

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA
DO MOVIMENTO DE CTSA**

GUARAPUAVA

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA
DO MOVIMENTO DE CTSA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

EMANUELE CHAIA

GUARAPUAVA, PR

2019

EMANUELE CHAIA

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DO MOVIMENTO DE CTSA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Sandro Aparecido dos Santos
Orientador

GUARAPUAVA, PR

2019

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

C434a Chaia, Emanuele
Alfabetização científica na perspectiva do movimento de CTSA /
Emanuele Chaia. – – Guarapuava, 2019.
vii, 124 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e
Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências
Naturais e Matemática, 2019.

Inclui Produto Educacional Aplicado intitulado: UEPS – Uma sequência
didática para o ensino de ciências na perspectiva CTSA

Orientador: Sandro Aparecido dos Santos

Banca examinadora: Sandro Aparecido dos Santos, Eloiza Aparecida Silva
Ávila de Matos, Ana Lúcia Crisostimo

Bibliografia

1. Ciências Naturais. 2. Alfabetização Científica. 3. Ciências. 4. Tecnologia.
5. Sociedade e Ambiente. 6. Teoria da Aprendizagem Significativa. 7.
Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. I. Título. II. Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

CDD 500.7

“ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DO MOVIMENTO DE CTSA”

Aprovada em 06 de setembro de 2019.

Blank:

Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro
Orientador

Aparecida Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR *campus* Ponta Grossa


Drª Ana Lucia Cristostina

Profª Drª Ana Lúcia Crisostimo

Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro

Guarapuava, PR.
2019

Dedico essa pesquisa a Deus criador de todas as coisas, ao meu avô Eugénio Chaia em
memória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Ao meu companheiro Rafael de Abreu pelo seu apoio na realização desse projeto;

Aos meus familiares pelo carinho e apoio moral;

Aos colegas de turma, Sirlei Aparecida de Lima Antonieli, Daniela de Almeida dos Santos, Gabriela Cebulski, Sara Regina dos Santos, Clauberto Mendeiros de Souza, Juliana Mara Antonio e Katia da Costa leite e os demais, pela amizade e pelos bons momentos de estudos compartilhados;

Aos professores, Carlos Eduardo Bittencourt Stange e Rodrigo Oliveira de Bastos, Adriana Massaê Kataoka; Roseli Rebeca, Elaine dos Santos, Gislei Maria Rigoni e Ana Lucia Suriani Affonso pelo conhecimento repassado;

Aos diretores e professores, Ana Lúcia Crisostimo e Sandro Aparecido dos Santos do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela organização e oportunidades, aos funcionários pela prestação de serviços durante todo o percurso;

Ao Colégio Guairacá por abrir as portas para a aplicação desse projeto;

A professora do corpo docente Drielle Strugalue que esteve presente durante os encontros da aplicação do projeto;

Aos pais e alunos pela oportunidade de desenvolvimento dessa pesquisa aplicada no ensino de ciências;

Em especial ao professor Sandro Aparecido dos Santos pelas orientações.

SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE QUADROS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
1- INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	19
1.1.1 Objetivo geral	19
1.1.2 Objetivo específico	19
2- REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Da Teoria da Aprendizagem Significativa à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica	20
2.2 UEPS e sua Instrumentalização	26
3- O ENSINO DE CIÊNCIAS E A ABORDAGEM DO MOVIMENTO DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA).	31
4.1 Trabalhos referentes à proposta de UEPS com enfoque CTSA	37
4 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4.1 Caracterização da pesquisa.....	40
4.2 Local de pesquisa.....	42
4.3 Sujeitos da pesquisa.....	43
4.4 Instrumentos e coleta de dados	43
4.5 O Desenvolvimento da UEPS	44
4.4.1 1º Passo - Definir o tema e local da UEPS	46
4.4.2. 2º Passo - Situação inicial.....	46
4.4.3 3º Passo- Situação problema de nível Introdutório	48
4.4.4 4ºPasso - Diferenciação progressiva.....	49
4.4.4.1 Biotecnologia Clássica.....	50
4.4.4.2 Biotecnologia Moderna.....	51

4.4.5 5º Passo: Complexidade.....	54
4.4.6 6º Passo - Reconciliações integrativas:	55
4.4.7 7º Passo – Atividade: Pós- Teste.	56
4.4.8 8º Passo - Efetividade da UEPS:	56
4.6 Análise de Dados	57
5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
5.1. Análise das questões do pré e pós-teste.....	59
5.2 Análise da UEPS	72
5.2.1 A abordagem inicial.....	72
5.2.2 Aquarela da biotecnologia	75
5.2.3 Realização dos experimentos	79
5.2.4 Filme	82
5.2.5 A validação da UEPS.....	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÊNDICE I- QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE.....	96
APÊNDICE II- APRESENTAÇÃO POWER POINT UTILIZADA.....	98
APÊNDICE III- ROTEIRO DE EXPERIMENTO BIOTECNOLOGIA CLÁSSICA.....	103
APÊNDICE IV- ROTEIRO DE EXPERIMENTO BIOTECNOLOGIA MODERNA.....	105
APÊNDICE V- EXERCÍCIOS DA AQUELA DA BIOTECNOLOGIA.....	106
APÊNDICE VI- PROPOSTA DE ORGANIZADOR DE PROTOCOLO DE ATIVIDADE PRÁTICA.....	108
APÊNDICE VII- PROPOSTA DE ORGANIZADOR DE PROTOCOLO DE ATIVIDADE PRÁTICA.....	112
ANEXO I- AQUARELA DA BIOTECNOLOGIA.....	114
ANEXO II - ANUÊNCIA.....	121
ANEXO III- TCLE.....	122
ANEXO IV- TERMO DE ASSENTIMENTO.....	124

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

AC	Alfabetização Científica
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
INEP	Instituto Nacional de Ensino e Pesquisa Educacionais
DCE	Diretrizes Curriculares da Educação Básica
DCECN	Diretrizes Curriculares do Ensino de Ciências Naturais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
PPP	Projeto Político Pedagógico
SEED	Secretaria de Estado da Educação
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TASC	Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Triádico de Gowin.....	23
Figura 2: Estrutura do Colégio.....	42
Figura 3: Diagrama ADI para a atividade de Biotecnologia Clássica.....	51
Figura 4: Diagrama ADI para o experimento de Biotecnologia Moderna.....	52
Figura 5: Materiais utilizados no experimento de Biotecnologia Moderna.....	53
Figura 6: Amostras de pão depois de uma semana.....	54
Figura 7: Pôster do filme.....	55
Figura 8: Resposta do pós-teste: O que é a Biotecnologia?.....	66
Figura 9: Símbolo utilizados em produtos transgênicos.....	69
Figura 10: Mapas conceituais construídos por estudantes.....	72
Figura 11: Mapa conceitual para relacionar a biotecnologia, a ciência e a tecnologia..	74
Figura 12: Mapa conceitual sobre a Biotecnologia.....	74
Figura 13: Mapa conceitual para relacionar o que é a biotecnologia.....	75
Figura 14: Aquarelas construídas pelos estudantes.....	77
Figura 15: Mapas conceituais construídos pelos estudantes.....	77
Figura 16: Mapas conceituais construídos pelos estudantes.....	78
Figura 17: Tabela construída pelos estudantes para interpretação dos dados do experimento I.....	80
Figura 18: Anotações feitas pelos estudantes para posterior interpretação no experimento I.....	80
Figura 19: Mapa conceitual construído após a realização dos experimentos.....	81
Figura 20: Mapa conceitual construído após a realização dos experimentos.....	81
Figura 21: Mapa conceitual construído após a realização dos experimentos.....	82
Figura 22: Momento de criação e teste da máquina de comida.....	83
Figura 23: Tornado de macarrão.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aspectos sequenciais da UEPS.....	27
Tabela 2: Aplicações biotecnológicas.....	47
Tabela 3: Análise da primeira charge do pré-teste.....	60
Tabela 4: Análise da segunda charge do pré-teste.....	61
Tabela 5: Análise da terceira Charge do pré-teste.....	61
Tabela 6: Análise da quarta charge do pré-teste.....	62
Tabela 7: Análise da quinta charge.....	64
Tabela 8: Questão 3 pós- teste: Qual a aplicabilidade da biotecnologia?.....	67
Tabela 9: Respostas da Turma A- questão 5 do pós-teste.....	70
Tabela 10: Áreas afetadas pela exclusão dos produtos biotecnológicos.....	70
Tabela 11: Atividade relacionada ao filme assistido: “Chovendo Hambúrguer”.	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Princípios para o ensino para Moreira.....	25
Quadro 2: Cronograma da UEPS.....	45
Quadro 3: Relações estabelecidas pelos estudantes entre CTSA e as cenas do filme.....	65

RESUMO

Emanuele Chaia: Alfabetização científica na perspectiva do movimento de CTSA.

O desenvolvimento científico e tecnológico vem promovendo avanços significativos que influenciaram a maneira de viver do homem contemporâneo. Reconhecendo a importância da Alfabetização Científica - AC na geração do desenvolvimento, a presente pesquisa objetivou investigar uma proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, criada segundo os enfoques do movimento de Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA, na AC de alunos do ensino fundamental. A proposta didática foi desenvolvida com estudantes do 7º ano em um colégio particular do município de Guarapuava - PR. A elaboração da proposta teve como base o conjunto de teorias cognitivas de aprendizagem, especialmente a Teoria da Aprendizagem Significativa. A UEPS desenvolvida, cujo tema foi “Biotecnologia”, observou em sua aplicação os oito passos sugeridos por Moreira para uma sequência didática, e também as relações com a perspectiva CTSA. As atividades experimentais foram planejadas, desenvolvidas e avaliadas por meio do diagrama Atividade Demonstrativa Interativa – ADI. Durante o desenvolvimento da pesquisa foi possível observar que houve um maior comprometimento dos estudantes durante a realização daquelas de natureza prática, desenvolvidas no laboratório e orientadas pelo diagrama ADI. A elaboração dos mapas conceituais, previstos no decorrer da UEPS, propiciou a estruturação do pensamento dos estudantes e o estabelecimento de conexões entre conceitos e conteúdos. Não obstante, a UEPS com enfoque CTSA favoreceu a abordagem das relações existentes entre os conceitos físicos, químicos, biológicos e de outras áreas do conhecimento, que caracteriza a interdisciplinaridade, bem como contribuiu para despertar o interesse e a motivação dos alunos para a ciência, instigando a opção por carreiras científicas. Diante disso, obteve-se resultados positivos quanto à utilização das UEPS para a abordagem e ensino de Biotecnologia, assim como o uso dos diagramas ADI como instrumento de apoio na prática educativa se demonstrou produtivo. Nesse contexto, o desenvolvimento desta UEPS com enfoque CTSA se constitui como uma alternativa metodológica contribuindo em muitos aspectos em relação à AC dos estudantes do ensino fundamental.

