAS*	
		Pré-teste	*Pós-teste*	*Pré-teste*	*Pós-teste*	*Pré-teste*	*Pós-teste*	*Pré-teste*	*Pós-teste*	*Pré-teste*	*Pós-teste*	*Pré-teste*	*Pós-teste*
Turma Controle	**Células-tronco**	11	15	6	7	3	9	2	9	9	13	4	15
	Clonagem Terapêutica	13	17	7	12	5	3	6	13	11	18	4	17
	Clonagem Gênica	10	5	6	11	6	6	6	2	6	10	5	5
	CRISPR	10	11	5	5	6	5	2	5	2	5	3	11
	OMG	10	17	5	13	9	16	4	12	11	18	3	17
	PCR	10	4	6	8	7	5	1	9	3	0	2	4
	Terapia Gênica	9	10	5	8	4	10	6	8	4	15	2	10
	Teste de DNA	14	12	8	16	4	5	2	3	10	5	3	12
	SCORES	**87[a]**	**91[b]**	**48**	**80[b]**	**44**	**59**	**29**	**61[b]**	**56[a]**	**84[b]**	**26**	**91[b]**
Turma Piloto	**Células-tronco**	7	4	4	8	1	5	1	8	9	7	3	2
	Clonagem Terapêutica	11	11	4	15	3	2	7	8	13	10	4	11
	Clonagem Gênica	10	7	4	2	4	4	7	12	13	5	1	7
	CRISPR	6	12	6	4	5	7	5	9	8	11	2	12
	OMG	9	11	5	12	1	8	8	9	10	14	3	11
	PCR	5	12	5	9	6	4	3	10	10	15	3	12
	Terapia Gênica	11	11	4	3	3	3	3	9	9	10	4	11
	Teste de DNA	14	3	5	9	1	7	2	5	16	8	1	3
	SCORES	**73[a]**	**71[b]**	**37**	**62[b]**	**20**	**40[b]**	**36**	**70[b]**	**88[a]**	**80[b]**	**21**	**69[b]**

[a]Maiores scores durante a análise do pré-teste.
[b]Maiores scores durante a análise do pós-teste.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao analisar as respostas as questões do campo contextual, assim como nas questões deo campo cognitivo, percebe-se diferenças características nas respostas dos alunos, as quais pode-se atribuir como uma consequência do uso de metodologias ativas. Neste campo o uso de **Mapas mentais** (MOREIRA, 2006, 2013) mostrou-se significativa para estabelecer relações de subordinação entre conceitos da biotecnologia e suas relações com outras áreas de aplicação. O **estudo de campo** possibilitou uma melhor contextualização dos conceitos dando também uma aplicabilidade mais prática aos conteúdos aprendidos, bem como esperado possibilitou uma maior interação dos estudantes com o meio ambiente a sua volta, que mostrou-se importante para compreensão ainda dos processos de produção e para desmistificar algumas da principais diferenças entre OGM e produtos industrializados.

Questões Interdisciplinares

A temática tratada pela décima questão do questionário buscou fazer com que os alunos refletissem a longo prazo sobre o uso da biotecnologia ou de técnicas da engenharia

genética. Em um primeiro momento (pré-teste), em ambas as turmas os alunos mais de 70% dos alunos responderam negativamente ao fato da biotecnologia vir a ser uma ameaça ao futuro da espécie humana. Após as intervenções em sala de aula, a grande maioria dos alunos (76%, Grupo Experimental e 59%, Grupo Controle) passaram a considerar o mau uso de algumas das técnicas possam vir a ser no futuro uma ameaça a nossa espécie (**Tabela 10**).

Tabela 10 - Percentual de resposta dos alunos relacionados ao mau uso de biotecnologias em condições futuras, em comparação aos momentos de pré e pós-teste.

	Frequência Absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
SIM	6	5	19	16	24%	19%	76%	59%
NÃO	18	21	2	7	72%	78%	8%	26%
RB[1]	1	1	4	4	4%	4%	16%	15%
TOTAL	**25**	**27**	**25**	**27**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

O conhecimento sobre a Lei de biossegurança (Lei 11.105 de 2005), é bastante precário no nível médio, visto não ser este um dos conteúdos tratados pela, maioria dos currículos. No entanto, o conhecimento de tal lei mostrou-se importante para algumas das discussões pretendidas durante as intervenções. Desse modo a questão 11 do questionário buscou analisar os conhecimentos aprendidos pelos alunos ao longo do desenvolvimento das ações pedagógicas em ambas as turmas.

A partir da análise pode-se perceber que houve uma considerável mudança no cenário das respostas onde anteriormente, quase que de forma unânime, os alunos relataram desconhecer a Lei de biossegurança ou seus dispositivos; passou-se a verificar que aproximadamente 59% dos alunos em ambas as turmas passaram a responder de forma afirmativa quanto ao conhecimento da Lei de biossegurança (**Tabela 11**).

Tabela *11* - Respostas dos alunos quanto ao seu grau de conhecimento e aplicação da Lei de biossegurança entre os momentos de pré e pós-teste.

	Frequência Absoluta				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
SIM	0	0	12	12	0%	0%	48%	44%
NÃO	23	27	13	14	92%	100%	52%	52%
RB[1]	2	0	0	1	8%	0%	0%	4%
TOTAL	25	27	25	27	100%	100%	100%	100%

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Em um questionamento que se contrapõe a algumas das discussões em sala de aula, a questão 12 visa o apanhado de informações quanto ao posicionamento dos alunos sobre o melhoramento genético. Ao analisarmos as respostas dos alunos pode-se perceber que as respostas dos mesmos variam basicamente entre os quesitos: não argumenta a favor ou contra e concorda com algumas ressalvas (**Tabela 12**). No entanto, é possível notar que enquanto na Grupo Controle os percentuais de respostas permaneceram quase que invariavelmente, podemos perceber no Grupo Experimental um aumento no posicionamento de alunos que concordam com o melhoramento genético e uma diminuição no número de alunos que anteriormente preferiram não argumentar.

Tabela 12 - Resposta dos alunos quanto as implicações ambientais causadas pelo uso de técnicas de melhoramento genético de espécies.

	Freq. abs				***Percentual***			
	Pré-teste		***Pós-teste***		***Pré-teste***		***Pós-teste***	
Respostas	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***	***Turma A***	***Turma B***
Discordo totalmente	0	1	0	1	0%	4%	0%	4%
Discordo	1	0	2	0	4%	0%	8%	0%
Não argumenta	14	15	8	15	56%	56%	32%	56%
Concorda	7	9	10	10	28%	33%	40%	37%
Concorda totalmente	1	0	1	0	4%	0%	4%	0%
RB[1]	2	2	4	1	8%	7%	16%	4%
TOTAL	25	27	25	27	100%	100%	100%	100%

[1]Respostas em Branco

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

De acordo com Tizioto e Araújo (2007) as considerações éticas presentes, na maioria dos casos, têm caráter informativo e não formativo. Desse modo assim como já explicitado na seção anterior em que foi discutido o posicionamento de Costa *et al.* (2008) que apontaram

apontam não somente o distanciamento entre o tema biossegurança e os livros didáticos de biologia.

De acordo com Mozena e Ostermann (2014) apesar de ganhar destaque nas presuposições do ensino-aprendizado da educação brasileira de nível médio, as disciplinas de Física, Química e Biologia têm epistemologias e metodologias muito específicas. Mesmo assim, ao analisar as respostas referentes ao campo interdisciplinar foi possível perceber de forma bastante expressiva, várias das temáticas tratadas em sala de aula expressas de forma clara nas respostas dos alunos do Grupo Experimental, que de certo modo revela um avanço na perspectiva de abstrações do campo interdisciplinar do Grupo Experimental em relação ao Grupo Controle. As principias contribuições das metodologias ativas para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados a questões interdisciplinares foram desenvolvidas principalmene através da aula prática de extração de DNA, na qual também esteve impressa o método investigativo ou ensino por investigação (CARVALHO; 2013) e através da atividade de Giro Colaborativo (CAMARGO; DAROS, 2018), além do estudo de campo que apresentou um potencial tanto para práticas de contextualização como para práticas interdisciplinares.

6.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENVOLVENDO OS ASPECTOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Ao longo da trajetória metodológica desse trabalho diversas interações foram importantes para o desenvolvimento de atividades que se mostram relevantes para as discussões que se pretendeu traçar a partir das respostas dos alunos, não somente aos questionários, mas também às metodologias (suas aceitações, rejeições e opiniões). Nesse sentido as observações participantes se fizeram de extrema importância, ao validar de forma bastante subjetiva as peculiaridades das diferentes interações que se construíram ao longo do desenvolvimento desse trabalho.

Deste modo, serão discutidos nesse item, os aspectos relacionados aos níveis e indicadores de AC, levando-se em consideração as diferentes interações que se promoveram nas duas turmas (Controle e Piloto). Ao dar início a tal discussão passamos a analisar de forma geral os principais contrastes observados nas respostas dos alunos as diferentes questões expressas pelo questionário semiestruturado (**Quadro 21**). Mesmo de forma bastante superficial, em alguns dos resultados obtidos nessa pesquisa-ação, o papel significativo e o alcance

pedagógicos impresso pelas metodologias ativas mostrou-se bastante evidente, principalmente nas respostas dos alunos aos questionários. Longe de buscar sobrepor a importância de uma metodologia em detrimento de outra, nosso principal intuito é analisar as diferentes contribuições do uso de metodologias ativas na aprendizagem dos alunos, dentro do tema proposto, biotecnologia.

Entendendo que as aprendizagens não se dão da mesma forma para todos os alunos, pode-se apontar, também, como objetivo dessa análise, descrever algumas das principais experiências vivenciadas entre professor e os demais agentes deste trabalho que se fizeram importantes para a construção de conhecimentos compartilhados a partir da busca de soluções dentro do contexto escolar.

As aprendizagens se deram de forma mescladas nas quais a cada aula conteúdos estavam sendo trabalhados de forma dinâmica, onde não permaneceu a ideia de princípio, meio e fim. As ideias iniciais permaneceram constantes, assim com temas debatidos nas primeiras aulas não foram negligenciados nas aulas finais. Em resumo, os conteúdos ministrados a partir de metodologias ativas, não se mostraram fragmentados, fato que parece ter se refletido precisamente na aprendizagem dos alunos, que de forma satisfatória conseguiram estabelecer links entre as questões inicias e as finais, as de contexto global e local, além de passarem a distinguir melhor alguns dos processos estudados, analisando-os de forma crítica e participativa.

Quadro 21 - Análise comparativa das apreensões de alfabetização científicas observadas a partir das principais respostas, organizadas por campos de apreensões e apresentadas ao questionário pós-teste pelo Grupo Experimental e Grupo Controle após submetidas a diferentes aplicações metodológicas.

	QUESTÕES REPRESENTATIVAS	TURMA A (PILOTO) Respostas	TURMA B (CONTROLE) Respostas	APREENSÕES
Cognição	**Você entende o que é DNA?**	*DNA é uma molécula que compreende todo o material genético de um indivíduo, animal ou planta, no DNA encontra-se todas as informações genéticas.*	*é um tipo de exame que serve para saber quem é o pai de uma criança.*	Em comparação as respostas apresentadas, algumas respostas do Grupo Experimental passaram a apresentar uma definição mais precisa da estrutura do DNA, incluindo desde uso correto de conceitos a descrições coerentes. Em oposição as respostas do Grupo Experimental os alunos do Grupo Controle, continuaram apresentando respostas incoerentes e que não remetiam de fato a ideia de DNA, mas sim a algumas de suas aplicações, demonstrando deste modo que os alunos continuam incorrendo em erros básicos de conceituação.
	Você sabe o que é biotecnologia ou Engenharia Genética?	*Biotecnologia é o estudo dos organismos que foram geneticamente modificados a partir de uma transferência de genes de outros organismos. A engenharia genética estuda a modificações no DNA, mas que não são causadas pela transferência de genes de outros organismos.*	*A biotecnologia é o que estuda a clonagem ou alguma coisa do tipo.*	Ao buscarem explicar, aquilo que seria para eles, biotecnologia; pode-se perceber que as respostas apresentadas pelo Grupo Controle remete-se basicamente ao uso de conceitos ainda de forma não precisa, os mesmos citam a clonagem, no entanto ainda de forma imprecisa e sem muita segurança de suas respostas. As respostas dos alunos do Grupo Experimental passaram a demonstrar um cuidado maior em sua elaboração além de demonstrar o uso correto de conceitos e de distinções entre estes.
	Com relação a importância da biotecnologia para a melhoria da qualidade de vida das sociedades modernas, você considera a biotecnologia:	*A biotecnologia estuda áreas muito específicas, construindo métodos que podem solucionar vários problemas como, por exemplo, algumas doenças.* *Pode contribuir com a produção de remédios e alimentos outro fator importante é a na questão de reflorestamento e controle de infestações.*	*Pode melhorar a nossa saúde o nosso bem-estar.* *Por causa que vai ajudar melhor nas doenças, na medicina.*	Ao passo que algumas respostas de alunos das turmas em que forma aplicada as metodologias ativas passaram a demonstrar um conhecimento mais amplo sobre as aplicações da biotecnologia, os alunos do Grupo Controle continuaram citando exemplos de aplicações que estavam voltados apenas para as áreas médicas ou mais especificamente para saúde humana, assim como retratado na maioria dos livros didáticos.

Continuação do Quadro 21.

Contextualização	**Você concorda com a alteração do genoma (genética) de organismos (ORGANISMOS MODIFICADOS GENETICAMENTE) para melhorar qualidade de vida da espécie humana?**	*Se e algo que será usado em pró da humanidade que só irá ajudar, eu concordo totalmente.* *Depende de qual gene e de qual organismo você vai aplicar.*	*Não sei muito bem, acho que pode ajudar as pessoas mais pode prejudicar em alguma coisa.* *Discordo, pois qualquer modificação da genética pode causar doenças ou até mesmo modificações graves no corpo.*	Enquanto no Grupo Controle os alunos se posicionam em suas respostas de forma imprecisa e sem segurança em suas respostas. Pode-se perceber que algumas das respostas de alunos do Grupo Controle, passaram a demonstrar ponderações, condições e de elementos verbais, como: "Se" e "Depende", que se mostram importantes para o pensamento crítico, Assim como apontado pelo método Toulmin (2006) e que evidenciam a construção de argumentos baseados em uma lógica científica.
	Qual a sua opinião sobre a possibilidade de "REVIVER" Espécies extintas por meio de técnicas biotecnológicas?	*Para recuperar espécies que desapareceram há pouco tempo é sim uma boa ideia entretanto trazer a tona espécies extintas a várias décadas pode prejudicar os ecossistemas além de outras espécies além de oferecer riscos a segurança humana.* *Reviver espécies extintas pode aumentar a diversidade biológica, porém realizar isso por meio de técnicas biotecnológicas pode se tornar algo perigoso.*	*Iria causar muitos danos para nossa sociedade não é muito bom, reviver uma espécie extinta.* *Era bom reviver essas espécies, seria muito importante, através de algumas podemos conseguir um monte de coisa.*	De modo semelhante ao que foi discutido no item anterior as respostas dos alunos do Grupo Experimental demonstram estar fundamentadas em uma lógica científica e um padrão de argumentação em que se pode notar indicadores de AC, como a lógica, e a seriação. No Grupo Controle, no entanto, as respostas, além de não apresentar um padrão de argumentação, restringem-se a ideias gerais, nas quais
	Você considera que a biotecnologia (Ex:Clonagem), sofrem influências das diferentes sociedades e culturas humanas?	*Atualmente diversas técnicas biotecnológicas não foram totalmente legalizadas, pois a sociedade (levando em consideração cultura, religião e ideologias) não tem um estudo aprofundado sobre essas técnicas e por isso às abominam sem conhecê-las.* *A biotecnologia pode sofrer influências relacionadas a éticas religiosas (teológicas), jurídicas.*	*Sim, pois cada cultura e sociedade tem a sua forma de pensar e ver o uso da biotecnologia.* *Acho que algumas religiões não aceite, mais outras, sim que acabam influenciando.*	Diferentes respostas foram observadas em ambas as turmas no tocante a influência da sociedade na aplicação da biotecnologia. Nas respostas analisadas do Grupo Controle os alunos detiveram-se basicamente a questões de ordem religiosa ou a ideias gerais de como a sociedade exerce influência sobre a biotecnologia. Em contraste com as respostas do Grupo Controle, as respostas da outra turma, mostraram-se mais elaboradas e mantendo uma estrutura de pensamento que se articula de forma satisfatória para explicar as diversas influências que a sociedade e as culturas exercem sobre a biotecnologia.