Palavras-Chave: Alfabetização Científica; Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Teoria da Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

ABSTRACT

Emanuele Chaia: Scientific education in the perspective of the *CTSA* movement.

The scientific and technological development has been promoting meaningful advances that have influenced the way of life of the contemporary human being. Recognizing the importance of scientific literacy in generation of development, this research had as a main goal investigate a propose of a Potentially Significant Teaching Unity – [*UEPS*], created according to the focus of the Science, Technology, Society and Environment [*CTSA*] movement, in the Scientific Literacy [*AC*] of elementary students. The didactic proposal was applied in a private school in Guarapuava-PR-Brazil, in a 7th grade of elementary school. The proposal elaboration had as a basis the set of cognitive learning theories, especially the Meaningful Learning Theory. The *UEPS* accomplished, which theme was “Biotechnology”, observed in its application the eight steps suggested by Moreira to a Didactic Sequence, and also the relations with the perspective *CTSA*. The experimental activities were planned and evaluated by means of the Interactive Demonstrative Activity [*ADI*] diagram. During the research development was possible observe that there was be a bigger commitment of the students during the performance of the practical activities, developed in the lab and oriented by *ADI* diagram. The elaboration of the conceptual maps, previewed during of the *UEPS*, provided the structuring of student thinking and the establishment of connections between concepts and contents. Despite, the *UEPS* with focus *CTSA* furthered the approaching of the existing relations among the physical, chemical, biological concepts and from the other areas of the knowledge, which characterizes the interdisciplinarity, as well as contributed for awake the interesting and the motivation of the students by science, instigating the choices on scientific careers. Before that, it obtained positive results in relation to the utilization of *UEPS* to the approaching and teaching of Biotechnology, as the use of diagrams *ADI* as instrument of support in the teaching practice proved productive. In this context, the development of this *UEPS* with *CTSA* focus constitutes as a methodological alternative helping in many aspects in relation to the scientific literacy of the elementary school students.

Keywords: Scientific Literacy; Science, Technology, Society and Environment; Meaningful Learning Theory, Potentially Significant Teaching Unity.

1- INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e tecnológico impulsionou diversas mudanças na sociedade ao longo da história e tem sido considerado sinônimo de progresso. O ensino de ciências, por sua vez, tem seu processo de consolidação iniciado no século XIX, sendo responsável por avanços significativos que influenciaram a maneira de viver do homem contemporâneo. A partir das contribuições das ciências naturais ao desenvolvimento neste momento histórico, que o ensino ganhou um novo olhar dentro do contexto educativo.

Sabe-se que o avanço científico e tecnológico só se faz por meio de uma educação de qualidade, que permita aos estudantes o estabelecimento das relações existentes entre o conhecimento e as situações vivenciadas e que permita o estudante desenvolver a criatividade e criticidade, favorecendo trabalho em equipe, a capacidade de solucionar problemas, exposição de pensamentos, autonomia, responsabilidade e espírito de liderança. Para alcançar estas habilidades, é preciso repensar alguns aspectos do currículo escolar, já que é ele que orienta o trabalho pedagógico e formativo da escola.

Nesse aspecto, muitas tem sido as discussões no cenário educacional, em especial nos últimos anos, acerca do currículo escolar e as possibilidades de reconstruí-lo. Em países como a Inglaterra, França, Alemanha e Itália, a ressignificação do ensino de ciências naturais ocorreu como um reflexo do desenvolvimento tecnológico e científico que datam a transição entre o século XIX e XX. Entretanto, no Brasil, somente a partir da Segunda Guerra Mundial, na década de 1950, foi estabelecido de forma efetiva nos currículos e teve reconhecidas suas positivas influências no avanço social, já que anteriormente era tido como pretexto a produtividade.

A partir disso, o conhecimento científico, inicialmente visualizado sobre o viés/contexto de produção, entra na esfera pública considerando novos pressupostos, ou seja, impugnado de fatores culturais, sociais, econômicos e políticos, fatores que levam à reinterpretação e renegociação desse conhecimento em função de seu contexto de produção e utilização (VEIGA, 2002).

No entanto, ainda era marcante o distanciamento entre o pressuposto educativo do ensino de ciências e as possibilidades de torná-lo concreto, o que se deve a uma complexa relação epistemológica entre idéias científicas e o pressuposto da educação científica (HODSON, 1986; NASCIMENTO, 2009). Havia certa dificuldade dos professores em

romper com uma profunda concepção positivista de ciências e com uma concepção conservadora e autoritária de ensino-aprendizagem como acumulação de informação e de produtos da ciência. Esses elementos seguiam influenciando e orientando suas práticas educativas e assim promovendo carências na formação científica e pedagógica de modo geral. As inadequadas condições objetivas de trabalho que os educadores encontravam no exercício de profissão e determinadas políticas educacionais fundamentadas em princípios contraditórios a formação dos cidadãos, também influenciaram nesse processo.

Com o passar dos anos, algumas fundações ajudaram o Brasil a compor um quadro de mudanças e melhoramento do ensino de ciências por meio da preparação dos professores. Na década de 1960, por exemplo, houve a implantação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências (FUNBEC), iniciativa que produziu conteúdos e kits instrumentais de física, química e biologia. Nesse contexto experimental, várias sociedades científicas trabalharam em prol da divulgação e produções científicas, instigando que as instituições de ensino discutissem os problemas e atualizassem o conhecimento por meio de feiras de ciências, clubes de ciências, museus e olimpíadas. Nesse momento houve também a introdução da semana nacional de ciência e tecnologia, a qual representa o próprio progresso e desenvolvimento dos programas de pós-graduação cujo enfoque era a pesquisa no ensino de ciências (ROITMAN, 2015).

Diante das inúmeras discussões promovidas no contexto acadêmico e educacional, na década de 90 o conhecimento científico em ciências naturais já estava mais estruturado e considerava Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como um viés para aprendizagem e para Alfabetização Científica (AC). De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001) a AC é tida como um processo que viabiliza a compreensão dos significados das ciências naturais, possibilitando que o estudante amplie seus conhecimentos, sua cultura e suas ações como cidadão inserido na sociedade. Não obstante, o processo da AC para Montenegro (2008, p. 24) [...] “deve ter o papel de fomentar a curiosidade e de estimular a procura de respostas que se vinculem às questões da vida prática”.

Conforme apresentam Auler e Bazzo (2001), o movimento CTS no âmbito educacional visava à construção de conhecimentos e habilidades nos estudantes para tomar decisões responsáveis relacionadas a questões de Ciência e Tecnologia na Sociedade no que tange a solução de tais questões.

Não obstante, a partir do final da década de 90, este passa a considerar aspectos

socioambientais, de modo a refletir relações e interações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA, como uma forma de enfatizar as consequências ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico e instigar a concretização de uma educação mais vinculada aos princípios da sustentabilidade (PEDRETTI, 2003). Segundo Cerezo (1998), o movimento de CTSA surgiu devido às relações de Ciência e Tecnologia (C&T), mas com vertentes mais profundas, como os valores morais.

Nessa perspectiva, a matriz teórica-filosófica da CTSA, emerge fundamentada na concepção de Paulo Freire, onde o conhecimento se constitui como ferramenta dialógica e de leitura crítica, transformando assim a concepção de CTS em uma abordagem mais humana. O movimento de CTSA possui uma face otimista para o processo de alfabetização científica, uma vez que, a mesmo rege por contexto que permeiam os riscos e perigos da saúde humana e ao meio ambiente (GOUVEA et al., 2012).

De acordo com Auler (2009), o enfoque CTSA começa nas “situações-problemas” existentes no contexto do estudante. Nesse sentido, as relações entre o movimento de CTSA e o ensino de ciências devem perpetuar uma tentativa de formar sujeitos alfabetizados cientificamente e que, sobretudo, possam tomar decisões significativas com ações mais responsáveis.

Apesar dos avanços, na atualidade ainda observamos desafios no contexto escolar em relação à abordagem da AC. Entre esses fatores limitantes, Oldoni e Lima (2017) destacam os métodos pedagógicos, os quais consideram a apresentação de conteúdos dogmáticos desprovidos de reflexões críticas, e também a presença de lacunas na formação inicial e continuada dos professores.

Vale destacar que ainda é muito comum na realidade que a abordagem do conhecimento em sala de aula segue os encaminhamentos que Freire (1983, p.66) chamou de “concepção bancária da educação”, onde apenas o professor detém o conhecimento o repassa para o aluno, sendo ele um repositório de informação.

Por esse motivo, os profissionais da educação vêm discutindo uma reforma à AC, que considere como enfoque as novas tecnologias, novas metodologias de ensino e publicações científicas, constituindo assim uma educação de “libertação” defendida por Freire (1983), que abraça o diálogo, a problematização, a humanização e a crítica.

É nesse contexto que os pressupostos da TAS concebida por Ausubel se constituem em importante ferramenta para a AC, uma vez que permitem uma melhor apropriação do

conhecimento por parte dos educandos e possibilitam a concretização de uma aprendizagem mais consistente e próxima de sua realidade. A teoria de Ausubel explica como as novas informações vão ganhando significado na estrutura cognitiva do aluno dando sentido ao novo conhecimento e permitindo sua assimilação de forma mais efetiva.

Para além dessa compreensão, a Aprendizagem Significativa Crítica, defendida por Moreira (2011) permite ao sujeito relacionar-se com as atividades sociais, tendo como base uma série de princípios facilitadores que levam a conceitualização dos conhecimentos por meio dos processos cognitivos [...] “que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (MOREIRA, 2010, p. 7).

Moreira (2011) fundamenta-se nos conceitos que empregam o foco central da aprendizagem por significados, conforme a organização dos conhecimentos prévios e materiais potencialmente significativos. Dessa forma, sugere-se a criação de propostas de UEPS, metodologia por meio da qual tem trabalhado nos últimos anos para o ensino de física e química, e que viabiliza o trabalho de conteúdos de forma interdisciplinar e significativa.

Conforme Moreira (2012), as UEPS são sequências de ensino direcionadas a aprendizagem significativa de conceitos e conteúdos. Além de ter como princípio a clássica teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, também recorre as teorias da psicologia da educação de Novak e de Gowin; a teoria interacionista social de Vygosty; a teoria dos campos conceituais de Vergnaud e a teoria de modelos mentais de Johnson-Laird.

Nessa perspectiva, a teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira tem sido amplamente utilizada por professores para ressignificar o ensino de ciências naturais. Por considerá-la uma abordagem interessante ao contexto de sala de aula, bem como suas potencialidades para o ensino e aprendizagem quando articulada à perspectiva de CTSA, o presente trabalho busca responder o seguinte questionamento: Quais contribuições das UEPS sob o enfoque CTSA para alfabetizar cientificamente estudantes do ensino Fundamental?

Para responder a esse questionamento foi desenvolvido e aplicado uma UEPS com enfoque CTSA em uma turma de 7º ano de uma escola de educação básica situada no município de Guarapuava- PR. O tema escolhido foi “O que é Biotecnologia?” uma vez que a temática é considerada um ponto de partida para AC, por oportunizar um leque de possibilidades quanto à problematização social.

Por meio da UEPS desenvolvida, os conteúdos pedagógicos foram organizados de modo a proporcionar uma reflexão e um posicionamento do aluno em relação ao fenômeno

abordado, atribuindo a ele significados e contribuindo na preparação do aluno para a vida social, atuação crítica e responsável na sociedade.

A elaboração da proposta de UEPS para a presente pesquisa buscou participação histórica das ciências e as abordagens de aspectos culturais, sociais, tecnológicos e ambientais, no intuito de estimular a construção de criticidade a respeito da perspectiva científica e criar possibilidades de ensino e competência sobre a luz da aprendizagem significativa crítica.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma:

No referencial teórico a trajetória da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (1963), destacando seus pressupostos, sua natureza e as diferentes perspectivas/compreensões que foram sendo a ela incorporadas até chegar à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2012). A discussão parte de uma observação histórica, que abrange as primeiras configurações em relação à aprendizagem significativa, a evolução das ideias, a instituição da Aprendizagem Significativa Crítica como um campo de estudo, destacando os encaminhamentos de sala de aula para o desenvolvimento de uma UEPS, sequência didática prevista nessa perspectiva de aprendizagem.

Dessa forma, o trabalho traz relações sobre o Ensino de Ciências por meio do enfoque CTSA, destacando suas potencialidades a uma educação crítica e significativa e contribuindo para o esclarecimento do conceito do movimento CTSA, dos ideais dessa proposta, bem como suas contribuições ao ensino e aprendizagem. Além disso, discutimos aspectos como o Letramento Científico e a Alfabetização Científica, enfatizando de que forma a utilização das UEPS podem corroborar com concretização destes pressupostos.

Mais adiante o presente trabalho, destacamos os procedimentos metodológicos utilizados durante a investigação. Nele destacamos a modalidade da pesquisa, onde e quando foi desenvolvida, o público que participou da coleta de dados, bem como os encaminhamentos dados no contexto de sala de aula mediante o trabalho com as UEPS.

Por fim, a análise da UEPS e das atividades desenvolvidas com os estudantes ao longo da investigação. Nesse momento, é possível observar o passo a passo da UEPS com enfoque CTSA, seus desdobramentos e suas contribuições ao ensino e aprendizagem dos estudantes, aspectos que nos propomos a investigar nesta pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Investigar como uma proposta de ensino com o apoio das UPES pode auxiliar na Alfabetização Científica na perspectiva de abordagem do movimento de CTSA à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

1.1.2 Objetivos específicos

- Criar uma proposta de UEPS segundos os enfoques de abordagem de CTSA para alunos do 7 ° ano do ensino fundamental;
- Investigar a linguagem e habilidades adquiridas pela proposta da Aprendizagem Significativa Crítica;
- Analisar a temática biotecnologia relacionado com os aspectos e perspectiva de CTSA na práticas do ensino de ciências;
- Verificar em que medida a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica pode ser norteadora para a Alfabetização Científica.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Da Teoria da Aprendizagem Significativa à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

O psicólogo norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008) dedicou a sua vida para a educação. Insatisfeito com a maneira que o conhecimento era colocado ao estudante, começou a explicar o processo de ensino na forma condutista no seu livro *“The Psychology of Meaningful Verbal Learning”* do ano de 1973. A obra mostra conceitos da “Teoria da Aprendizagem Significativa” desmistificando a aprendizagem mecânica e trazendo reflexões em torno da aula tradicional de ensino, que era contestada pela própria teoria cognitiva construtivista apresentada nos anos 60 e que serviu como base para formular os conceitos de como eram organizados os conhecimentos e como ocorria a aprendizagem significativa na estrutura cognitiva do aluno.

A TAS proposta por David Ausubel (1973) prioriza a aprendizagem cognitiva. Ausubel explica que a aprendizagem significativa se dá por meio de um processo em que um novo conhecimento se relaciona à estrutura cognitiva do estudante, de modo que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando alterações em sua estrutura cognitiva.

Esse estudioso compreende que a organização cognitiva do educando é relevante para a aprendizagem de conceitos científicos, pois estes se constituem por meio da organização de conceitos e proposições que constituem um conjunto de novas relações, que interagem com uma estrutura de conhecimento específica, chamada por Ausubel (1973, p. 25) de subsunção. Segundo ele, subsunção é uma estrutura específica por meio da qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é super organizado e detém uma hierarquia conceitual, onde estão armazenadas as experiências prévias do sujeito.

Dessa forma, Ausubel (1973) dá ênfase a abordagem do conteúdo partindo dos conceitos/ fenômenos que os educandos já conhecem, permitindo assim a construção do conhecimento por meio de um processo progressivo e que vai se diferenciando em termos de detalhe e de especificidade. Melhor explicitando essa ideia de Moreira (2012, p.5) nos diz que:

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunções interrelacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunção (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunção para dar significado a novos conhecimentos.

Nessa perspectiva, este processo de diferenciação progressiva vai desenvolvendo hierarquias conceituais organizadas na estrutura cognitiva, possibilitando que os conceitos adquiram cada vez mais complexidade. Assim, esta aprendizagem significativa é o fenômeno que impulsiona o incremento dos conceitos existentes.

Em seu estudo Valadares (2011, p. 38), menciona que a TAS se constitui como uma teoria cognitiva-humanista em que o estudante atua recorrendo a pensamentos, sentimentos e ações, no intuito de dar significado as experiências que vivencia. Neste contexto, o autor menciona o fato que a aprendizagem pode ocorrer em caminhos diferenciados, sendo todos importantes para o conhecimento, porém para ser significativo, o professor deve relacionar o novo conhecimento às subsunções que ampliam o âmbito de conceitos estáveis do indivíduo, enriquecendo as relações cognitivas. Assim, a aprendizagem significativa atribuiu-se ao fenômeno não arbitrário e substantivo (não literal), que implica no fato de enfrentar situações novas, em contraposição à aprendizagem mecânica onde as situações são conhecidas e sem significado.

Uma relação não arbitrária é substantiva, significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, como por exemplo, uma imagem, um símbolo, uma disposição (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34).

Ao analisar o conceito de Aprendizagem Significativa, Valadares (2011, p. 37) enfatiza o processo de assimilação substantiva e não arbitrária do que se aprende, destacando que se constituem um componente especificamente relevante da estrutura cognitiva. Segundo este autor:

A aprendizagem significativa é substantiva porque é a «substância», o «recheio» do conceito que é apreendido e não apenas um nome e (ou) um enunciado sem qualquer significado para quem aprende. Para tal, a nova informação tem de interagir com as ideias que aprendente já domina que incluem os conceitos, as proposições e símbolos previamente assimilados. Tais ideias mais ou menos familiares a quem aprende são os subsunções e assumem uma enorme importância na aprendizagem significativa.

A arbitrariedade e substantividade da TAS foram aproveitadas e divulgadas pelo educador americano Josep Novak (1981), formado em Ciências, Matemática e Biologia. Este estudioso traz uma sua visão mais humanística e juntamente com Gowin (1996), faz uma associação que subjaz à interação de sentir, pensar e agir, mas também considerando as potencialidades que a experiência afetiva positiva pode evidenciar na predisposição do aluno para o novo conhecimento. De acordo com estes estudiosos, “atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam”. Nesse sentido, o interesse do estudante é potencializado por materiais relativamente significativos que ensejam experiências afetivas positivas em relação aos conhecimentos específicos/científicos.