Continuação do Quadro 21.

Interdisciplinaridade	**O uso de técnicas de biotecnologia poderia se tornar futuramente uma ameaça a espécie humana?**	*O caso de mutações em vírus comuns que podem se tornar agressivos e mais contagiosos, causando epidemias.* *Podemos notar que depende temos um lado positivo que é as descobertas para ajudar na saúde e por outro lado negativo pode ocorrer de infligir regras como: existir duas pessoas iguais e retirar células-tronco de embriões e etc.*	*Tipo, ia ser um problema porquê poderiam acontecer alguma coisa nessas experiências que podiam causar um dano enorme na sociedade.* *Eu não posso argumentar positivamente sobre isso. Então talvez, o uso da biotecnologia possa ou não nos causar uma ameaça.*	Ao analisar as respostas a este quesito, pode-se perceber que as respostas dos alunos no Grupo Controle, apresentam suas ideias de forma bastante genérica e sem segurança em suas respostas. Por outro, lado os alunos do Grupo Experimental apresentam seus posicionamentos e utilizam-se de exemplos bastante específicos para justificar suas respostas, demonstrando assim o uso correto de conceitos e o entendimento de processos biológicos que findam por ter consequências maiores e que muitas vezes podem fugir do controle.
	Você tem conhecimento de que trata a Lei 11.105 de 2005, a Lei de biossegurança?	*A lei de biossegurança é uma lei que possui artigos que limitam o uso de técnicas biotecnológicas até certo ponto.*	*Na utilização das células troncos e na utilização dos OGM.*	Com relação aos conhecimentos da lei de biosegurança os alunos demonstram conhecimentos básicos sobre a mesma. No entanto, mais uma vez é preciso compreender que as respostas apresentadas pelos alunos do Grupo Experimental, levam a crer que os mesmos passaram a compreendê-la como dispositivo legal para o controle no uso da biotecnologia, enquanto os alunos do Grupo Controle parecem citá-la simplesmente como algo alheio a seus interesses.
	O Melhoramento genético pode ser considerado benéfico e ao mesmo tempo prejudicial ao meio ambiente?	*Essa técnica pode causar efeitos positivos, de acordo com o seu objetivo, mas também podem surtir efeitos contrários, pois os ecossistemas são padronizados e qualquer modificação poderia ocasionar no desequilíbrio da natureza.*	*Sim, como o caso da ovelha que ouve clonagem e passando algum tempo, problemas surgiram.*	Alguma das respostas apresentadas pelo Grupo Controle apresentaram respostas fora do contexto da questão demonstrando ainda apresentar dificuldades em diferenciar alguns procedimentos dentro da biotecnologia. As respostas dos alunos no Grupo Experimental, demonstraram um maior entendimento dos processos, conseguindo relacionar estes à interesses financeiros e a implicações ambientais.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Questões Cognitivas

No início desse trabalho, ao serem analisadas as questões cognitivas, foi possível perceber que os alunos apresentavam pouco conhecimento acerca do conteúdo a ser trabalhado, fato evidenciado pela confusão de conceitos e de exemplificações, os quais demonstram um nível de AC ainda nominal, onde os alunos apenas conseguiam mencionar conceitos sem o real entendimento de seus significados ou aplicações. Após a aplicação do questionário pós-teste, pode-se verificar significantes diferenças nas respostas dos alunos.

Trabalhos como o de Hake (1998), em que também foram comparados a aplicação de metodologias ativas e de metodologias tradicionais, no ensino de física, comprovaram um aumento considerável na aprendizagem dos alunos. Outro ponto que deve ser destacado foi a observação do maior grau de motivação dos alunos e do desenvolvimento de habilidades, como o trabalhar em equipe. De acordo com Berbel (2001) e Diesel *et al.* (2017), além de favorecer a aprendizagem as metodologias ativas também contribuem para o desenvolvimento da autonomia dos alunos quanto agentes ativos de aprendizagem.

Ao serem questionados sobre seu entendimento sobre o DNA, os alunos do Grupo Experimental passaram a apresentar respostas, onde o uso de conceitos e de expressões de forma coerente e ordenada, demonstraram um maior nível de alfabetização científica (Nível funcional), ao passo em que o Grupo Controle continuou apresentando respostas fora de contexto e que não refletiam um entendimento satisfatório sobre o assunto, assim como observado no pré-teste.

> DNA é uma molécula que compreende todo o material genético de um indivíduo, animal ou planta, no DNA encontra-se todas as informações genéticas/hereditárias. (P6, TA).
> É um tipo de exame que serve para saber quem é o pai de uma criança. (P8, TB).

Analisando os trechos acima, pode-se perceber claramente três indicadores de alfabetização científica, na resposta do Pesquisado 6: a explicação, seriação e o raciocínio lógico. Ao explicar que o DNA é uma molécula o aluno passa a fazer uso de conceitos adquiridos em aula e logo em seguida expõe como a estrutura responsável pela hereditariedade (Explicação), em seguida o aluno passa a citar organismo no caso, animais e plantas (seriação) e por último o aluno apresenta uma finalização, ou fechamento de suas ideias, apontando o DNA como local de origem das informações genéticas/hereditárias (Raciocínio Lógico).

Os diferentes padrões de respostas devem-se, em tese, as diferentes abordagens metodológicas pelos quais os conhecimentos foram transmitidos. Enquanto na turma A, os alunos foram conduzidos pelo professor por estratégias de investigação que buscaram envolver os alunos no entendimento da complexa estrutura do DNA (Aulas 1 e 3 da Sequência Didática), os alunos da turma B, iniciaram seus estudos sobre biotecnologia a partir de metodologias tradicionais, que de certo modo não apresentaram pontos de motivação à investigação ou a busca por maiores informações sobre a estrutura do DNA.

No Grupo Experimental os alunos trabalharam constantemente em equipe, fator que consideramos motivacional para o trabalho investigativo, a medida que os mesmos buscavam compreender a estrutura do DNA a partir de modelos didáticos e do modelo virtual (uso de RV), os alunos passaram a interagir de forma significativa, trocando informações, buscando um ponto de semelhança em suas observações, tentando descrever de forma particular as estruturas observadas, ou ainda, buscando comparar tais modelos com algo dentro de seus cotidianos. Para Carvalho *et al.* (2013) a investigação seja ela abordada de forma experimental ou problematizada deve principalmente conduzir os alunos por meio de pequenas questões a tomar consciência não somente do resultado, mas de como o mesmo se concretizou. Assim, a prática mostrou-se significativa por proporcionar aos estudantes a compreensão de que a produção dos saberes científicos depende de processos que envolvem direta e indiretamente a pesquisas e o conhecimento de conceitos teóricos (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A manipulação dos modelos, possibilitou aos alunos o entendimento de que o DNA é algo tangível, apesar de ser uma molécula nanoscópica e de difícil abstração. O uso de modelos também possibilitou diferentes discussões em sala sobre as particularidades químicas do DNA e de suas constantes interações com outros compostos. Um dos assuntos que chamou bastante atenção dos alunos foi a possibilidade de alteração na via de expressão do gene, que remeteu a discussão à temática sobre epigenética.

Durante este momento, professores e alunos interagiram de forma harmoniosa em um debate guiado principalmente pela chuva de questionamentos dos alunos. Este foi também um momento de interação que possibilitou a observação de um dos primeiros *links* entre o conteúdo e o cotidiano dos alunos. Segue abaixo trecho de diálogo entre professor e aluno.

> —Eu queria que meu pai escutasse essa aula! (Pesquisado, Turma A)
> —hum, ele gosta de biologia? (Professor)
> —Não ele fuma! (Risos). Eu queria que ele parasse de fumar. Se ele entendesse isso que o senhor falou talvez ele parasse. (Pesquisado, Turma A)

A partir do presente exposto é possível discorrer que tais interações e ainda a construção de pensamentos que se fizeram expressos nas respostas aos questionários somente foram possíveis através das diferentes possibilidades de aprendizagem fornecidos aos alunos a partir do uso das metodologias ativas. Pelizzari *et al.* (2002), uma das condições primordiais para possibilitar a aprendizagem significativa do conteúdo escolar é a sua transposição para contextos potencialmente significativos. Para Auler e Delizoicov (2001), as características de tais interações devem consideradas sob a concepção freiriana de que os fenômenos vitais não devem ser compreendidos fora de suas tramas sociais, políticas, culturais.

Outro aspecto a ser considerado através da análise do trecho acima, é a clara evidência da demonstração da dimensão emocional-afetiva invadindo o espaço de sala de aula para dar significação ao seu aprendizado. Desse modo, a educação deve abrir espaço que as diferentes dimensões que cercam a vida dos estudantes se expressem em sala de aula, envolvendo-os alunos em seus trabalhos e em suas aprendizagens (BRASIL, 2013). Nesse sentido as metodologias ativas oferecem um suporte didático-metodológico, tornando o espaço de sala de aula "um espaço de cocriação, onde estudantes e professores aprendem a partir de suas vivências" (BACICH; MORAN, 2018); em outras palavras abre espaço para que valores também sejam agregados aos conceitos científicos (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Habilidade como observar, investigar, discutir e interagir de forma mais dinâmica foram, dentre outros aspectos, ponto chave na construção de conhecimento destes alunos. As discussões que se estabeleceram possibilitaram ao professor não somente uma visão mais ampla sobre as dúvidas e potencialidades dos indivíduos e dos grupos, mas possibilitou também um mergulho na realidade de alguns alunos.

Questões Contextuais

Ao serem analisadas as questões do campo contextual em momento anterior (pré-teste) os alunos demonstraram total desconhecimento sobre os assuntos. Alguns dos exemplos citados por estes não continham qualquer relação com o seu cotidiano. Em muitas das questões atribuiu-se um nível de alfabetização funcional, embora ainda com dificuldade. Para a atual análise, a se fazer saber, a análise de pós-teste, os alunos do Grupo Experimental passaram a apresentar respostas consideradas satisfatórias e onde já é possível perceber alguns dos indicadores de alfabetização científica.

> Se e algo que será usado em pró da humanidade que só ajudará, eu concordo totalmente. (P2, TA).
> Depende de qual gene e de qual organismo você vai aplicar. (P21, TA).
> Não sei muito bem, acho que pode ajudar as pessoas mais pode prejudicar em alguma coisa. (P7, TA).
> Discordo, pois qualquer modificação da genética pode causar doenças ou até mesmo modificações graves no corpo. (P13, TA).

Nas duas citações de alunos da turma A é possível verificar um padrão de argumentação onde passam a ponderar de forma criteriosa a utilização de técnicas biotecnológicas. Nos dois casos os alunos utilizam elementos verbais que denotam condições para o uso das técnicas, onde é possível destacar os indicadores de AC, **raciocínio lógico** e **organização**. Enquanto nas respostas dos alunos da Turma B, as respostas frequentemente estão acompanhadas pela palavra "acho", que precisamente indica a falta de segurança em suas respostas e sobre o conteúdo. Em ambas as respostas os alunos, também apresentam raciocínio lógico, embora este pareça não se articular de forma precisa com conhecimentos científicos, mas sim com algumas opiniões de ordem pessoal.

Neste sentido, passou-se a considerar que as metodologias ativas tiveram um papel importante na construção de conhecimento dos alunos favorecendo a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal. De acordo com Leite (2000), um maior número de informações não garante um maior apoio por parte da sociedade. Para Gaskell *et al.* (2000) algumas das principais ponderações que a população demonstra está especificamente voltada a preocupações quanto aos impactos direto, como por exemplo o uso de células-tronco, e não em aspectos mais abrangentes e que não os atingiria diretamente como as questões ambientais.

Sobre as questões que buscaram informações sobre a influência da sociedade, em um primeiro momento um elevado número de alunos não respondeu ao questionamento, e em muitos dos casos passaram a justificar tal resposta em sala de aula, indicando desconhecer tal relação entre as mesmas. Durante a execução da Sequência didática, algumas das aulas (Aulas 2 e 4) trouxeram para a sala de aula aspectos, não somente sociais, mas também éticos, jurídicos, religiosos e ainda que de forma menos representativa aspectos filosóficos. A concepção de tais aspectos em sala de aula representa o núcleo gerador de uma AC (CHASSOT, 2000; LORENZETTI; DELIZOIOCOV, 2001; SASSERON; CARVALHO, 2016).

As interações que estabeleceram durante as aulas contribuíram para a construção de respostas como as apresentadas abaixo.

> Atualmente diversas técnicas biotecnológicas não foram totalmente legalizadas, pois a sociedade (levando em consideração cultura, religião e ideologias) não tem um estudo aprofundado sobre essas técnicas e por isso as abominam sem conhecê-las. (P15, TA).
> A biotecnologia pode sofrer influências relacionadas a éticas religiosas (teológicas), jurídicas. (P16, TA).
> Sim, pois cada cultura e sociedade tem a sua forma de pensar e ver o uso da biotecnologia. (P4, TB).
> Acho que algumas religiões não aceite, mais outro sim que acabam influenciando. (P11, TB).

Ao analisarmos os trechos acima, percebe-se as respostas, de ambas as turmas, demonstra que os alunos foram capazes que mencionar setores da sociedade que influenciam direta e indiretamente na utilização de técnicas biotecnológicas. No entanto, destaca-se a **seriação** como um dos indicadores de AC comparando com as respostas dos alunos do Grupo Experimental; este indicador demonstra não somente uma ordem estabelecida na resposta, mas um rol de dados, no qual é possível perceber um alcance maior promovido através da aula invertida e do giro colaborativo.

Além de apresentarem conceitos distintos entre a ciência e processos tectológicos, sendo este um dos aspectos da AC expressos por Fourez (1987), os alunos também passaram a conceber em suas respostas, ainda que de forma implícita, o papel da natureza da ciência a serviço do desenvolvimento da humanidade através das estreitas relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) conforme descritos por Praia *et al.* (2007) e a partir dessas concepções passaram a compreender o papel subevençor da sociedade sobre a biotecnologia (SASSERON; CARVALHO, 2011),

É interessante destacar que muitos dos exemplos e contextos trazido pelos alunos no início das discussões foram completamente distante de suas realidades e muitas delas oriundas da ficção científica, e que foram de certo modo o pontapé inicial para várias discussões promissoras e que começaram a ser direcionadas a contextos e análises que estivessem mais próximas do seu cotidiano. Como por exemplo, a interferência direta da produção de transgênicos sobre a agricultura familiar, visto que muitos dos alunos são filhos de agricultores e que precisam se deslocar para a cidade para estudar.