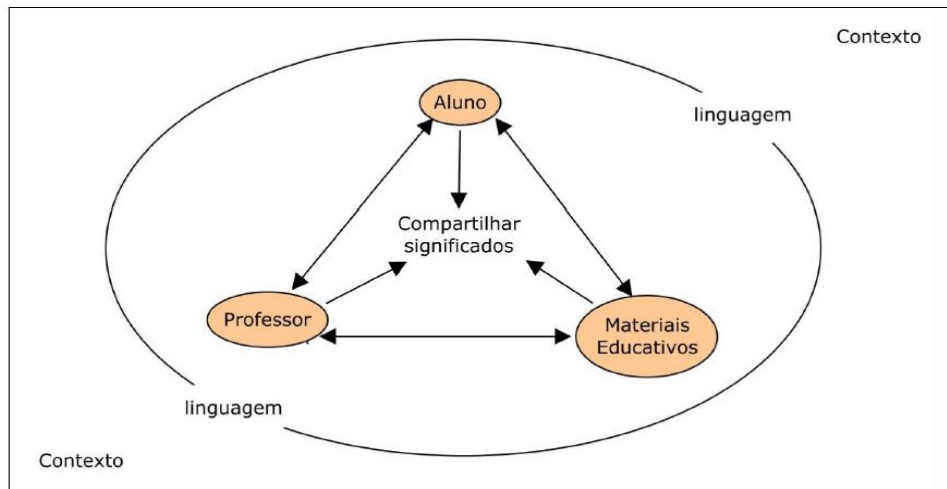
Dessa forma, a TAS recebe contribuições de Joseph Novak (1977), que a propõe como uma epistemologia construtivista não radical da produção de conhecimento. Segundo Novak, é possível que por meio da TAS alicerçada numa psicologia cognitivo-humanista se privilegie a comunicação, partilha, discussão e mudança de significados para atingir significados amplamente compartilhados.

Outra grande contribuição deixada por Novak para o contexto da aprendizagem significativa são os Mapas Conceituais, os quais foram [...] “desenvolvidos especificamente para estabelecer comunicação com a estrutura cognitiva do aluno e para exteriorizar o que este já sabe de forma a que tanto ele como o professor se apercebam disso” (NOVAK, 1996, p. 56).

Além dessa perspectiva discutida por Novak, temos também a perspectiva integracionista social defendida Gowin (1981) para a TAS. Nesta compreensão, a TAS recebe um instrumento heurístico, criado para captar a estrutura do processo de construção de conhecimento por meio de eventos, fatos e conceitos. Este instrumento que também busca compreender a forma que os seres humanos produzem o conhecimento, ficou reconhecido como “Vê epistemológico”; “Vê heurístico”; “Vê de Gowin” ou “Diagrama de V”.

O esquema desenvolvido apresenta o modelo triádico (Figura 1), parte de uma abordagem vygotskyana, que descreve a situação de ensino tendo o professor e o aluno compartilhando significados a respeito dos materiais didáticos que são direcionados à subordinação dos novos conhecimentos, aspectos que antes não eram reconhecidos na aprendizagem significativa.

Figura 1. Modelo Triádico de Gowin.



Fonte: Moreira (2006).

Nesse sentido, o diagrama Vê de Gowin é evidenciado como uma representação visual possível da estrutura do conhecimento, a qual pode contribuir no processo do aprender a aprender dos estudantes. Isto porque, o conhecimento em questão se relaciona intrinsecamente aos objetos e acontecimentos naturais, os quais podem ser assimilados por meio de perguntas formuladas mediante conceitos organizados em princípios e teorias, cujo objetivo é explicar o comportamento dos objetos e fenômenos (LUCCAS, 2017).

Outra perspectiva para a TAS é sugerida por Gérard Vergnaud (1990 - 2009). Conhecida como “teoria dos campos conceituais”, sua proposta recebe influências de Piaget e Vygostsky, que foram vinculados pelos conceitos de língua e pensamento para o desenvolvimento da aprendizagem. Dessa forma, as contribuições de Vergnaud consistem na sua ideia sobre desenvolvimento cognitivo, onde interpreta a progressividade e a complexidade. Para este estudioso, as situações problemas devem dar sentido aos conceitos abordados, ou seja, os novos conhecimentos devem fazer sentido ao aluno que constrói o seu próprio conhecimento. Essa significação vai ocorrer conforme o grau de subsunções, os quais podem ser mediados de diversas maneiras e, assim, vão ficando cada vez mais elaborados.

Por fim, temos a teoria dos modelos mentais trazida por Johnson-Laird (1983). Essa perspectiva aborda um modelo cognitivo contemporâneo direcionado a funcionalidade de um mapa mental, que faz referencia a construção intencionalista do sujeito. Por meio deste mapa, o individuo consegue desenvolver capacidade de percepções funcionais que se constituem como melhores representações do mundo.

Todas essas perspectivas acima discutidas e que somam a compreensão da Aprendizagem Significativa inicialmente proposta por Ausubel, são tidas como base para a formulação da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica defendida por Moreira já há alguns anos. Em seus estudos, Moreira (2006) ressalta a importância de desenvolver uma aprendizagem significativa que também seja crítica, subversiva, antropológica:

[...] na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo (MOREIRA, 2006, p.11)

Segundo Moreira (2010), Postam e Weingartner (1993; 1996) já traziam a crítica sobre a educação e a constante mudança de valores e tecnologias, as quais precisavam ser abordadas de forma mais integrativa no ensino. Isso porque, mesmo que a escola procure se adequar aos padrões contemporâneos, se não for ensinado ao aluno como se preparar para a globalização, sua função educativa fica comprometida. Dessa forma, na visão de Moreira, a aprendizagem significativa deve ser uma atividade subversiva onde a postura do aluno seja de forma crítica.

Moreira e Massoni (2015, p. 56), baseiam-se em correntes psicológicas para conceituar que o “na aprendizagem significativa crítica o aprendiz é a pessoa que deve captar criticamente os significados dos conteúdos da matéria de ensino”.

Segundo Moreira (2012), a estrutura cognitiva é onde ocorre a organização do conhecimento e, nesse processo, o aluno adquire nova informação por meio de associações e de suas próprias reorganizações, para posteriormente criar um significado. Desta forma, guiado pela TAS e considerando esses aspectos, este estudioso afirma que Aprendizagem Significativa Crítica:

É aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo (MOREIRA, 2012, p. 5)

Em outras palavras, as associações, reorganizações e desenvolvimento de significados é mais efetiva quando o estudante pode olhar para sua realidade, e sobre ela refletir. Essa característica do ensino na AC permite que o estudante sinta-se mais preparado para desempenhar atividades no grupo social em que está inserido bem como propor mudanças significativas para a melhoria da realidade vivenciada.

Diante desse conceito metodológico, almeja-se impulsionar o aprendizado dos conteúdos científicos, de modo que o aluno consiga em sua estrutura cognitiva, organizar ideias e criar teorias verdadeiras ou não, mas que contribuam para os sinônimos transmitidos e significados abordados da problemática não-arbitrária que encontram-se a realidade da sociedade e escola onde o próprio aluno está inserido.

Nessa abordagem, pretende-se unir o universo da aprendizagem por descobertas e receptiva, procurando atender a assimilação em primeiro lugar, antes mesmo do conteúdo pedagógico ser aplicado, recorrendo à memória dos alunos, que mais tarde dará lugar a nova descoberta do tema abordado (MOREIRA, 2012). Nessa perspectiva, sugere que no ensino devem ser observados os seguintes princípios conforme (Quadro 1) segundo (MOREIRA, 2000):

Quadro 1 - Princípios para o ensino para Moreira.

Perguntas ao invés de respostas	=	Estimular ao invés de dar respostas prontas.
Diversidade de materiais	=	Abandono do manual único 3
Aprendizagem pelo erro	=	É normal errar, aprende-se corrigindo os erros
Aluno como perceptor representador	=	O aluno representa tudo o que percebe
Consciência semântica	=	O significado está nas pessoas, não nas palavras
Incerteza do conhecimento	=	O conhecimento humano é incerto, evolutivo
Desaprendizagem	=	Às vezes o conhecimento prévio funciona como obstáculo epistemológico
Conhecimento com linguagem	=	Tudo que chamamos de conhecimento é linguagem
Diversidade de estratégias	=	Abandono do quadro-de-giz

Fonte: Moreira (2000).

Ao inserir estes princípios Moreira pressupõe a resignificação do ensino e aprendizagem. Assim, como uma forma de concretizar esses princípios no contexto de sala de aula, propõe-se a elaboração de UEPS, cujo principal objetivo é orientar a prática docente e conduzir a aprendizagem de uma forma mais dinâmica, crítica, interdisciplinar e significativa aos estudantes. Para este estudioso, as UEPS são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula (MOREIRA, 2011). Para ele, o princípio primordial dessa organização é o que o aprendiz já sabe, pois a partir desses elementos e da proposição de situações-problemas, será estabelecida uma ponte entre o

que o aprendiz já sabe e o novo conhecimento.

Nesse sentido, para que uma UEPS seja efetiva e atenda seu principal objetivo, Moreira (2011) estabelece alguns passos para sua elaboração, os quais abordaremos no tópico a seguir.

2.2 UEPS e sua Instrumentalização

As UEPS são sequências didáticas fundamentadas na TAS de Ausubel, que levam em consideração a “*diferenciação progressiva*”, que é a abordagem de conceitos mais amplos para os mais específicos e a “*reconciliação integradora*”, que é abordagem por meio de relações entre as idéias ou diferenciações semelhantes que podem partir de qualquer conteúdo disciplinar. As UEPS se constituem um método desenvolvido por Moreira (2012) para o direcionamento de atividades/ações no âmbito de sala de aula.

As UEPS atendem aos princípios descritos por Moreira (2012, p. 5), que são:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);

- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Os princípios acima elencados são orientações que precisam ser observadas no planejamento, desenvolvimento e avaliação de uma UEPS, pois orientados por esses princípios, os professores tornam mais relevante e efetivo o processo de ensino e aprendizagem e também terão elementos para avaliar se houve aprendizagem significativa ao longo do processo.

É importante enfatizar que uma UEPS deve ser aplicada de forma contínua, com propostas adequadas ao ensino e buscando a cada passo identificar a aprendizagem significativa, com atividades avaliativas no final de cada novo conhecimento adquirido pelos alunos.

Para tanto, as atividades durante as UEPS podem surgir dos questionamentos, diálogos, trabalho em grupos, disposições de culturas e leituras, sempre intercaladas com trabalhos individuais e considerando o aluno como um personagem central. Portanto, os princípios metodológicos que norteiam as UEPS são representados pela variável mais influente nos alunos, o seu conhecimento prévio.