Em uma dessas discussões, uma temática foi levantada por um dos alunos que possibilitou ao professor discorrer sobre um tema, que em muitas das questões do pré-teste, mostrou-se confusa para os alunos o uso de agrotóxicos, segue o trecho de discussão.

> —Professor, quer dizer que se eu utilizar agrotóxico na plantação eu não estou criando um transgênico, né? (P7, TA)

> —Não, não está! a produção de OGM's segue este procedimento que acabei de explicar. (Professor)
> —Ah! ainda bem!? (Risos). Mas e quando a gente vê aquelas frutas bem grande? Sabe!? Aquilo alí não é transgênico? (P7, TA).
> —Veja bem, você está relacionando maior, com transgenia ou OGM. Nem sempre um OGM ou transgênico vai necessariamente ser maior, o gene alterado pode ser para, melhora o sabor, aumentar a produção de óleo, ou para aumentar o tempo de permanência do produto nos supermercados. (Professor)
> -Com relação ao adubo? (P7, TA)
> -Hii, adubação já seria outra coisa! (Professor).
> (…).

No diálogo que se estabeleceu entre professor e aluno, um simples questionamento, e que desta vez, estava inserido no contexto local, remeteu o professor a uma discussão de extrema importância para alguns dos alunos da sala. Ao questionar o professor sobre o uso dos agrotóxicos da plantação, o aluno deixa transparecer uma preocupação, despertada em sala de aula durante a exposição do tema. Tal questionamento, poderia ser entendida como a elaboração de uma hipótese, onde a partir de indicadores como a **classificação, organização**, **Raciocínio lógico** e o **raciocínio proporciona**l o aluno passou a repensar um dos aspectos do seu cotidiano, relacionada a temática de estudo. Ao ter sua dúvida esclarecida pelo professor o aluno mostra-se aliviado e segue com mais questionamentos.

Ao questionar o porquê de tais interações não se estabelecerem de forma tão constante durante aulas expositivas é possível mencionar que, enquanto em uma aula expositiva e dialogada o aluno necessita tomar uma iniciativa individual de questionar o professor sobre determinadas temáticas, em aulas em que se utilizam metodologias ativas os alunos são conduzidos a tais momentos de interação de forma mais dinâmica. Além disso ao trabalharem em equipe, ideias que antes possam parecer sem sentido, ganham significado com a soma de opiniões, tais ideias ganham validação diante do grupo o que cria um cenário de maior confiança para interagir com o professor que ainda é visto como o detentor de conhecimento.

Questões Interdisciplinares

Ao analisar comparativamente as questões de cunho interdisciplinar percebeu-se que o uso de metodologias ativas passou a exercer importante papel nas conexões necessárias as discussões dentro deste campo. Enquanto nas aulas tradicionais os conteúdos mostram-se bem mais fragmentados, em aulas onde foram utilizadas as metodologias ativas como a extração de DNA, o Estudo de campo e o estudo de alguns pontos da lei de biossegurança, pode-se perceber

que os conteúdos não se mostraram de forma fragmentada; pelo contrário, cada novo questionamento, participação ou interação entre professor-aluno pareceu trazer a tona todas as outras temáticas discutidas nas aulas anteriores.

Esta peculiar característica percebida durante realização de práticas ativas, mostrou-se importante para a construção de conhecimentos, que estiveram diretamente relacionados com a motivação e expectativas dos alunos. Não é de se admirar, que alunos aficionados por ficção científica buscassem constantemente relacionar os conteúdos com episódios de seus filmes ou séries favoritas. Desse modo, as respostas abaixo, de alunos que participaram de aulas com práticas ativas, mostraram-se mais ilustrativas do que aquelas de alunos que participaram de aulas tradicionais.

> O caso de mutações em vírus comuns que podem se tornar agressivos e mais contagiosos, causando epidemias. (P9, TA).
> Podemos notar que depende temos um lado positivo que é as descobertas para ajudar na saúde e por outro lado negativo pode ocorrer de infligir regras como: existir duas pessoas iguais (clones) e retirar células-tronco de embriões e etc. (P7, TA).
> Tipo, ia ser um problema porquê poderiam acontecer alguma coisa nessas experiências que podiam causar um dano enorme na sociedade. (P2, TB).
> Eu não posso argumentar positivamente sobre isso. Então talvez, o uso da biotecnologia possa ou não nos causar uma ameaça (P7, TB).

Analisando os trechos acimas observou-se que os alunos imprimiram em suas respostas temáticas abordadas nos filmes utilizados para a realização da aula invertida (Aula 2 da sequência didática). No primeiro exemplo (Pesquisado 9, Turma A) em que o aluno faz referência ao filme “Planeta dos Macacos: origem” o aluno elabora suas respostas fazendo uso de elementos observados no filme, mas que ao mesmo tempo configuram-se como indicadores de AC. Ao relatar a possibilidade de mutações os alunos passam a conceber parte dos conhecimentos adquiridos na primeira aula da sequência didática, ao considerar que tais mutações podem ser prejudiciais tornando o vírus mais agressivo, o aluno demonstra de um indicador de AC não observado nas análises do pré-teste, **a previsão** (SASSERON; CARVALHO, 2011), onde se afirma uma ação associada a certos acontecimentos. O mesmo pode ser dito sobre a resposta apresentada pelo pesquisado 7, Turma A, o mesmo ao fazer menção ao filme “A ilha”, que aborda aspectos éticos relacionados a clonagem.

Ainda no campo interdisciplinar, durante um momento de sociabilização e de discussão dos aspectos éticos do uso de tecnologias foi possível perceber que os alunos se debruçaram sobre outras áreas de conhecimento científico, na busca por explicações plausíveis

para os fenômenos observados no filme. Na frase de um dos alunos, que discorreu sobre o filme "Planeta dos Macacos: origem".

> Muita coisa no filme ainda é ficção. Eu li que para que os macacos pudessem falar genes que estão relacionados a formação do palato bucal, da laringe e da língua teriam que sofrer mutações. Então uma mutação no cérebro não necessariamente faria com que os macacos falassem. (P9, TA).

Este parágrafo foi registrado durante um dos momentos de sociabilização das análises do filme em um tópico que o professor chamou de: O que ainda é ficção? Durante a exposição do aluno, foi possível perceber a segurança com a qual apresentava os dados, que sustentava a sua ideia, indicador de AC, que consideramos como: **justificativa.** A postura do aluno diante da complexidade de fatores que envolveriam o desenvolvimento da linguagem em macacos, mostrou de forma clara o potencial para o desenvolvimento de ações interdisciplinares possibilitados pela prática ativa (Aula invertida). Alguns elementos do discurso do aluno como, laringe e palato bucal, demonstraram um grau de leitura mais elevado sobre anatomia e também sobre comportamento, conforma as discussões foram se intensificando.

Embora, este exemplo possa ser citado, ainda existem muitas limitações ao serem tratados assuntos de forma interdisciplinar, podendo-se destacar uma destas limitações como sendo a falta de motivação pela leitura de textos de diferentes áreas. Durante a realização da aula buscou-se informar os alunos sobre a Lei de Biossegurança e neste caso os alunos mostraram-se desinteressados pela temática ao julgar que os textos eram de teor muito elevado, mesmo para as turmas onde foram trabalhadas práticas ativas. A resposta, a essas observações, podem ser evidenciadas no pós-teste, sendo a décima primeira questão aquela a apresentar um baixo índice de resolução. É preciso desse modo, que haja um trabalho de transposição didática que muitas vezes são inseridas nos livros na forma de seções. De acordo com Verceze e Silvino (2008), os alunos necessitam ser orientados a realizarem a leitura de tais leituras para ampliação de seus universos conceituais e para apropriar-se de temáticas mais complexas.

Desse modo, e não somente no âmbito das questões interdisciplinares as práticas se desenvolveram de forma satisfatória quando o interesse e as motivações dos alunos estiveram alinhados com as práticas metodológicas, favorecendo as interações entre professores e alunos. É possível argumentar, que ainda que de forma mínima, foi possível destacar nas respostas apresentadas pelos alunos da turma A (Turma A), após a realização das práticas ativas, todos os indicadores de AC, conforme descritos por Sassseron (2008), ao passo que o Grupo Controle continuou exibindo os mesmos indicadores observados durante o pré-teste. Durante a análise do

pré-teste apenas os indicadores de **seriações, explicações** e **raciocínio lógico** haviam sido destacados nas respostas dos alunos de ambas as turmas.

7 A ELABORAÇÃO DO SITE

O site 'biologiaativa' (**Figura 12**), disponível através do endereço: www.biologiaativa.com; surgiu como um produto da dissertação de Mestrado intitulada ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia, tendo como autor e responsável pelo site o Prof. Me. Helton Charllys Batista Cardoso, professor da rede Pública Estadual do Estado da Paraíba, sob a orientação da Profª. Drª. Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa. O trabalho foi desenvolvido através do MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA (PROFBIO-UFPB) e tem por objetivo o compartilhamento de ideias desenvolvidas ao longo de toda a trajetória de curso.

Figura 12 - Visualização da página inicial do site www.biologiaativa.com, na qual estão dispostos os principais links de acesso aos conteúdos e a descrição do site.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Com o intuito de auxiliar, outros professores da área de ciências biológicas em sua prática docente o site foi pensado de modo a transmitir e compartilhar conhecimentos além disponibilizar conteúdo científico, roteiros de atividade, sequências didáticas e discussões didático-metodológicas que possam contribuir com o desenvolvimento de atividades em sala de forma dinâmica, criativa (**Figura 13**).

Tendo em vista a difícil tarefa dos professores de ensinar biologia em um contexto voltado para o uso de tecnologias e para a quebra dos antigos paradigmas educacionais; o site biologia ativa foi desenvolvido pensando em facilitar o desenvolvimento de atividades que orientem a prática pedagógica dos professores contribuindo para o desenvolvimento de ações

pedagógicas a partir do viés da AC. Diante do desafio ainda maior, o de motivar e despertar o senso investigativo nos alunos, o site busca orientar professores no desenvolvimento de atividades que possam favorecer o desenvolvimento crítico investigativo dos alunos auxiliando na formação integral destes.

Figura 13 - Pré-visualização de conteúdos ofertados pelo site e que buscam contribuir com o despertar dos docentes para o uso de metodologias ativas na perspectiva da Alfabetização Científica.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

As principais propostas didáticas contidas nesse site e ainda nas atividades e nas sequências didáticas que estão disponíveis neste site foram pensadas primordialmente a partir de metodologias ativas que contribuem para o desenvolvimento participativo e colaborativo dos alunos dentro do seu processo de ensino-aprendizagem tornando-os efetivamente ativos em sua formação inicial.

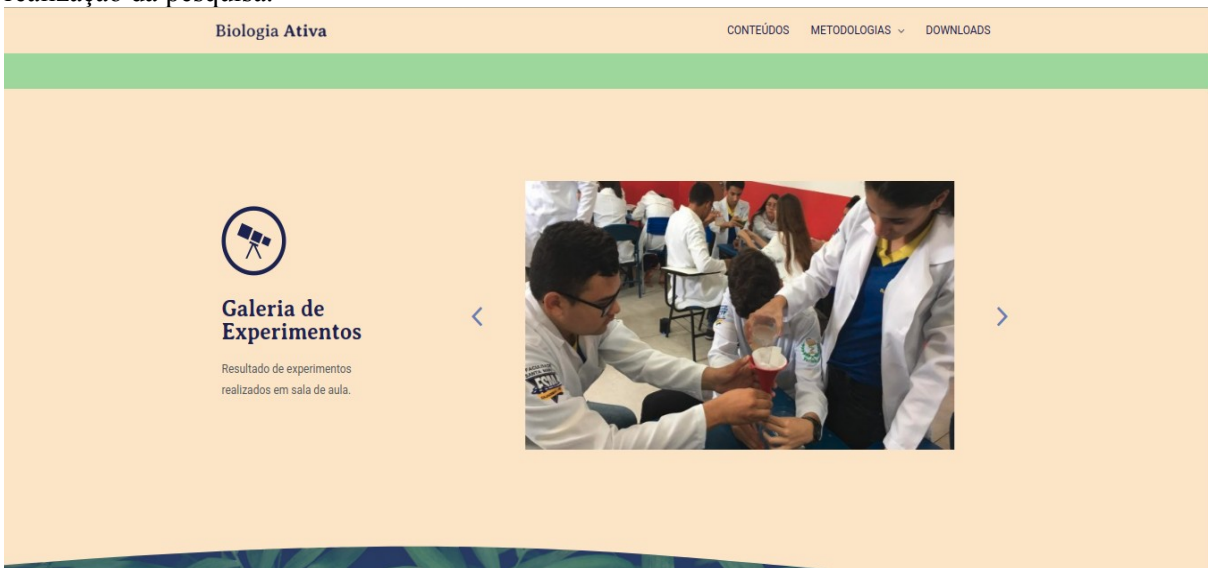
Ao buscar dar maior destaque a participação dos alunos as perspectivas das metodologias atribuídas neste site também incorporaram ideias e preceitos de Metamodelos de linguagem que visam dar destaque aos principais canais de comunicação dos alunos, a seus estilos de aprendizagem e suas predisposições para os estudos.

Esperamos que o site possa contribuir com o fazer docente mais reflexivo onde os alunos possam ser vistos com parte integrante nas diversas fases ou etapas de seu processo de ensino-aprendizagem.

O site está organizado em poucas abas fornecendo ao leitor facilidade de acesso as informações. As informações encontram-se disponíveis a partir das abas: Conteúdos, metodologias e Donwload. Na aba ‘blog’ os conteúdos encontram-se distribuídos em matérias que situam o leitor quanto as ideias e metodologias disponíveis no site de forma simples e dinâmica de modo criar um suporte informativo e orientador para o professor visitante.

O site também conta com uma seção galeria de experimentos, onde são postadas imagens de experimentos realizados com os estudantes e onde são discutidas algumas práticas experimentais (**Figura 14**).

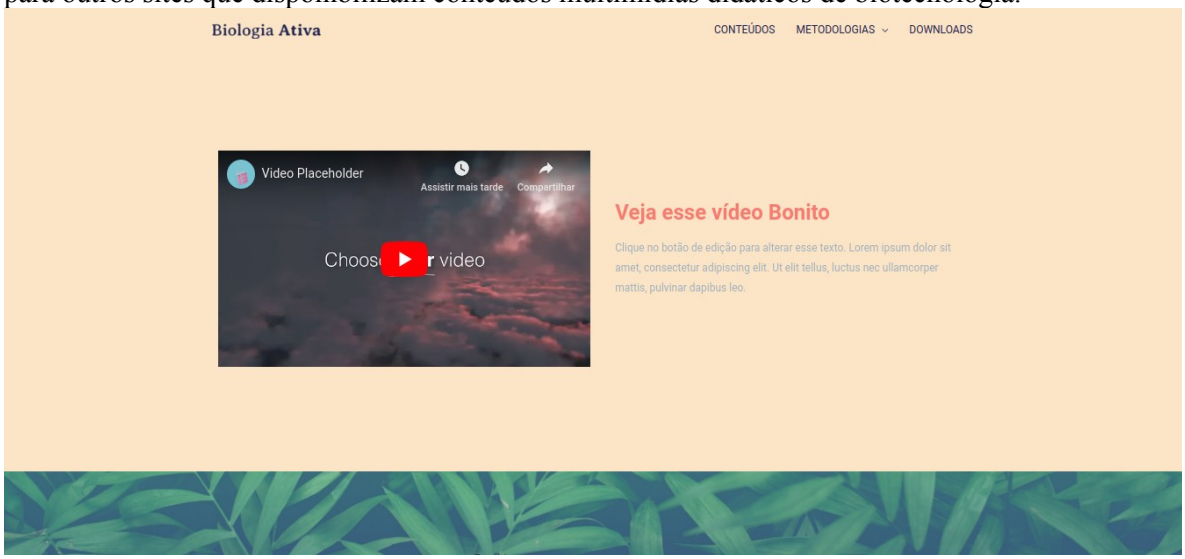
Figura 14 - Visualização da seção 'Galeria de experimentos' na qual se encontrará disponível conteúdos gráficos e imagens de práticas de experimentação produzidos pelos estudantes durante a realização da pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Na seção 'vídeos', o professor visitante terá acesso a vídeos didáticos que poderão ser utilizados como material complementar de aulas (**Figura 15**). Os vídeos trazem desde pequenas videoaulas a vídeos de processos biológicos onde podem ser utilizadas a tecnologia 3D, a partir de VR BOX.