Moreira (2011) sintetizou os princípios metodológicos das UEPS em oito passos estratégicos que possibilitam identificar o conhecimento prévio do aluno por meio de situação problema que são mediadas pelo professor para a captação dos significados. Esse instrumento leva em consideração a relação triádica entre alunos, aprendizagem significativa crítica e não mecânica (Tabela 1).

Tabela 1 – Aspectos sequenciais da UEPS.

Passos	Princípios Metodológicos	Aplicabilidade
1º - Definição conceitos:	Deve-se identificar os aspectos necessários para se trabalhar o tema escolhido.	Escolher os temas, materiais e processos.
2º - Investigação de conhecimentos prévios:	Promover situações-problema existentes ou não, no contexto dos alunos. O conhecimento prévio é a variável dominante na aprendizagem significativa do aluno que o dominante. (Ausubel).	Através da dinâmica; discussão; pré-teste e mapa conceitual.
3º - Situação problema de nível introdutória:	Emprega-se em estratégias de usar exemplos ou problemas do cotidiano	Simulações, demonstrações, representações, vídeos,

	para dar sentido aos novos conhecimentos. São as situações problema que dão sentido a novos conhecimentos. (Vagnaud).	problemas do cotidiano, exercício de aplicação entre outros.
4° - Diferenciação Progressiva:	Abordam-se os aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, logo, abordando aspectos específicos. A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel).	Breve exposição deve ser abordada por atividade colaborativa em pequenos grupos, após discussão em grande grupo.
5° - Complexidade:	Estruturar o conhecimento através da apresentação de novas situações problema, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora.	Retomar o conteúdo, mapas conceituais, e duplas; relatório oral ou escrito
6° - Reconciliação Integrativa:	Retomar as características essenciais dos conteúdos, através da apresentação de novos conceitos, com a perspectiva integradora.	Confecção de maquetes; jornal, desenho, charges e etc...
7° - Avaliação:	Registrar ao longo da intervenção, todos os possíveis indícios de evolução conceitual, sempre buscando evidências da ocorrência da aprendizagem significativa.	Avaliação somática individual com questões abertas envolvendo os conceitos – foco da unidade.
8° - Efetividade da UEPS:	A UEPS somente será considerada êxito se avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidência de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situação problema. A aprendizagem significativa é progressiva, assim como o domínio de um campo conceitual por isso a ênfase em evidência, mas em comportamentos finais.	Análise das atividades propostas pelas estratégias de ensino utilizadas o próprio aprendizado do aluno.

É importante destacar que os passos acima apresentados não precisam ser instituídos de forma rígida, pois a UEPS precisa oportunizar aos estudantes a incorporação de novas situações problemas. Ou seja, o professor pode fazer adequações a sequência de modo a garantir sua efetividade ao ensino.

Nessa perspectiva, inúmeros professores têm realizado adequações e elaborado UEPS de acordo com suas demandas e percepções para melhor efetivar uma aprendizagem significativa no contexto escolar.

Ao analisar contribuições e efetividade das UEPS em diferentes áreas do conhecimento, especialmente nas disciplinas de Ciências Naturais (Física, Química e Biologia) e Matemática, como Monteiro (2016). Considerando a seguir a explanação de algumas investigações que exploram a temática mais recentemente.

Em seu estudo, Silva (2016) desenvolve uma UEPS envolvendo o ensino da Conservação da Energia Mecânica e suas aplicações. A sequência didática elaborada foi implementada em uma turma de 1º ano do Ensino Médio. A exploração de conceitos ocorreu por meio da leitura de textos curtos de divulgação científica sobre o tema em questão, de animação e de simulação computacional, usando ainda questionários, formalização matemática, além do uso de mapas conceituais. Além de resultados positivos em relação à aprendizagem, a autora destaca o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas, os quais mostraram-se satisfeitos com a configuração das aulas porque estas facilitaram o entendimento do conteúdo estudado, especialmente as que envolviam mapas conceituais e recursos computacionais.

Na sua dissertação de Mestrado, Luz (2019) buscou desenvolver uma proposta para o ensino de Física com o apoio de UEPS para Estudo dos Movimentos, com os temas de Cinemática e Dinâmica, na Educação do Campo. A pesquisa foi desenvolvida com alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola do campo no município de Cascavel-PR e enfatizou o estudo dos conceitos físicos referentes aos temas a partir da vivência do aluno do campo. Ao final da investigação, esta estudiosa destacou que houve uma melhora significativa no ensino e aprendizagem dos temas abordados quando eles foram relacionados com atividades cotidianas desenvolvidas pelos estudantes no ambiente rural. Dessa forma, a pesquisadora demonstrou que a utilização de UEPS para o ensino de Física na Educação do Campo traz resultados positivos, como um envolvimento maior dos alunos na realização das atividades, uma melhora na compreensão dos conteúdos, além de melhorar o desempenho escolar dos

alunos.

Além das investigações mais criteriosas desenvolvidas em nível de mestrado destacadas anteriormente, tem-se inúmeros artigos e trabalhos acadêmicos que retratam a elaboração e aplicação de UEPS na educação básica. Só no ultimo Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (7º ENEAS) realizado em Blumenau - Santa Catarina, foram apresentados oito trabalhos que enfocavam relatar experiências viabilizadas pela aplicação de UEPS em sala de aula.

Essa constatação denota que esse método tem ganhado espaço e se constituído como uma alternativa em relação à prática tradicional de ensino. Esse aspecto é de extrema importância a superação da aprendizagem mecânica e uma possibilidade ao desenvolvimento de abordagens dinâmicas, interdisciplinares e mais significativas aos estudantes.

As UEPS se constituem em um método cujo objetivo é potencializar a aprendizagem significativa crítica (HAMMEL, 2018). Elas sugerem a abordagem de conceitos e conteúdos por meio de uma proposta didática pré-estabelecida e estruturada pelo professor com diversos instrumentos que estimulem a aprendizagem. Dessa forma, seguindo os encaminhamentos e os oito passos/etapas de Moreira (2011), foi elaborado e aplicado neste trabalho uma UEPS com enfoque CTSA sobre o tema “Biotecnologia”, no intuito de analisar as contribuições desta proposta a aprendizagem significativa dos estudantes.

3 - O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E A ABORDAGEM DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

Apesar do ensino de ciências naturais ter sido discutido desde o século XIX, no Brasil somente em 1971 o Ensino de Ciências Naturais passa a fazer parte do currículo como disciplina obrigatória desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 5692/71. Essa incorporação é oriunda pela decorrência dos impactos sociais, ambientais, crescimento e desenvolvimento industrial que o país vivenciava naquele momento histórico. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) apontam que:

O ensino de Ciências naturais, relativamente recente na escola fundamental, tem sido praticado de acordo com diferentes propostas educacionais, que se sucedem ao longo das décadas como elaborações teóricas e que, de diversas maneiras, se expressam nas salas de aula. Muitas práticas, ainda hoje, são baseadas na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa; outras já incorporam avanços, produzidos nas últimas décadas, sobre o processo de ensino e aprendizagem em geral e sobre o ensino de ciências em particular (Brasil, 1998 p. 19).

Esse trecho reflete o principal desafio que o ensino de Ciências Naturais enfrenta para se concretizar de forma significativa na educação básica: a prática tradicional de ensino.

Sabe-se que a mera transmissão de conceitos e conteúdos não é sinônimo de aprendizagem e nem possibilita o estabelecimento de conexões entre os conteúdos, especialmente quando se fala em Ciências Naturais. No entanto, a prática tradicional ainda é muito utilizada no âmbito das disciplinas de Ciências e Matemática. Além disso, mediante o estágio de desenvolvimento humano e social da atualidade, a formação em Ciências Naturais oferecida na escola precisa proporcionar reflexões, problematizações e diálogo aos estudantes, para que estes possam admitir uma postura crítica frente ao desenvolvimento social, humano, científico e tecnológico que vivenciamos.

Em contrapartida a essas questões, inúmeros educadores tem buscado ressignificar sua prática pedagógica no contexto de sala de aula, de modo a oferecer uma formação mais completa e complexa dos indivíduos.

No que tange o ensino de ciências, Ático Chassot (2011) defende que a escolarização deve ser articulada com conteúdos de outras áreas do conhecimento, agregando a inter-relação da CTS para as disciplinas curriculares. A CTS “[...] pode ser entendida como uma área de estudos onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia tendo em vista suas

relações, consequências e respostas sociais” (BAZZO, 2002, p. 93). Essa proposição evidencia uma alternativa aos docentes que buscam se distanciar das práticas tradicionais e proporcionar reflexões sobre o progresso científico e tecnológico.

No entanto, a abordagem via CTS ainda é pouco utilizada no âmbito escolar. Os autores Maestrelli e Lorenzetti (2017), analisaram as relações de CTS nos anos iniciais do ensino fundamental no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) realizado no período de 1997 a 2015, e apontaram nos resultados da pesquisa que “a abordagem das relações CTS ainda é escassa, tanto nas produções acadêmicas quanto nas produções didático pedagógicas, [...] artigos e livros selecionados para a avaliação” (MAESTRELLI; LORENZETTI, 2017, p. 1).

No Brasil, a sigla CTS é bem conhecida e remete a concepção freiriana. Porém, essa definição em países como Canadá e Israel recebe mais uma letra (A), considerando a preocupação de pesquisadores com o meio Ambiente. A partir dessa inclusão, as disciplinas de Ciências Naturais passam a ganhar o enfoque CTSA e assim passam contemplar a complexidade e diversidade das atividades humanas, as inter-relações entre essas atividades e o desenvolvimento científico, bem como os impactos ambientais dessas atividades (BORTOLETTO; CARVALHO, 2009).

O trabalho de Maestrelli e Lorenzetti (2017), durante a investigação autores analisaram ainda a relação entre o Ensino de Ciências e a abordagem de CTSA, encontrando indícios dessa articulação expressa apenas em 5 livros didáticos do 4º ano do ensino fundamental, distribuídos pelo Programa Nacional de Livro Didático - PNLD no ano de 2016, envolvendo a temática “água”.