Figura 15 - Visualização da página de vídeos, na qual o professor visitante poderá ser redirecionado para outros sites que disponibilizam conteúdos multimídias didáticos de biotecnologia.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

O projeto Gráfico do Site

O site ‘biologiaativa.com’ foi desenvolvido em comunicação entre a área de Design Gráfico e Desenvolvimento Web, somando conhecimentos para uma experiência agradável ao público desta interface gráfica digital. Para Portugal (2013), o design de interface torna evidentes os elementos que possibilitam executar ações, pesquisando, analisando e propondo gerações de possíveis soluções. Ordenando informações verbais, visuais, sonoras e sinestésicas, além de buscar orientar o sujeito durante sua navegação em um sistema de interface por meio de interações e *feedbacks*.

Os elementos visuais que aparecem no monitor compõem um espaço de ação e cabe ao *Designer Gráfico* projetar esses elementos de modo que induzam as ações do usuário (PORTUGAL, 2013), onde o processo de geração de possíveis soluções para esses elementos visíveis da interface, baseiam-se no contexto material, simbólico que circundam o usuário, público-alvo da interface, em nosso caso os professores da Educação Básica.

Na etapa de Estética, foi criada um sistema de identidade visual, onde buscou-se como principal referência a regionalidade, aproximando a interface gráfica ao seu público-alvo com características mais manuais, com traços mais livres e orgânicos, características adotadas também no uso da tipografia (fonte) do logo.

Biologia Ativa

Logo Biologia Ativa



As Cores escolhidas para o Projeto Biologia Ativa.

A Tipografia utilizada



A escolha de uma espécie animal (*Cerdocyon thous*), como mascote do site Biologia Ativa, surgiu como forma de mostrar uma espécie natural da caatinga, conhecida por ser um forrageador ativo, com o qual buscou-se uma relação de analogia entre as metodologias ativas. A escolha do estilo gráfico para representar a mascote inspirou-se no movimento *Armorial,* estilo estético criado por Ariano Suassuna, onde se ressignificam as produções de literatura de cordel, remontando uma atmosfera moderna, "erudita", rebuscando representações como Xilogravuras e cultura popular como elemento-chave.

Todos estes elementos e seções do site foram pensados de modo a tornar a experiência de exploração das propostas didáticas um momento de identificação com as questões relacionadas a biotecnologias, sem, no entanto, efetuar um desligamento com as características locais.

8 CONCLUSÕES

A utilização de metodologias ativas mostrou-se relevante para a execução de práticas educativas no desenvolvimento de habilidades de AC sobre o tema proposto. Ao longo da trajetória do trabalho que a construção das etapas de realização desta pesquisa forma importantes para professores e alunos. A partir das diferentes interações que se estabeleceram através das diferentes metodologias ativas e das diferentes interações que tais metodologias proporcionaram que foi possível perceber a necessidade de aprimoramentos que melhorem as interações com os alunos. Durante algumas das atividades foi possível perceber que é preciso sentir os alunos como adolescentes, como seres interativos e que tais interações devem ser utilizadas a favor de suas formações.

A utilização dos Metamodelos de linguagem tornou um pouco mais tangível as motivações e estilos de aprendizagens dos alunos, contribuição que foi necessária e imprescindível para a seleção de estratégias didáticas e de metodologias ativas que se mostraram coerentes com as necessidades dos alunos e que se refletiram de forma significativa na aprendizagem dos mesmos.

O uso de Metodologias Ativas mostrou-se importante para as interações entre os alunos e entre professor-aluno. As Metodologias Ativas mostraram-se favoráveis a promoção de discussões interdisciplinares e ainda para o desenvolvimento de ações que melhor contextualizem o cotidiano dos alunos, que passaram a se posicionar de forma mais efetiva nos debates, além de fazer uso de conceitos e de exemplos de forma mais criteriosa e elaborada, em contraste com as respostas de alunos que participaram apenas de aulas com metodologias tradicionais, em que os alunos continuam se reportando basicamente à doenças ou a utilização da biotecnologia no campo médico.

Respostas pouco contextualizadas, ainda estão relacionadas à estrutura dos livros didáticos que restringem boa parte dos exemplos a questões relacionadas a saúde humana. Enquanto os livros didáticos estiverem voltados basicamente a demonstrar para os alunos que a ciência ou a biotecnologia estão voltados simplesmente para cura de doenças ou para aspectos relacionados à saúde humana teremos problemas relacionados à percepção de implicações ambientais quanto ao uso de biotecnologias ou ainda de ecossistemas ou de manejo de recursos.

Com relação aos níveis de alfabetização pode-se considerar que as mudanças nos campos de apreensões da maioria dos alunos da turma A, passaram a apresentar níveis mais elevados de AC a saber: os níveis funcionais e estruturais, embora o nível multidimensional

tenha sido destacado em algumas respostas este ainda tem se mostrado com pouca representatividade dentro das respostas dos alunos. Por outro lado, a turma que assistiu apenas a aulas com metodologias tradicionais passou a imprimir em suas respostas características de informações que os situaram basicamente entre os níveis nominal e funcional.

Quanto aos indicadores de AC, estes passaram a apresentar mais representatividade nas respostas dos alunos do Grupo Experimental que no Grupo Controle, assim como esperado. Indicadores como previsão e levantamento de hipóteses que não haviam sido observados nas respostas dos alunos durante o pré-teste, mostraram-se presentes em algumas respostas e principalmente durante os momentos de aula. O fato de tais indicadores estarem presentes em um maior número de respostas do Grupo Experimental, de nenhum modo descaracteriza as aprendizagens construídas no Grupo Controle a partir das metodologias ativas. No entanto, é preciso mencionar que os conhecimentos adquiridos a partir das práticas ativas demonstraram um maior potencial para a operacionalização e ainda para formação integral e cidadã dos alunos.

O desenvolvimento dessa pesquisa foi importante ao que se refere a desenvolvimento de novas competências para o ensino, possibilitando ao professor envolvido, uma maior percepção de como os alunos constroem suas aprendizagens a partir de processos muito peculiares e intrínsecos ao seu universo representacional interno. Compreender as características particulares de um grupo dinâmico, em pleno processo de aprendizagem, mostrou-se importante para que o professor pudesse tornar a aprendizagem mais ativa e potencialmente significativa; modificando a relação professor-aluno durante todo o percurso metodológico, em que as ações: Perceber-Representar-Agir, muito mais que eixo norteador, mostrou ser um dos aspectos necessários a uma aprendizagem crítica e fundamentada cientificamente.

Não obstante as contribuições pedagógicas e didático-metodológicas claramente expressas nas propostas, de diversificação e dinamização do ensino de biologia, apresentadas pelo PROFBIO, é possível perceber que as contribuições à crescente necessidade de se incorporar às ideias do ensino por investigação e de tornar os estudantes protagonistas de seu processo de ensino aprendizado puderam ser contempladas ao longo dessa pesquisa; contribuindo, assim, para o desenvolvimento de práticas exitosas e potencialmente significativas para o ensino de biologia.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia em contexto**. 1 ed. v. 3. São Paulo: Moderna, 2016.

AMORIM, Antonio Carlos Rodrigues de *et al.* **O ensino de Biologia e as relações entre ciencia/tecnologia/sociedade:** o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? Campinas, São Paulo: [s.n.], 1995.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 1995. 130 p.

ANGROSINO, Michael. **Etnografia e observação participante:** coleção pesquisa qualitativa. [S.l.]: Bookman Editora, 2009.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

AZEVEDO, Regina Maria. **Programação neurolinguística:** transformação e persuasão no metamodelo. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

BANDLER, Richard; GRINDER, John. **A estrutura da magia:** um livro sobre linguagem e terapia. Rio de Janeiro. Guanabara, 1977.

BARBOUR, Rosaline. **Grupos focais:** coleção pesquisa qualitativa. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

BARCELOS, Mayara CS *et al.* The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas. **FEMS microbiology letters**, v. 365, n. 21, p. fny239, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** v. 70, Lisboa (Portugal): Edições, 2010.

BANDOUK, Antonio Carlos *et al.* **Ser protagonista:** Biologia, 3º ano. 3 ed. São Paulo: Editora SM, 2016

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Seminários: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2012.

BERGMANN, Jonathan. **Aprendizagem invertida para resolver o problema do dever de casa**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BONINI, Adair; DE CÁSSIA YANO, Daniella. A avaliação do livro didático como tema da formação inicial do professor de língua portuguesa. **Entrepalavras**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 323–343, 2018.

BORGES, Regina Maria Rabello; LIMA, VM do R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciências**, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007.

BOSSOLAN, Nelma Regina Segnini *et al.* O centro de biotecnologia molecular estrutural: aplicação de recursos didáticos desenvolvidos junto ao ensino médio. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 41-42, 2005.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília: MEC/Semtec, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino Médio:** Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica** / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 2/2012, de 30 de jan. de 2012. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília, DF, jan. 2012.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 4/2010, de 13 de jul de 2010. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**, Brasília, DF, jul. 2017.

BURDEA Grigore, C; COIFFET, P. **Tecnologia de realidade virtual.** Londres: Wiley-Interscience, 2003.

BURDEA, Grigore C. Haptic feedback for virtual reality, keynote address of Proceedings of International Workshop on Virtual prototyping. **Proceedings of International Workshop on Virtual Prototyping.** Laval: France, 1999.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Teoria e prática em ciências na escola**: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 2009.

CAPLAN, David. **Neurolinguistics and linguistic aphasiology:** an introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Ensino de Ciências por investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: cengage learning, 2013.

CASSEL, C.; SYMON, G. **Qualitative methods in organizational research:** a practical guide. California: Sage Publications Inc, 1994.

CASTILHO, Ataliba Teixeira de; PRETI, Dino. **A Linguagem Falada Culta na Cidade de São Paulo**. v. II. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP, 1986.

CAZAU, Pablo. **Estilos de aprendizaje:** Generalidades. 2004. Disponível em: <https://cursa.ihmc.us/rid=1R440PDZR-13G3T80-2W50/4.%20Pautas-para-evaluar-Estilos-de-Aprendizajes.pdf> Acesso em: 29 abr. 2019.
CAZELLI, Sibele. **Alfabetização científica e os museus interativos de ciência**. 1992. Tese (Doutorado em Educação). Departamento de Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1992.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

CHITTARO, Luca; RANON, Roberto. Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. **Computers & Education**, v. 49, n. 1, p. 3-18, 2007.

CHIZZOTTI, Antonio. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista portuguesa de educação**, v. 16, n. 2, 2003.

CHOMSKY, Noam. **Sintáctica y semántica en la gramática generativa**. Madríd: Siglo XXI, 1979.

CICOUREL, Aaron V. **Method and measurement in sociology**. New York: Free Press. 1964.

COSTA, Marcos Antonio Ferreira *et al.* Biossegurança no ensino médio: uma discussão preliminar sobre conteúdos em livros didáticos de ciências e práticas docentes. **Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, 2008.

COSTANTIN, Ana Cristina Chaves. Museus interativos de ciências: espaços complementares de educação ? **Interciencia**, v. 26, n.5, 2001.

DA SILVA CARVALHO, Jeane; GONÇALVES, Nilda Masciel Neiva; PERON, Ana Paula. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 3, p. 288, 2012.

DA SILVA KLEIN, Tânia Aparecida; LABURÚ, Carlos Eduardo. Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: possíveis interconexões na construção do conceito de biotecnologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, 2012.

DALGARNO, Barney; LEE, Mark JW. What are the learning affordances of 3D virtual environments?. **British Journal of Educational Technology**, v. 41, n. 1, p. 10-32, 2010.

DE ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini. **ProInfo:** informática e formação de professores. Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio *et al.* **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. [S.l.]: Cortez Editora, 2002.

DELORS, Jacques *et al.* **Educação**: um tesouro a descobrir: relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1998.

DEMO, Pedro. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2010.

DIEHL, Astor Antônio; TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas:** métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DOWLEN, Ashley. Nlp-help or hype? investigating the uses of neuro-linguistic programming in management learning. **Career Development International**, **MCB UP Ltd,** v. 1, n. 1, p. 27–34, 1996.

EL-HANI, Charbel Niño; ROQUE, Nádia; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Livros didáticos de biologia do ensino médio: resultados do PNLEM/2007. **Educação em Revista**, v. 27, n. 1, p. 211–240, 2011.

FARIA, Joana Cristina Neves de Menezes *et al.* O ensino de Biologia celular e tecidual na educação a distância por meio do microscópio virtual. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 63–75, 2011.

FERREIRA, Jonatas. A produção de memória biotecnológica e suas consequências culturais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 18, n. 53, 2003.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 6, n. 1, p. 38-50, 2004.

FEUERSTEIN, Reuven *et al.* **Enriquecimento Instrumental**: Um programa de intervenção para modificabilidade cognitiva. 1980.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

FOUREZ, Gérard *et al.* Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. **Ediciones Colihue SRL**, 1997.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2014.

GABASSA, Vanessa *et al.* **Contribuições para a transformação das práticas escolares: racionalidade comunicativa em habermas e dialogicidade em freire.** Universidade Federal de São Carlos, 2007.

GASKELL, George *et al.* Biotechnology and the European public. **Nature biotechnology**, v. 18, n. 9, p. 935, 2000.

GATTI, Bernardete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Liber Livros, 2005.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar:** como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. [S.l.] Editora Record, 1997.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual pesquisa qualitativa.** Belo Horizonte: Grupo Anima Educação, 2014.

GUIMARÃES, Mauro. **Educação ambiental crítica:** Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 25-34, 2004.

HAKE, Richard R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Monserrat. **A organização do currículo por projetos de trabalho:** o conhecimento é um caleidoscópio. Porto Alegre: Artmed,1998.

HERNÁNDEZ, Fernando. **Transgressão e mudança na educação:** os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed,1998.

HUNKINS, Francis P.; ORNSTEIN, Allan C. **Curriculum**: Foundations, principles, and issues. Pearson Education, 2016.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

IGLESIA, Pedro. Membiela. Ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. **Alambique: didáctica de las ciencias experimentales**, v. 2, n. 3, p. 7–11, 1995.

JOHN, Nigel W. The impact of Web3D technologies on medical education and training. **Computers & Education**, v. 49, n. 1, p. 19-31, 2007.

DELLA JUSTINA, Lourdes Aparecida; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2013.

KAFARSKI, Paweł. Rainbow code of biotechnology. **Chemik**, v. 66, n. 8, p. 811-6, 2012.

KAWULICH, Barbara B. Observação participante como método de coleta de dados. *In*: **Fórum: Pesquisa Social Qualitativa** v. 6, n. 2, 2005.

KONG, Eric. The potential of neuro-linguistic programming in human capital development. **Electronic Journal of Knowledge Management**, **Academic Publishing**, v. 10, n. 2, 2012.

KORZYBSKI, Alfred. Ciência e sanidade: Uma introdução aos sistemas não-aristotélicos e à semântica geral. **Instituto de GS**, 1958.

KRASILCHIK, Mirian. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

KUDLISKIS, Voldis; BURDEN, Robert. Applying 'what works' in psychology to enhancing examination success in schools: The potential contribution of NLP. **Thinking skills and creativity**, v. 4, n. 3, 2009.

KUDLISKIS, Voldis. Neuro-linguistic programming and altered states: encouraging preparation for learning in the classroom for students with special educational needs. British Journal of Special Education, **Wiley Online Library**, v. 40, n. 2, 2013.

LA LUNA, Alexandre. Importância do ensino e aprendizagem de genética para o mundo atual. **Revista de Educação**, v. 17, n. 23, 2015.

LA LUNA, Alexandre. Importância do ensino e aprendizagem de genética para o mundo atual. **Revista de Educação**, v. 17, n. 23, 2015.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa**. 3a edição. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

LAUGKSCH, Rüdiger C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, [s. l.], v. 84, n. 1, 1999.
LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do Saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda. 1999.

LEAL, Edvalda Araujo; MIRANDA, Gilberto José; CASA NOVA, Sílvia Pereira de Castro. **Revolucionando a sala de aula:** como envolver o estudante aplicando técnicas de metodologias ativas de aprendizagem. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.

LEITE, Marcelo. Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica. São Paulo em perspectiva, **SciELO Brasil**, v. 14, n. 3, p. 40–46, 2000.

LEWIN, Kurt. Pesquisa de ação e problemas de minoria. **Jornal de questões sociais**, v. 2, n.4, p.34-46, 1946.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**. v. 3. São Paulo: Editora Ática, 2016.

LOCKTON, Dan. **Social and interpersonal approaches to design for behaviour change**. 2012.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais Ensaio, **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001.

LUNA, Sérgio Vasconcelos de. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. 2a edição. São Paulo: EDUC, 1999.

MARTÍNEZ PÉREZ, Leonardo Fabio. **Questões sociocientíficas na prática docente**: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora UNESP. 2012.

MARTINS, João Batista. Observação participante: uma abordagem metodológica para a psicologia escolar. **Seminários: Ciências, Sociedade e Humanidade**, v. 17, n. 3, 1996.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; MARTINS, Isabel. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 255-278, 2016.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.

MEZIROW, Jack. **Transformative learning**: Theory to practice. New directions for adult and continuing education, Wiley Online Library, 1997.

MILLER, Jon D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, [S.l.], p. 29–48, 1983.

MINAYO, Maria Cecília.de Souxa. **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. Editora Vozes Limitada, 2011.

MITRE, Sandra Minardi *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & saúde coletiva**, v. 13, n. 2, p. 2133-2144, 2008.

MIZUKAMI, N.; GRAÇA, M. da. Aprendizagem da docência: professores formadores. **Revista E-Curriculum**, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, v. 1, n. 1, 2005.

MONAHAN, Teresa; MCARDLE, Gavin; BERTOLOTTO, Michela. Realidade virtual para e-learning colaborativo**. Computadores e Educação**, v. 50, n. 4, p.1339-1353, 2008.

MÓNICO, Lisete *et al.* A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. *In*: **CONGRESO ÍBERO-AMERICANO EM INVESTIGACIÓN CUALITATIVA**. 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. **Série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS**, v. 24, n. 6, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e diagramas**. Porto Alegre: Editora do Autor, 2006.

MOREIRA, Marcos Antonio. **Pesquisa em educação em ciências:** métodos qualitativos. Tese (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias), Universidad de Burgos. Espanha, 2002.

MORGAN, David L. **Grupos focais como pesquisa qualitativa**. [S.l.]:Sage publications, 1996.

MORIN, Edgar; **Os Sete Saberes necessários a educação. do Futuro.** Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez, 2003.

MOSER, Antônio. **Biotecnologia e bioética:** para onde vamos? Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza. **Ensaio (Belo Horizonte): pesquisa em educação em ciências**. Vol. 16, n. 2 (maio/ago. 2014), p. 185-206, 2014.

MOURA, Joseane *et al.* Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil–breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ALVETTI, Marco. A. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e física. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, n. 1, 2007.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração,** São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NUNES, João Arriscado. A Síndrome do Parque Jurássico: História (s) edificante (s) da genética num mundo "sem garantias". **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n.61, 2001.

OLIVEIRA, Fátima. Biotecnologias de procriação e bioética. **cadernos pagu**, v. 10, p. 53-81, 1998.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Editora Vozes Limitada, 2013.

PAN, Zhigeng *et al.* **Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments**. Computers & graphics, v. 30, n. 1, p. 20-28, 2006.

PARAÍBA, Resolução SEE nº 001/2016, de 22 de fev. de 2016. **Institui no âmbito da Secretaria de Estado da Educação o Sistema de Gestão de Informações da Rede Estadual de Educação da Paraíba**, João Pessoa, fev. 2016.
PASSOS, Jair Sergio dos. **Professor mediador e a neurolinguística na sala de aula**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2016.

PAWLOWSKI, Charlotte Skau *et al.* Children's physical activity behavior during school recess: A pilot study using GPS, accelerometer, participant observation, and go-along interview. **PloS one**, v. 11, n. 2, p. e0148786, 2016.

PEDRANCINI, V. D. *et al.* Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299–309, 2007.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana *et al.* Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2008.

PEDREIRA, Ana Júlia; DA SILVA CARNEIRO, Maria Helena. Livro didático de Biologia: um levantamento bibliográfico. **XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM**

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

PRADO, Isabel Cristina de Oliveira Melo do; FIGUEIREDO , Josiane Aparecida Gomes. Prática e reflexões sobre a biotecnologia no terceiro ano do ensino médio do cerp – Morretes / PR. **Os desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**, v.1. 2016.

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

PREMEBIDA, Adriano; ALMEIDA, Jalcione. Biotecnologias, biopolítica e novas sociabilidades. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 11, n. 2, 2015.

POMBO, Olga. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em revista**, v. 1, n. 1, 2005.

QUEIROZ, Danielle Teixeira *et al.* Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. **Revista de enfermagem da UERJ**, v. 15, n. 2, p. 276-283, 2007.

RAUCH, Ulrich. Who owns this space anyway? The Arts 3D VL Metaverse as a network of imagination**.** *In*: **EDMEDIA: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MEDIA AND TECHNOLOGY**. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2007.

REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, p. 746-772, 2008.

RICARDO, Elio Carlos. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2008.

RIVAS, PRISCILA; PINHO, JAQUELINE; BRENHA, SÉRGIO LUÍS. Experimentos em genética e bioquímica: motivação e aprendizado em alunos do ensino médio de uma escola pública do estado do maranhão. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 1, 2011.

RODELLO, I. A. *et al.* Realidade misturada: conceitos, ferramentas e aplicações. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 2, n. 2, p. 2–16, 2010.

ROSSASI, Lucilei Bodaneze; POLINARSKI, Celso Aparecido. **Reflexões sobre metodologias para o ensino de Biologia: uma perspectiva a partir da prática docente**. v. 10, 2012.

SACRISTÁN, G.; GÓMEZ, A. P. **Compreender e transformar o ensino-4**. [S.l.]: Artmed Editora, 2009.

SALZMAN, M. C. *et al.* A model for understanding how virtual reality aids complex conceptual learning. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, MIT Press, v. 8, n. 3, p. 293–316, 1999.

SAMPIERI, Roberto Hernández *et al.* **Metodologia de pesquisa**. 2006. 3ed. São Paulo: McGraw-Hill,2006.

SÁNCHEZ-CAÑETE, Francisco Javier; PONTES PEDRAJAS, Alfonso. La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, v. 7, 2010.

SANDLER, Ronald. The ethics of reviving long extinct species. **Conservation Biology**, v. 28, n. 2, p. 354-360, 2014.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira de. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

SAVARDELAVAR, Meisam; KUAN, Garry. The use of neuro-linguistic programming as an educational-therapeutic programme: Two case studies. **Education in Medicine Journal**, v. 9, n. 1, 2017.

SCHÖN, Donald. **Formar professores como profissionais reflexivos:** Os professores e a sua formação, v. 2, p. 77-91, 1992.

SILVA, Cristiane Rocha; GOBBI, Beatriz Christo; SIMÃO, Ana Adalgisa. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Organizações rurais & agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005.

SILVA, Wamberto Barbosa. **A pedagogia dialógica de Paulo Freie e as contribuições da programação neurolinguística:** uma reflexão sobre o papel da comunicação na educação popular. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2006.

SILVEIRA, Cristiane Amaro; ALMEIDA, Jalcione. Significados sociais das biotecnologias. 2000. *In*: **XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.

SILVEIRA, RVM da; AMABIS, José Mariano. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético. 2003. *In:* **IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, São Paulo**,** 2003.

SOUZA, Dalva Inês de *et al.* **Manual de orientações para projetos de pesquisa**. Novo Hamburgo: FESLSVC, 2013.

TAYLOR, Edward. W. The theory and practice of transformative learning: A critical review. **Information Series** nº. 374. ERIC, 1998.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85, 2007.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

TIZIOTO, Polyana Cristine; ARAÚJO, Elaine Sandra Nicolini Nabuco de. Biotecnologia e bioética nos livros didáticos. In: **VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Anais... Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/ CR2/p665.pdf> Acesso em: 09 fev. 2012.

TOSEY, Paul; GREGORY, Josie. The peer learning community in higher education: Reflections on practice. **Innovations in Education and Training International**, v. 35, n. 1, p. 74-81, 1998.

TOSEY, Paul; MATHISON, Jane. Neuro-linguistic programming and learning theory: A response. **The Curriculum Journal, Taylor & Francis**, v. 14, n. 3, p. 371–388, 2005.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n.3, 2005.

VALE, José Misael Ferreira do. **Educação científica e sociedade**. *In*: NARDI, R. (org.). Questões atuais no ensino de ciências. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

VALLADARES, Licia. Os dez mandamentos da observação participante. **Revista brasileira de ciências sociais**, v. 22, n. 63, p. 153-155, 2007.

VASCONCELOS, Juliene S. **Guia para avaliação do livro didático de ciências.** Uberlândia: Uniminas, 2009.

VEIGA, Luciana; GONDIM, Sônia Maria Guedes. A utilização de métodos qualitativos na ciência política e no marketing político. **Opinião Pública**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2001.

VELLEGAL, Ana. Maria. La Programación Neurolingüística como herramienta para la enseñanza de E/LE. **Memoria de Master en Ensenanza de Espanol Lengua Extranjera**, 2004.

VERCEZE, Rosa Maria Aparecida Nechi; SILVINO, Eliziane França Moreira. O livro didático e suas implicações na prática do professor nas escolas públicas de Guajará-Mirim. **Revista Teoria e Prática da Educação**, Maringá, v. 11, n. 3, p. 338-347, 2008.

XAVIER, Márcia Cristina Fernandes; FREIRE, Alexandre de Sá; MORAES, Milton Ozório. A nova (moderna) Biologia e a genética nos livros didáticos de Biologia no ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, v. 12, n. 3, 2006.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE)

Seu filho (a) (ou pessoa por quem você é responsável) está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada: **"ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de Metamodelos de comunicação e de Realidade Virtual (RV) no ensino de Biologia"**, coordenado pelo Mestrando Professor HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO vinculado à UFPB - Universidade Federal da Paraíba através do Programa de Pós-Graduação "Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO" do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB.

A participação do mesmo é voluntária e o mesmo poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso traga nenhum prejuízo ou penalidade. Este estudo tem como objetivos: analisar o uso de metamodelos de comunicação e de ferramentas de Realidade Virtual (RV), associadas às metodologias ativas, no desenvolvimento de um ensino de biologia inovador que possibilite a realização de estudos contextualizados e fundamentados nos preceitos da alfabetização científica; investigar as demandas cognitivas vinculadas aos conhecimentos prévios dos alunos com o uso de metamodelos e de realidade virtual; analisar as possibilidades de utilização de modelos de RV como ferramenta de instrumentalização e contextualização nas aulas de biologia, a partir das demandas de conhecimentos científicos apresentados no livro didático; produzir um material didático-pedagógico "impresso" orientador sobre o uso de metamodelos e realidade virtual, associados às metodologias ativas, para o uso no ensino de biologia para a educação básica. O estudo buscará, investigar as principais contribuições da PNL (Metamodelos) e da VR associadas às metodologias ativas de ensino, assim como avaliar e diagnosticar os resultados do uso de tais ferramentas em aulas de biologia. Espera-se que ao final deste trabalho possamos propor novas alternativas de ensino que se sobreponham as práticas convencionais, e que assim possamos contribuir para a alfabetização científica, para o desenvolvimento de uma criticidade dos alunos e consequentemente para a melhoria na qualidade do ensino de biologia.

Caso decida aceitar o convite, seu filho (a) (ou pessoa por quem você é responsável) será submetido aos seguintes procedimentos: **questionários para identificar as demandas locais e expectativas apresentadas no espaço escolar e na comunidade e os indicadores ao cumprimento destas expectativas**. Os riscos envolvidos com sua participação são: pressão externa sobre as posições que os sujeitos pesquisados terão que assumir durante as entrevistas e a execução de atividades. Tais situações serão contornadas a partir de esclarecimentos acerca dos estudos bem como por meio de articulações institucionais que viabilizarão a participação da equipe. Os benefícios da pesquisa serão: oportunidade de aprendizagem e de integração social e socioambientais além de interação e uso de tecnologias educacionais inovadoras.

Todas as informações obtidas serão sigilosas e o nome dos participantes não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação de nenhum voluntário.

Se você tiver algum gasto decorrente de sua participação na pesquisa, você será ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você será indenizado.Você ficará com uma via rubricada e assinada deste termo e qualquer dúvida a respeito desta pesquisa, poderá ser requisitada a HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO, cujos dados para contato estão especificados abaixo.

Dados para contato com o responsável pela pesquisa
Nome: *HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO*
Endereço completo: Rua: Francisco Leão Veloso, S/N. Centro – Uiraúna – PB.
Email: *helcharllys@gmail.com*
Telefone: (83) 9 9633- 2889

Contato com o Pesquisador (a) Responsável: Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO Telefone: (83) 9 9633-2889 ou para o Comitê de Ética da UFPB/ Centro de Ciências da Saúde-1º andar / Campus I / Cidade Universitária CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB Tel. (83) 3216 7791 email: eticaccsufpb@hotmail.com

Declaro que estou ciente dos objetivos e da importância desta pesquisa, bem como a forma como esta será conduzida, incluindo os riscos e benefícios relacionados com a minha participação, e concordo voluntariamente em consentir que ele(a) faça parte deste estudo. Este Termo de Consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável.

Uiraúna,_____ de _____ de 2018.

x
Assinatura ou impressão datiloscópica
do participante voluntário

x
Helton Charllys Batista Cardoso
responsável pelo estudo

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE)

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada: **"ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E BIOTECNOLOGIA: O uso de Metamodelos de comunicação e de Realidade Virtual (RV) no ensino de Biologia"**, coordenado pelo Mestrando Professor HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO vinculado à UFPB - Universidade Federal da Paraíba através do Programa de Pós-Graduação "Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO" do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB.