Mesmo diante desses dados, o enfoque CTSA tem sido cada vez mais utilizado/considerado nas escolas devido suas potencialidades, provocando reflexões na formação discente e docente. Para exemplificar, encontramos o estudo de Menezes et al. (2009), em que o enfoque na CTSA possibilitou elaborar caminhos para a transdisciplinaridade, interdisciplinaridade e multidisciplinaridade, concluindo que o ensino de ciências, precisa ater ao caráter prático profissional e não apenas ao caráter disciplinar.

O conhecimento científico oferecido na escola necessita permitir que o estudante esteja preparado a debater questões políticas e sociais, e também permitir que suas escolhas sejam fundamentadas na sustentabilidade. Nessa perspectiva, o movimento CTSA propõe uma contextualização que pode ser vista por meio dos seguintes objetivos:

[...] 1 desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais e relativas à ciência e à tecnologia; 2- auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência, 3- encorajar os alunos a relacionar experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007, p. 5).

Por meio de uma formação que considere os aspectos CTSA, existem discussões sobre os impactos para a ação humana no meio ambiente, garantindo assim à formação de cidadãos mais preparados as adversidades. Em outras palavras, a abordagem de conceitos e conteúdos por meio do enfoque CTSA, pode instigar os estudantes a pensar o mundo a partir da sua realidade e do contexto que estão inseridos, de modo a propor benéficas modificações em prol do desenvolvimento coletivo, da sustentabilidade e da preservação do meio ambiente.

Para que isso seja possível, é necessário que em sala de aula a formação em Ciências Naturais proporcione uma introdução dos estudantes na cultura científica por meio da investigação, reflexão e tomada de consciência. Nesse contexto, uma formação de qualidade pressupõe uma AC ou, como alguns outros estudiosos sugerem (SANTOS, 2007; CUNHA, 2017), um Letramento Científico - LC, que lhe forneça suporte quanto à interpretação do mundo a sua volta.

Em seu estudo Lima (2012) acredita que para alfabetizar cientificamente um indivíduo é preciso promover a literatura do mundo real, descobrindo o “senso crítico” dos alunos em decorrência dos questionamentos feitos acerca da realidade e em relação ao contexto onde o mesmo está inserido.

Por outro lado, Santos (2007) menciona que o LC está associado aos aspectos da cultura científica onde o indivíduo se utiliza da leitura e escrita dentro do contexto sócio-histórico para entender e interagir com a realidade.

Não existe um conceito definido para a diferenciação de AC/LC, pois ambos os conceitos estão relacionados à formação do cidadão em relação à compreensão e utilização da ciência e tecnologia na sociedade (BORGES, 2012). Entretanto Santos (2007) defende que há uma diferença significativa entre alfabetização e letramento:

[...] pois na tradição escolar a alfabetização científica tem sido considerada a acepção do domínio da linguagem científica, enquanto o letramento científico, no sentido do uso da prática social, parece ser um mito distante da prática de sala de aula (SANTOS, 2007, p. 479).

Com isso, Pereira e Teixeira (2015) relatam em seu trabalho que embora não haja um

consenso geral no meio acadêmico do que seja a AC e o LC, os estudiosos consideram que a AC está relacionada ao domínio da nomenclatura científica e da compreensão de termos e conceitos, enquanto o LC está relacionado as habilidades e competências necessárias para o uso dessas informações (nem sempre considerando a questão social). Nessa percepção, a distinção entre AC e LC depende do uso que se faz a partir do conhecimento científico.

Santos (2007) aponta que o AC/LC aborda diferentes áreas, com diferentes visões e significados, não possuindo uma dominação exata, mas sugere diferentes entendimentos que nos trazem respostas quanto à preocupação com o currículo escolar, em relação ao conhecimento científico e tecnológico e formação de cidadania.

Devido à inserção do termo “*literacy*” na literatura brasileira, muitos autores preocuparam-se em deixar claro sua definição dada como habilidade de ler e escrever para a interação social. Esse conceito se encaixa na fala de muitos autores, porém quando confrontados, alguns acreditam que o letramento é um conceito e a alfabetização é outro. Vale destacar também que alguns pressupostos indicam que a AC engloba o LC, devido à similaridade do caráter científico, tecnológico e participativo.

Ao realizar uma revisão bibliográfica especificamente sobre os conceitos de AC e LC, Branco et al., (2018) descrevem várias concepções de diferentes estudiosos, ressaltando que em todas elas, os objetivos que envolvem a AC e o LC são comuns:

[...] democratizar o acesso ao conhecimento científico e tecnológico; formar cidadãos para compreender, atuar e transformar sua realidade; valorizar a Ciência enquanto fator de inclusão social; reconhecer que a Ciência pode trazer benefícios ou malefícios – a depender do uso de que faz dela. Assim, independente do conceito adotado, o que se evidencia é a formação do cidadão, vinculando a luta pela igualdade social e pelo fortalecimento de pesquisas, inovações e desenvolvimento (BRANCO et al., 2018, p. 705).

Nessa perspectiva, em documentos oficiais que norteiam a educação básica no Brasil, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2017), o LC está previsto ao ensino desde a pré-escola até ensino médio, tendo como compromisso auxiliar no direcionamento dos estudantes quanto:

[...] a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017, p. 273).

Nessa linha de pensamento, tem-se como pressuposto que é possível alfabetizar cientificamente um indivíduo que ainda está aprendendo o código escrito. Um exemplo disso é abordar e socializar regras de higienização por meio de conteúdos históricos, possibilitando que os estudantes desenvolvam a capacidade de discernir e de cuidar da sua própria higiene (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Diante dos aspectos acima mencionados, é importante ressaltar que inúmeros autores têm destacado a importância da AC e do LC e suas proposições conceituais.

Para Benjamin Shen (1975, p. 265), o LC significa a “[...] posse do tipo de conhecimento científico e técnico que pode ser imediatamente usado para ajudar a melhorar o padrão de vida das pessoas.” Não distante, o autor propõe três categorias quanto à significação de LC, sendo elas de ordem prática, CTS e Forma Cultural. A primeira envolve o LC para resolver problemas básicos de saúde ou alimentação, apontando, como exemplo, casos generalizados de mães que não costumavam amamentar seus filhos recém-nascidos, nas cidades da África, Ásia e América Latina, ocasionando altas taxas de mortalidade infantil, e devido à desnutrição, o autor enfatiza a importância do LC, onde o conhecimento sobre os riscos e benefícios da amamentação faz parte da formação do indivíduo e do desenvolvimento social. Se nesse caso as mães que não amamentavam seus filhos tivessem o conhecimento científico a respeito do fato poderiam salvar a vida de seu bebê pelo simples ato de amamentar. A segunda, categoria, que é a CTS, emprega problemas sociais e tomadas de decisões, que segundo a perspectiva, McCONNELL (1982, p.1-32, apud SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 114) aponta que:

Tomada de decisão pública pelos cidadãos em uma democracia requer: uma atitude cuidadosa, habilidades de obtenção e uso de conhecimentos relevantes, consciência e compromisso com valores e capacidade de transformar atitudes, habilidades e valores em ação. Todos esses passos podem ser encorajados se uma perspectiva de tomada de decisão for incorporada ao processo educacional (McCONNELL 1982, p. 1-32, apud SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 114).

Ainda para Benjamin Shen em terceira categoria, que é a Forma Cultural, o autor destaca que a educação científica recebe o papel de organizar-se no conteúdo do mundo atual, entendida na leitura, escrita, com estímulo social e democrático participativo.

Em um estudo relacionado a linguagem, Cunha (2017) propõe um diálogo do ensino de Ciências com o jornalismo, mostrando a possibilidade de interação de informações jornalísticas para trabalhar como conteúdo em sala de aula. O autor explora o termo LC que começa a ter credibilidade no âmbito escolar nos EUA nos anos 1950. Com o lançamento

soviético, os americanos começaram a se preocupar com o método científico da educação, visando uma corrida tecnológica na época para a formação de cientistas competentes. Entretanto, o autor retrata que no meio acadêmico brasileiro a entrada da discussão sobre letramento no Brasil, se iniciou apenas em 1974 com a obra de Paulo Freire, “Pedagogia do oprimido”. O autor enfatiza as “agências de letramento” definidas pela família, trabalho, igreja, entre outras culturas sociais e com suas devidas literaturas ocasionais. Nesse aspecto, a escola não deixa de ser uma cultura, como destacou Freire, e se constitui fundamental para o letramento e para a alfabetização que juntas caminham para a apropriação do saber científico (CUNHA, 2017).

Para além das discussões de LC e AC, Ferreira-Gauchía, Vilches e Gil-Péres (2012) afirmam que existe grande necessidade de se inserir a tecnologia juntamente com as questões científicas que emergem na sociedade, como também introduzir esses assuntos ao currículo básico de ciências para mudar a forma como os professores e alunos trabalham as relações existentes entre a CTSA. Dessa maneira, os autores apontam, que a falta desse enfoque pelo professorado representa uma contradição ao LC por impedir o estabelecimento das conexões e relações entre a ciência e tecnologia, bem como suas implicações no ambiente social e natural (FERREIRA-GAUCHÍA; VILCHES; GIL-PÉRES, 2012).

O ensino de ciências torna-se efetivo pela forma como é feita as relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente. A aprendizagem nessa área se caracteriza pelo desenvolvimento do pensamento crítico e tomadas de decisões que ocorrem durante o processo de AC e tecnológica e de LC. Uma aprendizagem significativa em ciências pode influenciar na construção identidade do aluno, pois, por meio de problemas e discussão sobre a sociedade e o meio ambiente, trabalha-se a leitura crítica juntamente com a realidade.

Nessa perspectiva, corroboramos com Auler e Delizoicov (2006, p. 341), quando afirmam que: “[...] torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da Ciência e Tecnologia.”

Não obstante, nos artigos revisados sobre a educação científica no Brasil, percebe-se que muitos pesquisadores apontam a necessidade de mudar a forma de se ensinar os conteúdos científicos para os alunos do ensino básico, fundamental e médio, de modo a se distanciar do modelo tradicional de ensino e poder assim proporcionar uma aprendizagem mais significativa dos estudantes.