Sua participação é voluntária e você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso traga nenhum prejuízo ou penalidade. Este estudo tem como objetivos: analisar o uso de metamodelos de comunicação e de ferramentas de Realidade Virtual (RV), associadas às metodologias ativas, no desenvolvimento de um ensino de biologia inovador que possibilite a realização de estudos contextualizados e fundamentados nos preceitos da alfabetização científica; investigar as demandas cognitivas vinculadas aos conhecimentos prévios dos alunos com o uso de metamodelos e de realidade virtual; analisar as possibilidades de utilização de modelos de RV como ferramenta de instrumentalização e contextualização nas aulas de biologia, a partir das demandas de conhecimentos científicos apresentados no livro didático; produzir um material didático-pedagógico "impresso" orientador sobre o uso de metamodelos e realidade virtual, associados às metodologias ativas, para o uso no ensino de biologia para a educação básica.

O estudo buscará, investigar as principais contribuições da PNL (Metamodelos) e da VR associadas às metodologias ativas de ensino, assim como avaliar e diagnosticar os resultados do uso de tais ferramentas em aulas de biologia. Espera-se que ao final deste trabalho possamos propor novas alternativas de ensino que se sobreponham as práticas convencionais, e que assim possamos contribuir para a alfabetização científica, para o desenvolvimento de uma criticidade dos alunos e consequentemente para a melhoria na qualidade do ensino de biologia.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido aos seguintes procedimentos: **questionários para identificar as demandas locais e expectativas apresentadas no espaço escolar e na comunidade e os indicadores ao cumprimento destas expectativas**. Os riscos envolvidos com sua participação são: **pressão externa sobre as posições que os sujeitos pesquisados terão que assumir durante as entrevistas e a execução de atividades**. Tais situações serão contornadas a partir de esclarecimentos acerca dos estudos bem como por meio de articulações institucionais que viabilizarão a participação da equipe. Os benefícios da pesquisa serão: **oportunidade de aprendizagem e de integração social e socioambientais além de interação e uso de tecnologias educacionais inovadoras.**

Todas as informações obtidas serão sigilosas e seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação de nenhum voluntário. Se você tiver algum gasto decorrente de sua participação na pesquisa, você será ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você será indenizado.

Você ficará com uma via rubricada e assinada deste termo e qualquer dúvida a respeito desta pesquisa, poderá ser requisitada a HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO, cujos dados para contato estão especificados abaixo.

Dados para contato com o responsável pela pesquisa
Nome: *HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO*
Endereço completo: Rua: Francisco Leão Veloso, S/N. Centro – Uiraúna – PB.
Email: *helcharllys@gmail.com*
Telefone: (83) 9 9633- 2889

Contato com o Pesquisador (a) Responsável: Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador HELTON CHARLLYS BATISTA CARDÔSO Telefone: (83) 9 9633-2889 ou para o Comitê de Ética da UFPB/ Centro de Ciências da Saúde-1º andar / Campus I / Cidade Universitária CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB Tel. (83) 3216 7791 email: eticaccsufpb@hotmail.com

Declaro que estou ciente dos objetivos e da importância desta pesquisa, bem como a forma como esta será conduzida, incluindo os riscos e benefícios relacionados com a minha participação, e concordo em participar voluntariamente deste estudo.

Uiraúna, Novembro de 2018.

x
Assinatura ou impressão datiloscópica
do participante voluntário

x
Helton Charllys Batista Cardoso
responsável pelo estudo

GOVERNO DA PARAÍBA | viva o trabalho.

Secretaria de Estado da Educação

9ª Gerência Regional de Educação

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA
SECRETÁRIA ESTADUAL DA EDUCAÇÃO E CULTURA
9ª GERÊNCIA REGIONAL DE ENSINO
EEEFM DR. JOSÉ DUARTE FILHO

A Direção da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Dr. José Duarte Filho e está ciente e apoia a execução do projeto: **METAMODELOS DE COMUNICAÇÃO E USO DE REALIDADE VIRTUAL (RV) NO ENSINO DE BIOLOGIA: Uma proposta de alfabetização científica para compreender a biotecnologia e seus impactos ambientais**. O referido projeto é coordenado pelo professor Helton Charllys Batista Cardôso da Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba estando vinculado às atividades de estágio supervisionado e a elaboração de trabalho de conclusão de mestrado. O projete será desenvolvido com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, última série de ensino da Educação Básica, para o qual reafirmamos apoio e colaboração na sua realização.

Uiraúna, 19 de abril de 2018

Maria das Graças Duarte
Diretora Escolar
Aut. GEAGE/SEE
Nº10.620

Assinatura e carimbo do Diretor (a)
Mat. Nº 182.292-6

APÊNDICE B

	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA **CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA** **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO**	
Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho		
Professor: Helton Charllys Batista Cardoso	**Disciplina: Biologia**	**Turma:**

METAMODELOS DE COMUNICAÇÃO E USO DE REALIDADE VIRTUAL (RV) NO ENSINO DE BIOLOGIA: Uma proposta de alfabetização científica para compreender a biotecnologia e seus impactos ambientais

Prezado (a) Aluno (a),
Com a finalidade de obter informações para alimentar o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Mestrado, Helton Charllys Batista Cardôso , vinculado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO da Universidade Federal da Paraíba vem, por este meio, solicitar sua colaboração, participando do estudo por meio do questionário abaixo:

1 - Este questionário solicita informações acerca de suas concepções sobre a biotecnologia.
2 - Todas as informações coletadas neste estudo serão mantidas em sigilo, preservando a identidade de todos do envolvidos.
3 - Ao responder às perguntas solicita-se que as mesmas sejam respondidas com caneta AZUL ou PRETA.
4 - Ao completar este questionário, por favor, entregue-o ao professor responsável pelos questionários.

Sua participação é fator primordial para o desencadeamento desse processo.

Agradecemos sua colaboração.

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Idade: _____ Sexo: _____

Escola onde cursou o Ensino Fundamental: _____

Escola onde cursou o 1º e 2º Ano do Ensino Médio: _____

Turno: ( ) Manhã ( ) Tarde ( ) Noite

Residência: ( ) Zona Urbana ( ) Zona Rural

Ocupação: ( ) Estuda e Trabalha ( ) Só estuda

Questão 1 Você entende o que é DNA? .

○ SIM ○ NÃO

Em caso afirmativo escreva tudo o que você sabe a respeito do DNA?

○Nominal ○Funcional ○Estrutural ○Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....

.....

.....

.....

.....

Questão 2 Você sabe o que é biotecnologia ou Engenharia Genética? .

◯ SIM ◯ NÃO

Descreva o que você entende por biotecnologia?

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Questão 3 Com relação a importância da biotecnologia para a melhoria da qualidade de vida das sociedades modernas, você considera a biotecnoligia: .

◯ Nada importante ◯ Pouco importante ◯ Importante ◯ Muito Importante.

Dado o grau de importância de sua resposta, como a biotecnologia pode contribuir para o bem-estar humano?

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....

.....

.....

.....

Questão 4 Quanto as técnicas de biotecnologia e de engenharia genética listadas abaixo, assinale o quadro ao lado, quanto ao seu grau de compreensão sobre cada uma das técnicas. .

	Não conheço	**Conheço, mas não sei descrever**	**Conheço, sei descrever, mas não sei sua aplicação**	**Conheço, sei descrever, sei sua aplicação**	**Conheço, sei descrever, sei sua aplicação, mas não conheço suas implicações.**
Clonagem Gênica					
Clonagem Reprodutiva					
Terapia Gênica					
Organismos Geneticamente Modificados					
Células-Tronco					
Teste de DNA					
CRISPR					
PCR					

Questão 8 Você saberia dizer se sua alimentação contém organismos modificados geneticamente (OMG)? .

◯ SIM ◯ NÃO

Se, sim, cite alguns exemplos de ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE presentes na sua alimentação.

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Questão 9 O uso de técnicas de biotecnologia e de engenharia genética despertam discussão em diferentes campos do conhecimento humano. De acordo com seu entendimento sobre o assunto, assinale no quadro abaixo as discussões que você considera que estão relacionadas as técnicas de biotecnologia apresentadas. .
OBS: No quadro abaixo poderão ser marcados mais de uma opção.

	Éticas	**Políticas**	**Econômicas**	**Religiosas**	**Sociais**	**Filosóficas**
Clonagem Gênica						
Clonagem Reprodutiva						
Terapia Gênica						
Organismos Geneticamente Modificados						
Células-Tronco						
Teste de DNA						
CRISPR						
PCR						

Você poderia citar algum um exemplo de utilização da biotecnologia que desperte pelo menos duas das questões citadas acima simultaneamente?

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Questão 10 O uso de técnicas de biotecnologia poderia se tornar futuramente uma ameaça a espécie humana? .

◯ SIM ◯ NÃO

Em caso afirmativo, que problemas você poderia citar?

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Questão 11 Você tem conhecimento de que trata a Lei 11.105 de 2005, a Lei de biossegurança? .

◯ SIM ◯ NÃO

Em que caso positivo em que circunstancias esta lei pode ser aplicada?

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Questão 12 O Melhoramento genético pode ser considerado benéfico e ao mesmo tempo prejudicial ao meio ambiente? .

◯ Discorda totalmente ◯ Discorda ◯ Não argumenta a favor ou contra ◯ Concorda ◯ Concorda totalmente

Você saberia descrever algum impacto(problema) ecológico causado pelo melhoramento genético de espécies animais, vegetais ou microbiológicas?

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Questão 13 Como você descreveria as aulas de biologia no 1º e 2º Ano Médio? .

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Questão 14 Como você gostaria que fossem as aulas de biologia? .

◯Nominal ◯Funcional ◯Estrutural ◯Multidimensional *(Reservado p/ Prof.)*

.....
.....
.....
.....
.....
.....

APÊNDICE C



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

ROTEIRO DE EXECUÇÃO DO GRUPO FOCAL

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso
Disciplinas: Biologia
Público Alvo: Alunos do 3º Ano do Ensino Médio
Tempo estimado: 30 min
Período: 2018

TEMA DE AULA

Tema: Biotecnologia
Local de realização: E.E.E.F.M. Dr. José Duarte Filho. Uiraúna-PB

OBJETIVOS

1. **Objetivos Geral**

   Realizar um apanhado de informações que reforcem e complementem as respostas obtidas através dos questionários auxiliando psicodiagnose quanto aos estilos de aprendizagem dos alunos.

2. **Objetivos Específicos**

   - Utilizar recursos didáticos para para melhor abordar e estimular o diálogo entre o grupo;
   - Questionar quais dificuldades de interpretação encontraram ao responder o questionário;
   - Retormar questionamentos inerentes aos campos de apreensão do questionário de maneira informal;
   - Realizar teste para diagnose dos metamodelos (estilos de aprendizagem);

CONTEÚDO

1. Forma de abordagem dos conceitos nos questionários
2. Dificuldades na interpretação do questionário
3. Verificar os conhecimentos básicos do grupo sobre os campos de apreensão presentes no questionário(cognição, contextualização, interdisciplinaridade, vivência escolar)
4. Teste para verificação dos estilos aprendizagem;

MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS:

- Modelos tridimensionais de DNA;
- Cartões com imagens que remetam à temas de biotecnologia;
- Gravador de Voz
- Caderno de anotações
- Testes para diagnosticos dos estilos de aprendizagem impressos em folhas A4

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

0:00 a 0:05min: Serão apresentados aos alunos modelos tridimensionais da molécula de DNA, para que os mesmo analisem antes de inciarem a discussão.
0:05 a 0:10min: Após a apresentação e discussão sobre a estrutura do DNA, os alunos o condutor(professor) deverá estimular os alunos a relatarem quais as dificuldade encontradas na resolução do Questionário.
0:10 a 0:20min: Realizadas as duas etapas iniciais, o professor deve dar continuidade a discussão conduzindo-a no intuito de obter respostas complementares às apresentadas no questionário e que apontem para possíveis explicações de como estes, tem obtido, elaborado ou inda, construído conhecimentos sobre o tema de estudo
0:20 a 0:30min: Por último, será entregue aos alunos um teste para diagnose de seus estilos de aprendizagem (Metamodelos). Após a realização do teste os alunos serão instigados a discutir entre si tais preferências apontadas pelo teste.

REFERÊNCIAS

Pérez Jiménez J (2001) “Programación Neurolinguística y sus estilos de aprendizaje”, disponible en http://www.aldeaeducativa.com /aldea/tareas2.asp?which=1683

APÊNDICE D

TESTE DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Nome:_____

Data:_____/_____/_____

Este inventário é para ajudar você a descobrir sua maneira preferida de aprender. Cada pessoa tem sua maneira preferida de aprender. Reconhecer suas preferências ajudará você a entender seus pontos fortes em qualquer situação de aprendizado. Por favor, responda verdadeiramente a cada pergunta. Responda se, de acordo com o que você está fazendo atualmente, não de acordo com o que você acha que é a resposta correta. Use a escala a seguir para responder a cada pergunta: Circule sua resposta.

1 = nunca
2 = raramente
3 = ocasionalmente
4 = normalmente
5 = sempre

Q.	**Proposição**	**Valor**				
1	Escrevo anotações e palavras à mão quando eu tenho que aprendê-las.	1	2	3	4	5
2	Eu me lembro melhor de um tema quando escuto uma palestra, em vez de ler um livro.	1	2	3	4	5
3	Eu prefiro matérias que exigem prova de conteúdos que eu posso ler no livro didático.	1	2	3	4	5
4	Eu gosto de comer lanches e mastigar chiclete, quando eu estudo.	1	2	3	4	5
5	Ao prestar atenção em uma aula, eu consigo lembrar das ideias principais sem precisar escrevê-las	1	2	3	4	5
6	Eu prefiro instruções/orientação por escrito a instruções orais/faladas.	1	2	3	4	5
7	Eu consigo resolver bem quebra-cabeças e labirintos.	1	2	3	4	5
8	Eu prefiro aulas que exigem prova sobre o conteúdo que é apresentado durante uma aula.	1	2	3	4	5
9	Ver os slides e vídeos me ajudam a entender um tópico ou conteúdo.	1	2	3	4	5
10	Eu me lembro mais quando leio um livro do que quando ouço uma palestra.	1	2	3	4	5
11	Normalmente, eu tenho que escrever os números de telefone para lembrá-los.	1	2	3	4	5
12	Eu prefiro receber as notícias ouvindo o rádio em vez de ler em um jornal.	1	2	3	4	5
13	Eu gosto de ter algo como uma caneta ou um lápis na mão quando estudo.	1	2	3	4	5
14	Preciso copiar os exemplos do quadro-negro do professor para examiná-los mais tarde.	1	2	3	4	5
15	Eu prefiro as orientações orais do professor ao invés daquelas escritas em uma prova ou no quadro.	1	2	3	4	5
16	Eu prefiro que um livro didático tenha diagramas gráficos e imagens, porque eles me ajudam a entender melhor o material.	1	2	3	4	5
17	Eu gosto de ouvir música quando estou estudando um trabalho, lendo um romance, etc.	1	2	3	4	5
18	Eu tenho que escrever listas de coisas que eu quero fazer para lembrá-las.	1	2	3	4	5
19	Eu posso corrigir sozinho minha tarefa examinando-a e encontrando a maioria dos erros.	1	2	3	4	5
20	Eu prefiro ler o livro em vez de ouvir as aulas.	1	2	3	4	5
21	Lembro-me de números de telefone quando os ouço.	1	2	3	4	5
22	Eu gosto do trabalho que requer que eu use minhas mãos ou ferramentas.	1	2	3	4	5
23	Quando eu escrevo algo, eu preciso ler em voz alta para ouvir a minha voz.	1	2	3	4	5
24	Eu me lembro melhor das coisas quando posso me mover enquanto as aprendo, por exemplo. andar quando estiver estudando, ou participar de uma atividade que permita o movimento, etc.	1	2	3	4	5

OBS: Marque com um X, o valor correspondente a sua resposta. Lembrando que quanto mais próximo de um (01), menor o grau de afinidade com a proposição, quanto mais próximo de cinco (05) maior afinidade com a proposição.

TABELA PARA CONTAGEM DE PONTOS

VISUAL	**PERGUNTA**	**1**	**3**	**6**	**9**	**10**	**11**	**14**	**Total visual:**
	Pontuação (1 a 5)								
AUDITIVO	**PERGUNTA**	**2**	**5**	**12**	**15**	**17**	**21**	**23**	**Total auditivo:**
	Pontuação (1 a 5)								
CINESTESICO	**PERGUNTA**	**4**	**7**	**8**	**13**	**19**	**22**	**24**	**Total Cinestesico:**
	Pontuação (1 a 5)								

As questões 16-18-20 foram eliminadas, permanecendo o mesmo número de perguntas para cada estilo. Uma vez preenchido o formulário, três pontuações devem ser obtidas, correspondentes aos três estilos de aprendizagem, que definirão o perfil do estilo do aluno.

3. Referencias

JARQUÍN, Francisco Alavez. Estilos de aprendizaje: PNL en NovaUniversitas. **Perspectivas Docentes**, [s. l.], n. 60, 2016.

METTS, Ralph. Teorías y ejercicios. **Santiago de Chile. Disponível em URL: http://www. jrotero. org/files/file/FTSRD. Pdf.** v. 24, p. 2015, 1999.

APÊNDICE E

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho		
Componente Curricular: Biologia	**Série/Ano de Ensino:** 3 Ano	
Carga horária: 90 min	**Data:** 22/11/2017	**Nº da Aula: 00**
Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso		
Tema: Aula de nivelamento		

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Rememorar aspectos históricos de descoberta do DNA, conceitos relacionados ao núcleo celular e ácidos nucleicos e às funções destes nos processos biológicos.

Objetivos Específicos:

➢**Objetivos Conceituais**
Destacar os principais pontos históricos da descoberta do DNA e de sua importância;
Conceituar as estruturas nucleares, ácidos nucleicos, e enzimas associadas;
Descrever os processos de duplicação, replicação e transcrição.

➢**Objetivos Procedimentais**
Utilizar modelos de DNA e RNA, para a compreensão de suas estruturas;

➢**Objetivos Atitudinais**
Inclinar a atenção dos alunos para a complexidade estrutural do DNA.

Habilidade de AC

- Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores, e utilizá-los nas tomadas decisões responsáveis no dia a dia.

Conteúdo

Breve histórico de descoberta dos ácidos nucleicos;
Estrutura do DNA e do RNA;
Bases Nitrogenadas;
Duplicação Semiconservativa;
Transcrição e Tradução;
O código genético;
Expressão dos Genes.

Metodologia e Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada durante esta aula será a Aula Expositiva e Dialogada em

uma perspectiva Freiriana, buscar-se-á durante toda a aula situar o aluno dentro do contexto ao qual o mesmo será inserido durante a realização da sequência didática a ser realizada logo após a conclusão desta breve revisão.

O professor dará início a aula questionando os alunos sobre informações acerca do DNA, este momento terá o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos além de ideias associadas a este. Após realizada um apanhado significativo de ideias, o professor deverá incorporar tais ideias ao contexto da aula, sempre no sentido de valorizar e estimular os alunos à participação das aulas e na construção de ideias.

Em seguida o professor iniciará a exposição do conteúdo com a utilização de DataShow, sempre na perspectiva dialógica com os sujeitos envolvidos, atuando como mediador dos conceitos e dos processos apresentados. Durante este momento de exposição o professor fará uso de modelos didáticos para exemplificar a estrutura do DNA, podendo assim despertar maior interesse e participação dos alunos.

Ao final da exposição o professor reunirá os alunos em equipes de 5 alunos, sendo a escolha dos grupos a critério de seleção dos mesmos. Após os aulos reunirem-se em equipes o professor deverá entregar a cada um dos grupos um envelope contendo uma questão, que contextualize os conceitos e processo apresentados, estabelecendo uma conexão entre os conteúdos e alguns dos aspectos visíveis de suas funções biológicas. Cada grupo deverá discutir a questão que foi entregue e formular uma explicação lógica que deverá ser socializada com os demais. Cada grupo elegerá um relator, que deverá expor a resposta. O professor deverá complementar as respostas apresentadas, construindo um diálogo construtivo com os grupos.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar o processo de ensino e ilustrar os conceitos apresentados.

- DataShow;
- Vídeos de Animações em 3D;
- Modelos didáticos de DNA.

Também serão utilizados materiais e recurso didáticos para os momentos de interação:

Marcador para quadro branco;
Envelopes;
Questões impressas em folha de papel Ofício.

Avaliação da aprendizagem

A avaliação se dará de forma continuada através das interações durante os diálogos estabelecidos em sala de aula e durante o momento de trabalho em grupo.

Referencias

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3.

Editora Atica, São Paulo, 2016.

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho

Componente Curricular: Biologia	**Série/Ano de Ensino:** 3 Ano	
Carga horária: 90 min	**Data:** 22/11/2017	**Nº da Aula: 01**

Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso

Tema: Realidade Virtual

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Compreender a estrutura do DNA e do RNA a partir da utilização de ferramentas de Realidade Virtual e Modelos didáticos, enfatizando detalhes de suas conformações estruturais.

Objetivos Específicos:

1. **Objetivos Conceituais**
   i. Identificar os principais componentes dos ácidos nucleicos a nível molecular a partir de modelos didáticos;
   ii. Caracterizar a conformação estrutural das bases nitrogenadas por meio de ferramenta de RV;
   iii. Reconhecer as diferenças conformacionais entre DNA e RNA através de ferramenta de RV;
   iv. Reconhecer o DNA como molécula responsável pelas informações genéticas.

2. **Objetivos Procedimentais**
   i. Montar a estrutura de, pelo menos, uma base nitrogenada;
   ii. Remontar a estrutura de DNA, a partir de modelos pré-elaborado;

3. **Objetivos Atitudinais**
   i. Tomar consciência do nível de complexidade molecular em que a informação genética está codificada.

Habilidade de AC

- Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores, e utilizá-los nas tomadas decisões responsáveis no dia a dia.
- Compreender que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.

Conteúdo

1. Composição molecular dos ácidos nucleicos
2. Estrutura conformacional dos ácidos nucleicos
3. O conceito de Gene e a informação genética

Metodologia e Procedimentos metodológicos

A aula terá início com uma breve exposição do professor sobre a estrutura molecular do DNA, dando ênfase a aspectos conformacionais dos ácidos nucleicos, para que os alunos possam compreender a molécula de DNA como uma estrutura em suas dimensões (3D) e as interações e propriedades que emergem de tal conformação molecular. O professor deverá explicar que tais aspectos são consequência dos seus componentes, sendo estes o fosfato, a desoxirribose e as bases nitrogenadas (localizada na porção interna).

O professor deve ao final da exposição exemplificar os aspectos estruturais e conformacionais da molécula de DNA e RNA, utilizando como instrumento didático o KIT MOLECULAR, composto por peças de plástico que representam onde as esferas (átomos) e os bastões (ligações) são utilizados para construção de estruturas moleculares. A final da Explicação o professor deve orientar a construção pelos alunos de, pelo menos, uma base nitrogenada (adenina, citosina, guanina e Timina), auxiliando assim, no processo de abstração da estrutura completa do DNA.

Após feita a exposição o professor deve sugerir aos alunos, que estes, reúnam-se em equipes de 5 para realização da atividade. O professor entregará a cada um dos grupos um VR BOX (Óculos de realidade virtual) e um roteiro contendo um pequeno tutorial de acesso a aplicativo MacroMolRV (O download do *app* no próprio celular do aluno, será sugerido em momento anterior a aula). Os alunos deverão seguir o tutorial através da experiência 3I (Interação, imaginação, Imersão) explorando assim a estrutura molecular dos ácidos nucleicos. Durante este momento o professor deve interagir com os alunos auxiliando na exploração Virtual da Estruturas das moléculas.

Ao final o professor deve criar um momento de socialização onde os alunos deverão compartilhar de suas experiências, expor suas dúvidas e descrever aspectos de sua percepção que ainda não lhes era de conhecimento. Ao final da aula o professor deve lançar o desafio de remontar a estrutura de DNA, a partir de modelo didático.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar a exposição e para ilustrar os conceitos apresentados.

- DataShow;

Também serão utilizados materiais e recurso didáticos para os momentos de interação:

Kit Molecular;
Modelos de Bases Nitrogenadas construído com o Kit Molecular;
Modelos didático de DNA.

Avaliação da aprendizagem

A avaliação se dará de forma continuada através das interações entre os grupos na construção das representações das bases nitrogenadas e da Molécula de DNA. Serão considerados também para este momento de avaliação as participações e declarações dos alunos sobre a experiências vivenciadas pela Realidade Virtual.

Referencias

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3.

Editora Atica, São Paulo, 2016.

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho

Componente Curricular: Biologia	**Série/Ano de Ensino:** 3 Ano	
Carga horária: 90 min	**Data:** 22/11/2017	**Nº da Aula: 02**

Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso

Tema: Técnicas de biotecnologia

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Descrever as principais técnicas de biotecnológicas e de engenharia genética destacando seus campos de aplicações, limitações e inovações no uso das técnicas.

Objetivos Específicos:

1. **Objetivos Conceituais**
   i. Distinguir técnicas biotecnológicas e técnicas de engenharia genética;
   ii. Conceituar as técnicas biotecnológicas: clonagem gênica, clonagem terapêutica, células-tronco;
   iii. Conceituar as técnicas de engenharia genética: OGM, Sequenciamento de Sanger, PCR, CRISPR, Teste de DNA, Terapia gênica.

2. **Objetivos Procedimentais**
   i. Observar as principais diferenças entre a técnica de biotecnologia e de engenharia genética;
   ii. Elaborar um mapa mental das principais aplicações, limitações e inovações de cada técnica.

3. **Objetivos Atitudinais**
   i. Apreciar o uso das técnicas de biotecnologia como fator modificador de diversos setores da produção e desenvolvimento humano.

Habilidade de AC

- Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.
- Reconhecer a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.

Conteúdo

1. Clonagem gênica,
2. Clonagem terapêutica,
3. células-tronco;
4. OGM,

5. Sequenciamento de Sanger,
6. PCR,
7. CRISPR,
8. Teste de DNA,
9. Terapia gênica.

Metodologia e Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada para esta aula será a modalidade aula expositiva e dialogada com a utilização de recursos audiovisuais. Ao início das interações o professor deverá entregar a cada um dos alunos uma ficha de acompanhamento de aula onde foi previamente determinado um local para a elaboração de mapa mental.

O professor deverá iniciar a aula indagando os alunos sobre seus conhecimentos prévios sobre as técnicas a serem estudadas. Deve questionar os alunos se os mesmos conseguem distinguir a engenharia genética e a biotecnologia de um modo geral. De forma retórica deve questionar quais técnicas refletem, a seu ver, evolução tecnológica; despertanssim, a curiosidade dos mesmos quanto a natureza do assunto tratado.

Após realizadas as indagações e esclarecidas as dúvidas iniciais dos alunos, o professor dever dar início a aula apresentando as características que distinguem as técnicas de biotecnológicas das técnicas de engenharia genética. Logo após deverão ser apresentadas as principais técnicas definindo a partir dos objetivos propostos a conceituação de cada uma das técnicas, evidenciando os processos que os caracterizam, suas aplicações, limitações e possibilidades de inovação nos diversos setores de produção humana.

Ao final da exposição o professor deve auxiliar os alunos na elaboração dos mapas mentais, utilizando a ficha de acompanhamento de aula entregue no início da aula. Ao final da aula os alunos deverão discutir os pontos destacados por eles e apresentando breve explicação sobre as relações destacadas no mapa mental, em seguida a ficha de acompanhamento deve ser entregue ao professor para registro e avaliação da atividade.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar a exposição e para ilustrar os conceitos apresentados.

- DataShow;

Também serão utilizados materiais e recurso didáticos para os momentos de interação:

Ficha de acompanhamento de aula.

Avaliação da aprendizagem

A avaliação se dará através das interações e participação dos alunos em sala além da entrega das fichas de acompanhamento para avaliação dos mapas mentais produzidos.

Referencias

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3.

Editora Atica, São Paulo, 2016.

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho

Componente Curricular: Biologia		**Série/Ano de Ensino:** 3 Ano
Carga horária: 90 min	**Data:** 22/11/2017	**Nº da Aula: 03**

Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso

Tema: Discussões socioambientais

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Perceber processos biotecnológicos no cerne de discussões éticas, políticas, socioambientais como importante variável e fonte motriz de pensamento crítico da nossa condição humana e planetária por meio de filmes de ficção científica.

Objetivos Específicos:

1. **Objetivos Conceituais**
   i. Evidenciar aspectos socioambientais a partir da análise e discussão críticas de filmes de ficção científica;
   ii. Familiarizar os alunos com algumas das principais implicações de utilização da biotecnologia na e para a sociedade;
   iii. Reconhecer a partir de comparações que aspectos discutidos estão presentes na realidade e na vivência dos alunos;

2. **Objetivos Procedimentais**
   i. Elaborar uma síntese dos principais pontos encontrados no filme para posterior discussão em sala.
   ii. Construir um *teaser* do filme, destacando sua temática de forma atrativa e provocativa;

3. **Objetivos Atitudinais**
   i. Sensibilizar os alunos sobre as implicações do uso inadequado da biotecnologia no contexto atual;
   ii. Estimular os alunos a um debate social, apoiados em seus julgamentos de valores e argumentos científicos;

Habilidades de AC

- Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los;
- Compreender que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos;
- Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.

Conteúdo

1. Implicações do Uso de Biotecnologias;
2. Pontos positivos e negativos dos OGM;
3. Dilemas éticos e sociais relacionados a biotecnologia;
4. Políticas de prevenção e de combate;
5. Os Argumentos Religiosos;
6. Apresentação dos Teases e das Sínteses.

Metodologia e Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada nesta aula será a *flipped classarom* (Sala de aula invertida) com a utilização de filmes para discussão e análise de contextos.

O professor deverá orientar os alunos em aula anterior sobre a tarefa, deve pedir que os alunos se dividam em equipes de 5 alunos para a realização da atividade. Após a formação dos grupos o professor deverá entregar um DVD ou pendrive com o filme a ser assistido pelo grupo para realização da atividade. Junto com o filme os alunos receberão um estudo dirigido com instruções sobre os principais pontos do filme a serem analisados e temáticas em foco, auxiliando-os na apreensão das principais ideias relacionadas a biotecnologia tratadas no filme. Ainda no estudo dirigido os alunos receberão instruções sobre o *teaser* a ser elaborado a partir da análise dos pontos do filme e a partir de suas percepções sobre a temática.

Cada equipe receberá um filme diferente, a fim de, que possam ser trazidos para o momento de aulas diferentes contextos e diferentes percepções a serem discutidas sobre as implicações socioambientais da biotecnologia, dilemas éticos, políticos e religiosos.

Na aula seguinte, o professor deve dar pleno espaço de apresentações e interações para que os alunos relatem os seus pontos de vista, percepções e conclusões a cerca do filme a partir da análise. O professor deve reservar um espaço para que cada equipe exponha suas ideias e percepções, que poderão se dar a partir de contação de história, sobre o filme assistido e apresente sua ideia de *teaser* e explicando quais as principais ideias contidas no trabalho apresentado.