Em investigação, os autores Darroz, Rosa e Ghiggi (2015) destacam como as ações dos professores embasadas em Metodologias Tradicionais e Metodologias da Aprendizagem Significativa influenciam na aprendizagem em ciências. Como resultado apontam que as práticas pedagógicas relacionadas com as concepções tradicionais do ensino são mais frequentes, porém revelam que é na AS em que há um aproveitamento dos conhecimentos trazidos pelos estudantes de sua vida cotidiana, os quais servem como ponto de partida para a abordagem do conteúdo.

A abordagem contextualizada de ensino deve ser mais empreendida, de modo que os fenômenos sejam representados da melhor forma possível, para assim garantir o entendimento do aluno. Mas para isso, os professores precisam dar “espaço a estratégias de ensino que permitam à discussão, a análise, a reflexão, a partilha e a externalização dos conceitos estudados mediante a fala” (DARROZ; ROSA; GHIGGI. 2015, p. 83).

Um dos caminhos à concretização desses pressupostos pode ser instituído pelo desenvolvimento de sequências didáticas com enfoque CTSA. Acreditamos que por meio da perspectiva da ASC defendida por Moreira, a qual contempla a construção de UEPS, pode ser uma grande aliada na AC dos estudantes da educação básica.

3.1 Referências sobre a aplicação de UEPS com enfoque CTSA

A abordagem de CTSA é relativamente nova no Brasil, existindo poucos estudos referentes em sua prática no ensino fundamental II. Dessa forma, Lima e Silva (2016) apontam que a CTSA, pode ser incluída no conteúdo de ciências de forma a explorar temas globais que envolvam várias áreas do conhecimento, agregando a tecnologia, o científico para soluções de problemas, tomadas de decisões, de modo que cada indivíduo consiga compreender os significados dos fenômenos em seu cotidiano.

Contudo, existem poucos estudos direcionados a UEPS com enfoque CTSA para alfabetizar cientificamente alunos da pré-escola e ensino fundamental II, e Ensino Médio.

No intuito de identificar esses trabalhos e suas contribuições ao ensino fundamental, foi realizado uma revisão bibliográfica por meio da técnica booleana. Nessa pesquisa, utilizamos as seguintes palavras chaves: UEPS, CTSA e Ensino Fundamental. Como resultados, encontramos artigos no site da Scielo, Portal Capes, Portal da Educação, Google acadêmico entre outras, os quais serão citados no decorrer desse tópico.

Um desses trabalhos é o de Ribeiro e Almeida (2017, p. 3) que teve por objetivo abordar a importância da água e de sua qualidade. Para tanto, os autores montaram um mini curso com cartilhas ao professor, na qual sugerem atividades relacionadas aos três Momentos Pedagógicos MP – Problematização Inicial, Organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Nas cartilhas constavam as atividades do grupo, a estratégia, o objetivo e a finalidade da prática. De modo geral, as atividades tentavam resolver os problemas em relação ao consumo da água. Os autores levaram em consideração o fato da criticidade da realidade, correspondente ao cotidiano dos participantes.

No Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, foi apresentado um trabalho na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvido com alunos do 9º ano de ensino fundamental, cuja temática usada foi: “luz, cores e visão” pelos autores Santos, Chaicovski e Crisóstimo (2012). Os materiais potencialmente significativos consideraram a aplicação de pré-teste, pós-teste, filme, música, leitura de texto com conhecimento científicos e mapas conceituais. Para a preparação das atividades, os autores utilizaram o Diagrama de Atividades Demonstrativo-Interativas (ADI), proposto por Santos (2008). Os autores Santos, Chaicovski e Crisóstimo (2012, p. 6), dizem que “[...] se tornou um instrumento que facilitou o desenvolvimento das aulas, possibilitando na sua estrutura prever possíveis problemas, facilitando a explanação dos conteúdos.” Ao final do trabalho os autores revelaram as potencialidades da UEPS utilizada e também sugerem que elas sejam mais utilizadas no contexto escolar.

Em seus estudos, Locatteli, Santos e Zoch (2017) utilizaram uma UEPS interligada a educação CTSA na exploração da temática dos agrotóxicos, no intuito de ensinar conceitos de química orgânica. A interligação promovida visou permitir que os estudantes desenvolvessem a capacidade de analisar a realidade técnica de forma social, política, cultural, econômica e questões de saúde. Com isso, as estudosas despertaram o espírito crítico dos estudantes, de modo a incentivá-los a refletir e interferir nos acontecimentos cotidianos. Ao final, as autoras relatam a efetividade de uma UEPS, com enfoque CTSA, uma vez que estimularam a relação entre ciência e cidadania dentro do contexto dos estudantes.

Por sua vez, Hammel (2018) faz um relato sobre o desenvolvimento e aplicação de um curso de formação de professores na modalidade a distância, sobre o enfoque CTSA e UEPS. O objetivo foi verificar a pertinência da abordagem teórica dessas duas perspectivas e a viabilidade da aplicação de uma sequência didática com enfoque CTS/CTSA no ensino de

Física, Ciências e Matemática para alunos da educação básica. Na realidade do atual contexto da educação básica a partir do olhar dos professores que nela atuam, a pesquisadora concluiu ao final de sua investigação que a abordagem proposta demonstrou potencial no ensino de Ciências e Matemática e contribuiu na formação de professores.

Os trabalhos analisados sobre UEPS com enfoque CTSA mostram que as pesquisas estão sendo desenvolvidas em diferentes áreas e em diferentes etapas da formação. A partir disso, é possível inferir que a temática tem ganhado espaço no contexto educacional nacional, pois são vários os trabalhos que se centram na confecção de uma sequência didática nesses moldes. Essas produções são o importante no contexto educacional, já que as UEPS são disponibilizadas e podem ser utilizadas por professores, para estimular a construção do conhecimento científico, humano e moral.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Esse capítulo destina-se a apresentação das etapas e dos procedimentos metodológicos que foram utilizados durante a realização desta pesquisa. Ao total foram cinco etapas de fundamental importância para construção deste trabalho.

Na primeira etapa houve a realização da revisão bibliográfica sobre o tema em estudo, a construção do projeto de pesquisa e a submissão para apreciação do Comitê de Ética (COMEP) da Universidade Estadual do Centro – Oeste - UNICENTRO. O projeto foi aprovado pelo COMEP/UNICENTRO de Guarapuava- PR, com o número do parecer de aprovação: 2.806.230 na data de 10 de agosto de 2018.

Na segunda etapa houve a elaboração dos capítulos teóricos que dão sustentação à investigação, contemplando os pressupostos da Aprendizagem Significativa, das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), da abordagem CTSA e da alfabetização científica / letramento científico.

Na terceira etapa, houve a elaboração de uma proposta didática utilizando uma UEPS com enfoque CTSA voltada ao ensino de Biotecnologia no ensino Fundamental. A proposta elaborada seguiu os encaminhamentos sugeridos por Moreira (2011).

Na quarta etapa houve o desenvolvimento da pesquisa com estudantes do Ensino Fundamental em uma escola particular de Guarapuava-PR, caracterizando a coleta dos dados para posterior análise e verificação da questão de pesquisa.

Na quinta etapa deu-se a análise dos dados coletados durante a realização da proposta didática em sala de aula. Nesse momento foram feitas reflexões e análise acerca dos elementos obtidos durante a experiência vivenciada com os estudantes.

4.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa é de natureza aplicada, que segundo Guerra (2011) o investigador contribuiu na busca de soluções concretas, sem se excluir ou se opor da mesma.

A pesquisa também se define como qualitativa, pois segundo Goldenberg (1997, p. 34), “[...] não se preocupa com a representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social”.

Em certos momentos a pesquisa ocorreu de acordo com o método exploratório, o qual

se apropriar de descobertas e intuições do pesquisador e a familiaridade do devido problema e também de novas informações para dar suporte a elementares hipóteses, pode assumir o formato do estudo de caso, devido a suas singularidades como apontadas por Lüdke e André (1986, p. 17). Para estas estudiosas, o estudo de caso é pertinente quando se tem interesse em pesquisar uma situação singular, particular, mencionando que “[...] o caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenvolver do estudo”. Para se constituir em um estudo de caso, as autoras pressupõem que a investigação deve apresentar características fundamentais que são os seguintes:

[...] 1 – Os estudos de caso visam à descoberta; 2 – Os estudos de caso enfatizam a interpretação em contexto; 3 – Os estudos de caso buscam retratar a realidade de forma completa e profunda; 4 – Os estudos de caso usam uma variedade de fontes de informação; 5 – Os estudos de caso revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas; 6 – Estudos de caso procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social; 7 – Os relatos de estudo de caso utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa (LÜDKE E ANDRÉ, 1986, p. 18-20).

Além disso, Silva e Menezes (2005, p. 20) afirmam que os investigadores qualitativos, quando frequentam o local de estudo, devem enfatizar

[...] uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Considerando as especificidades desta investigação, cuja ênfase é desenvolver e aplicar uma UEPS com enfoque CTSA para o 7º do ensino fundamental, no intuito de identificar as contribuições desta para a aprendizagem significativa, temos que uma pesquisa qualitativa na forma de um estudo de caso se faz pertinente, já que se refere a um caso específico e uma escola específica.