O professor deve agir como mediador das interações, guiando o foco das discussões de modo que cada grupo possa apresentar suas ideias e que cada um dos contextos possa ser analisado de forma sistemática.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar a exposição e para ilustrar os conceitos apresentados.

- DataShow;
- Filme: OKJA
- Filme: GATACA
- Filme: JURASSIK WORD I
- Filme: JURASSIK WORD II
- Filme: ONDE ESTÁ SEGUNDA?
- Filme: A ILHA

Também serão utilizados materiais e recurso didáticos para os momentos de interação:

Cartolina Branca;
Pincel permanente;

Estudo dirigido para análise do filme impresso em A4;
Avaliação da aprendizagem
A avaliação ocorrerá por meio das participações dos alunos nas discussões de cada um dos tópicos a serem discutidos;
Referencias
LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3. **Editora Atica, São Paulo**, 2016.

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho
Componente Curricular: Biologia — **Série/Ano de Ensino:** 3 Ano
Carga horária: 90 min — **Data:** 22/11/2017 — **Nº da Aula: 04**
Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso
Tema: Extração de DNA

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Demonstrar de forma experimental a técnica de extração de DNA de banana a ser desenvolvida sob o viés investigativo.

Objetivos Específicos:

1. **Objetivos Conceituais**
   i. Apresentar aos alunos a técnica empregada em processos biotecnológicos;
   ii. Descrever os processos e etapas na extração de DNA.
   iii. Reconhecer a molécula de ácido nucleico com estrutura associada a outras substâncias e compostos.
   iv. Caracterizar a estrutura visível do DNA, através de descrições já estudada em aulas anteriores.

2. **Objetivos Procedimentais**
   i. Identificar os materiais, bem como a natureza dos materiais e substâncias empregados na extração de DNA.
   ii. Efetuar registro fotográfico das etapas e processo da extração de DNA.
   iii. Compor o breve relatório de aula a ser entregue para avaliação da prática.

3. **Objetivos Atitudinais**
   i. Apreciar a extração de DNA, como técnica primordial a execução de outros trabalhos de manipulação e de edição de DNA.
   ii. Reconhecer os métodos e técnicas dos quais a ciência se processa.

- **Habilidade de AC**

- Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações;
- Reconhecer os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.

Conteúdo

Método de extração de DNA;

Metodologia e Procedimentos metodológicos

A aula se realizará sob a perspectiva de uma aula experimental de prática laboratorial para extração de e visualização de material biológico (ácido nucleico), sob o viés investigativo.

Ao início da aula o professor deve entregar a cada aluno um roteiro de aula prática e de acompanhamento de aula, previamente o professor deve explicar a técnicas e explicar os riscos de realização das práticas instruindo os alunos a tomarem os cuidados necessários durante a execução e observação das etapas de realização.

Seguidas as orientações prévias, o professor deve iniciar a atividade delegando atividade a alunos de modo que estes assumam uma postura ativa diante da prática e despertando assim o interesse pela realização da atividade. A medida que as etapas serão realizadas o professor deve orientar os alunos a registrar, anotar e descrever os processos que servirão para a composição do relatório de aula.

Durante a realização da prática o professor deverá discutir com os alunos as propriedades da molécula de DNA, e as interações e reações com os diferentes compostos da prática, de modo a relacionar conhecimentos adquiridos na aula anterior sobre as estruturas e conformação do DNA.

Realizados todos os procedimentos que antecedem a preparação para a visualização do DNA, e finalizado a prática o professor dever retomar às questões discursivas propostas na ficha de acompanhamento de aula. O professor dever dar espaço para que os alunos exponham suas dúvidas e que com as outras equipes possam elaborar respostas adequadas aos questionamentos.

Ao final desta etapa os alunos devem entregar os relatórios de aula prática ao professor assim como as respostas das questões discursivas.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar a exposição e para ilustrar os conceitos apresentados.

- Quadro Branco;
- Pincel para quadro branco.

Para acompanhamento da aula serão necessários:

- Fichas de acompanhamento de aula impresso em folhas A4;

Também serão utilizados materiais e substâncias necessárias a realização da prática:

Avaliação da aprendizagem

A avaliação ocorrerá por meio das interações durante a aula prática, realização de procedimentos da prática e entrega do relatório de aula prática e das questões discursivas.

Referencias

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3.

Editora Atica, São Paulo, 2016.

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho		
Componente Curricular: Biologia	**Série/Ano de Ensino:** 3 Ano	
Carga horária: 90 min	**Data:** 22/11/2017	**Nº da Aula: 05**
Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso		
Tema: Extração de DNA		

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Criar um cenário de discussões a partir de uma proposta fictícia de trabalho em que as questões éticas, políticas e socioambientais compõem o principal argumento para aceitação ou rejeição da proposta.

Objetivos Específicos:

1. **Objetivos Conceituais**
   i. Apresentar um mote para a elaboração de proposta de trabalho científico que envolva técnicas de engenharia genética de edição de DNA;
   ii. Descrever de forma breve o que dever ser entendida por argumentação tendo como base o método Toulmin de análise de argumentações.

2. **Objetivos Procedimentais**
   i. Elaborar uma proposta de trabalho de pesquisa com a utilização de técnicas biotecnológicas de edição de DNA;
   ii. Construir um argumento científico válido para a rejeição ou aceitação da proposta pela população;

3. **Objetivos Atitudinais**
   i. Apreciar os prós e os contras dentro das propostas de utilização de biotecnologias;
   ii. Comparar os pontos positivos e negativos da proposta apresentada, posicionando-se a favor ou contra a proposta;

Habilidade de AC

- Compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade.
- Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.

Conteúdo

Proposta de trabalho;

Método Toulmin de análise de argumentação.

Metodologia e Procedimentos metodológicos

O professor deverá iniciar a aula sugerindo que os alunos se dividam em equipes de no máximo 5 integrantes, após formadas as equipes o professor deverá entregar uma ficha de acompanhamento de aula. A ficha I que conterá um "mote" através do qual os alunos terão que desenvolver sua proposta de pesquisa científica fictícia. O professor dever explicar aos alunos a atividade orientando-os ao correto preenchimento da proposta de trabalho que estes deverão criar. Os alunos deverão pensar e em um nome fictícios para a suposta empresa que criarão, descrever a proposta de trabalho, as técnicas a serem utilizadas a viabilidade da proposta e os possíveis riscos biológicos e implicações socioambientais.

Após as explicações os alunos terão um tempo de 35 minutos para elaborarem suas propostas de trabalho. Durante a elaboração das propostas o professor deve orientar os alunos sobre os pontos a serem considerados durante a proposta de trabalho que serão apresentadas aos demais grupos como forma de sociabilização de discussão das propostas de cada grupos.

Durante a apresentação das propostas o professor e as demais equipes trabalharão em conjunto para avaliar as propostas de trabalho de pesquisa dos demais grupos. O professor deverá entregar a cada um dos grupos de examinadores uma ficha de avaliação, da proposta de trabalho que está sendo apresentada, buscando deste modo sistematizar as propostas de trabalho e as considerações de avaliação que serão apresentadas pelos grupos de avaliadores.

Ao final da aula os alunos deverão entregar as propostas de trabalho para posterior registo e avaliação das atividades.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar a exposição e para ilustrar os conceitos apresentados.

- Quadro Branco;
- Pincel para quadro branco.

Para acompanhamento da aula serão necessários:

- Fichas de acompanhamento de aula impresso em folhas A4;
- Ficha para avaliação das propostas de trabalho de pesquisa.

Também serão utilizados materiais necessários a interação:

Logo marcas de laboratórios fictícias;

Avaliação da aprendizagem

O processo de avaliação se dará através das discussões entre os alunos, das elaborações e apresentação da proposta bem como da avaliação das demais propostas apresentadas. A interação entre os grupos também serão levadas em consideração valorizando assim o trabalho em equipe.

Referencias

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3. **Editora Atica, São Paulo**, 2016.

Escola Estadual de Ensino Médio Dr. José Duarte Filho

Componente Curricular: Biologia	**Série/Ano de Ensino:** 3 Ano	
Carga horária: 90 min	**Data:** 22/11/2017	**Nº da Aula: 06**

Prof. Responsável: Helton Charllys Batista Cardoso

Tema: Pesquisa de campo

PLANO DE AULA

Objetivo Geral:

Realizar uma pesquisa de campo em supermercados da cidade de Uiraúna, para levantamento de itens de alimentação que contenham OGM.

Objetivos Específicos:

1. **Objetivos Conceituais**
   i. Identificar itens da alimentação familiar que contenham OGM, nas prateleiras dos supermercados a partir do símbolo de organismos transgênicos;
   ii. Enumerar a quantidade de item por meio de planilha de preços padrão;
   iii. Diferenciar processos de industrialização com produção de alimentos transgênicos;

2. **Objetivos Procedimentais**
   i. Comparar o preço de produtos não transgênicos (orgânicos)com transgênicos;
   ii. Comparar o número de marcas não transgênicas disponíveis nos supermercados;
   iii. Apresentar os dados de forma criativa: a partir de poemas, paródias, pintura esquete teatral (Jornal informativo).

3. **Objetivos Atitudinais**
   i. Estimular o aluno a perceber o quanto os produtos da biotecnologia estão presentes no seu cotidiano;
   ii. Perceber o contraste entre a oferta de produtos da agricultura orgânica e do agronegócio;

Habilidade de AC

- Conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.
- Fazer distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.

Conteúdo

Organismos geneticamente modificados;
Agronegócio e agricultura familiar;

Metodologia e Procedimentos metodológicos

O professor deve dar início a aula explicando para os alunos algumas questões de cunho teórico que serão necessários para a visita a campo. O mesmo deverá sugerir aos alunos que se dividam em equipes de no máximo 5 alunos, para realização do trabalho de pesquisa. O professore deverá entregar a cada um dos grupos uma ficha de acompanhamento bem como uma planilha para anotação dos itens a serem pesquisados.

Após colhidas as informações os alunos deverão retornar a escola para a organização, sistematização e análise dos resultados. Como forma de interação e de integrar os dados coletados pelos alunos o professor reunirá todos os dados em uma planilha eletrônica com o objetivo de tornar os dados legíveis a partir da elaboração de gráficos.

Como forma de desafio da aprendizagem e de dinamizar a discussão os alunos deverão reorganizar os resultados para apresentação de forma dinâmica a partir de poemas, paródias, pintura esquete teatral (Jornal informativo). Somente após a reorganização dos dados será realizada as discussões com os alunos dará início as discussões dos resultados, abrindo espaço para que os alunos participem apresentando seus pontos de vista.

Ao final das apresentações e da discussão os alunos deverão entregar os resultados para o professor para posterior registro da atividade.

Recursos e Materiais

Os recurso a serem utilizados durante esta aula tem por objetivo dinamizar a exposição e para ilustrar os conceitos apresentados.

- Quadro Branco;
- Pincel para quadro branco.

Para acompanhamento da aula serão necessários:

- Fichas de acompanhamento de aula impresso em folhas A4;
- Ficha para avaliação das propostas de trabalho de pesquisa.

Também serão utilizados materiais necessários a interação:

Logo marcas de laboratórios fictícias;

Avaliação da aprendizagem

O processo de avaliação se dará através das discussões entre os alunos, das elaborações e apresentação da proposta bem como da avaliação das demais propostas apresentadas. A interação entre os grupos também serão levadas em consideração valorizando assim o trabalho em equipe.

Referencias

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia hoje.v. 3.

Editora Atica, São Paulo, 2016.

ANEXOS

ANEXO 01

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: METAMODELOS DE COMUNICAÇÃO E USO DE REALIDADE VIRTUAL (RV) NO ENSINO DE BIOLOGIA: Uma proposta de alfabetização científica para compreender a biotecnologia e seus impactos ambientais

Pesquisador: HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 93098518.1.0000.5188

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.843.138

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa para dissertação de mestrado do pesquisador, HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO, o qual terá um caráter exploratório-descritiva, com abordagem quali-quantitativa, sob a utilização de amostragem de grupos, onde será utilizado um modelo pré-teste e pós-teste com grupo controle (SAMPIERI, 2006), para a análise comparativa da aprendizagem entre as diferentes metodologias de ensino (metodologias tradicionais e metodologias ativas) através da análise dos pré e pós-teste. Os grupos de amostragem serão selecionados de uma população de turmas de alunos matriculados no terceiro ano do ensino médio normal (período diurno) com faixa etária entre 12 (doze) e 21 (vinte um) anos, com frequência regular para esta modalidade de ensino.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário:

Analisar as contribuições pedagógicas do uso de metamodelos e de ferramentas de Realidade Virtual (RV), associadas às metodologias ativas em processos de aprendizagem acerca dos conteúdos relacionados à biotecnologia e seus impactos ambientais, de modo a possibilitar um ensino contextualizado, sob os preceitos da alfabetização científica.

Objetivo Secundário:

• Identificar e selecionar a formas de utilização de modelos de RV como ferramenta de

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

instrumentalização e contextualização nas aulas de biologia, a partir das demandas de conhecimentos;
científicos apresentados no livro didático em relação ao conteúdo de biotecnologia;

• Investigar as demandas cognitivas vinculadas aos conhecimentos prévios dos alunos com o uso de metamodelos e de realidade virtual acerca da biotecnologia e dos impactos ambientais relacionados;

• Planejar sequências didáticas a partir dos conteúdos disciplinares de biologia, e desenvolver atividades com uso de metamodelos como ferramenta estudos e práticas inovadoras para o ensino de biologia, e avaliar sua repercussão pedagógica para o processo ensino aprendizagem;

• Analisar, comparativamente, o campo de aprendizagem alcançado por três turmas de biologia, considerando que todas assistiram às aulas relacionadas aos mesmos conteúdos disciplinares, porém submetidas às diferentes aplicações metodológicas (metodologia tradicional e metodologias ativas);

• Produzir um material didático-pedagógico “impresso” e “digital” orientador sobre o uso de metamodelos e realidade virtual associados às metodologias ativas, para o uso no ensino de biologia para a educação básica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O projeto será submetido ao comitê de ética da UFPB de acordo com a Resolução Nº 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de
Saúde. A pesquisa apresenta o risco mínimo de quebra de sígilo, sendo para tais aspectos todas as seguintes medidas: O questionário resguarda a
identidade do aluno sendo todo o conteúdo dos mesmos preenchido anonimamente. O processamento dos dados será realizado em planilhas Excel,
onde os dados serão criptografados, além de armazenados em pastas protegidas por senha.

Benefícios:

A pesquisa tem por objetivo efetuar levantamento sobro novas metodologias de ensino, sendo este importante para o desenvolvimento de práticas educativas inovadoras.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa tem caráter relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados adequadamente.

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA



Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Favorável ao desenvolvimento da investigação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1109087.pdf	06/08/2018 19:51:59		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEL.doc	06/08/2018 19:51:11	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO1.doc	06/08/2018 19:39:43	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PARTICIPANTE.doc	06/08/2018 19:36:30	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_ROSTO.pdf	01/07/2018 11:35:12	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
Outros	separate.pdf	01/07/2018 11:22:58	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_TCM_VS_COMISSAO_NAC.doc	08/04/2018 21:40:42	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_INSTITUICAO.pdf	08/04/2018 21:29:24	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito
Declaração do Patrocinador	IMG_20180406_0002.jpg	08/04/2018 21:26:52	HELTON CHARLLYS BATISTA CARDOSO	Aceito

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Continuação do Parecer: 2.843.138

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

JOAO PESSOA, 24 de Agosto de 2018

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br