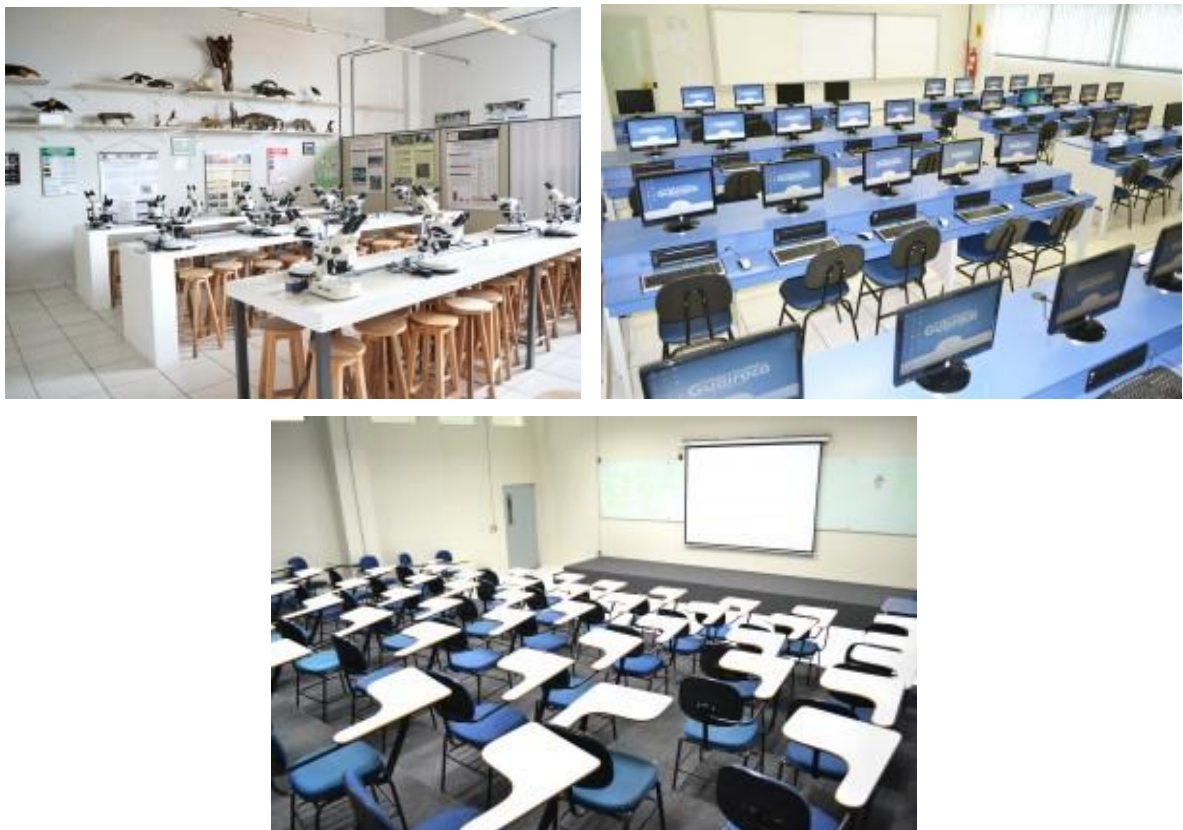
A investigação foi realizada com 20 estudantes de uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental, sendo esta iniciada no dia 24 de agosto de 2018 e totalizando 20 encontros, ou seja, teve a duração cerca de dois meses.

4.2 Local de pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em um colégio particular no município de Guarapuava - PR, o qual possui curso de ensino fundamental II e médio. As disciplinas para o ensino fundamental II são distribuídas em: Arte, Ciências, Educação Física, Geografia, História, Língua, Portuguesa, Matemática, Inglês, Espanhol e Introdução à Filosofia, e para o ensino médio, as disciplinas são distribuídas em: Arte, Biologia, Educação Física, Geografia, História, Língua Portuguesa, Matemática, Filosofia, Física, Sociologia, Química, Inglês e Espanhol. Contando também com atividades de: música arte, oficinas esportivas e robótica educacional.

Os locais da ocorrência da aplicação da presente UEPS, foram: sala de aula; laboratório de informática, laboratório de zoologia e sala de vídeo (Figura 2).

Figura 2 - Locais.



Fonte: <http://guairaca.com.br/colégio/>.

Como é possível observar nas imagens, os professores de Ciências Naturais dispõem

do uso de laboratórios de Química, Física, Matemática, Biologia. Possuem estrutura para conectar equipamentos de software, além de sala de projeção interativa e 3D.

4.3 Sujeitos da pesquisa

A aplicação da UEPS prevista nesta pesquisa foi desenvolvida com os alunos de duas turmas de 7º ano do colégio acima supracitada. Os participantes tinham idade entre 11 a 13 anos e em sua maioria advinham de famílias com boas condições financeiras/sociais.

Como os alunos são menores de idade, os devidos pais assinaram os termos de consentimento (Anexo III) e os alunos termos de assentimento (Anexo IV) para que o pesquisador pudesse utilizar os dados coletados durante a proposta metodológica da pesquisa para fins de análise. Para a segurança dos menores, imagens e nomes não foram divulgados ao longo da descrição e análise aqui realizada.

O primeiro contato com os alunos no dia 24 de agosto de 2018, quando houve a observação direta e apresentação da professora pesquisadora para as duas turmas, com a intenção de uma breve explicação das aulas que seguiram com a temática biotecnologia, nesse momento foi solicitada a participação dos pais ou responsáveis para assinar os termos da pesquisa.

4.4 Instrumentos e coleta de dados

Para atender os objetivos desta investigação e analisar se houve contribuições da proposta didática desenvolvida para o ensino e aprendizagem no contexto escolar, foi utilizado instrumentos que viabilizassem a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes por meio de charges com enfoque de CTSA (Apêndice I) e também identificar os conhecimentos posteriores a realização da proposta, utilizando um filme para restabelecer um conceito inicial.

Charges: foram aplicadas no dia 27/08/2018, na ocasião, os alunos responderam a questão de número 1 do (Apêndice I) junto com a professora fazendo analogias sobre o que é a ciências, tecnologia, sociedade e ambiente. A finalidade desta atividade era justamente ajudar aos alunos a identificar nas charges os aspectos mais relevantes em seu pré-conhecimento e responder sozinhos as outras questões do questionário.

Filme: foi utilizado no dia 10/10/2018 após a finalização da realização da proposta didática. Utilizando o filme “Ta Chovendo Hambúrguer”, buscamos identificar, nesse momento, se os alunos conseguiriam relacionar os aspectos de CTSA e quais aspectos conceituais haviam mudado após a aplicação da UEPS. Com esse instrumento procuramos encontrar indicativos que denotassem a evolução do aluno no conteúdo em que está se familiarizando.

É importante mencionar que a cada aula, as percepções do aluno mudam, e por isso, o diagrama ADI foi utilizado como um auxiliador na aplicação dos conteúdos e no decorrer das aulas práticas. Além do Pré-teste e do Pós-teste, na coleta de dados foram utilizadas fotos do trabalho em sala de aula, as produções escritas dos alunos e também o registro das observações da pesquisadora em diário de bordo.

Por fim, todas as questões do pré-teste e pós-teste, serão discutidas e analisadas junto aos mapas conceituais, que foram confeccionados pelos alunos durante a presente investigação.

4.5 O Desenvolvimento da UEPS sobre biotecnologia

A proposta didática de UEPS construída e aplicada durante esta investigação, segue os oito passos da proposta de Moreira (2011). A proposta envolve relações conceituais interdisciplinares e contextuais para a prática pedagógica conforme a utilização de mapas conceituais e diagrama ADI apresentados por Stange e Santos (2005), proposto por Santos (2008), Stange et al., (2012) entre outros trabalhos científicos citados anteriormente. A partir dessa configuração, tivemos por intenção potencializar a eficácia do ensino de ciência e encontrar indicativos de AC por meio da proposta de UEPS, com encaminhamentos que remetem a atualidade e enfoques de CTSA.

A proposta desenvolvida teve como tema “O que é Biotecnologia?”. Esse questionamento foi trabalhado como pergunta central do projeto de ensino para aulas de ciências do 7º ano do ensino fundamental II, contemplando a abordagem científica integrada da Química, Física e Biologia.

Como objetivo, essa proposta visava que os estudantes compreendessem os avanços biotecnológicos para a vida das pessoas, de modo a relacionar conceitos de células troncos, vacinas e anticorpos, fecundação *in vitro*, desenvolvimento embrionário, doação de órgãos e

alimentos transgênicos com a Biotecnologia.

Para atender esse objetivo, a UEPS elaborada foi aplicada segundo o cronograma proposto no (Quadro 2) abaixo:

Quadro 2 - Cronograma da UEPS.

Aulas	Passos:	Aplicação:
1º dia 2h aulas	1º. Observação:	• Observação das aulas na sala de aula com a presença da professora regente da turma.
2º dia 2h aulas	2º. Investigação de conhecimentos prévios: • Sala de aula.	• Pré-teste; • Charges; • Problemática sobre o que é CTSA; • Montagem de mapas conceituais. (Treinamento).
3º dia 2h aulas	3º. Situação problema de nível Introdutória: • Laboratório de informática.	• Exercício da aquarela da biotecnologia;
4º dia 2h aulas	4º. Diferenciação Progressiva: • Laboratório de experimento.	• Experimento sobre bioprocessos de microorganismo; • Experimento sobre tecnologias enzimáticas;
5º dia 2h aulas	5º. Complexidade: • Laboratório de experimentos.	• Análise do experimento, bioprocessos e microorganismo, atividades.
6º dia 2h aulas	6º. Reconciliação Integrativa: • Sala de aula.	• Filme: Tá Chovendo Hambúrguer (2009) • Filme de ficção científica/ Fantasia, 1h 30m)
7º dia 2h aulas	7º. Avaliação: • Sala de aula	• Pós-teste.

Fonte: Autora (2018).

Com base na proposta de UEPS de Moreira (2011), nos tópicos a seguir será descritos os oito passos em que foi realizada a investigação da presente pesquisa, que propõem uma sequência de didática para alfabetização científica do ensino fundamental II, com o tema “O que é biotecnologia”, tendo por enfoque os pressupostos de CTSA.

4.5.1 1º Passo - Definir o tema e local da UEPS

Com a velocidade que as tecnologias e o desenvolvimento da Biotecnologia avançam, se faz necessário cada vez mais que o aluno interaja com o conhecimento científico de forma mais prática, de modo a desmistificar o próprio conceito do que é a ciência.

Devido a essa observação o tema definido para a UEPS elaborada nesta pesquisa foi a “Biotecnologia”, uma vez que a mesma envolve a interdisciplinaridade e também pode ser trabalhada conforme as perspectivas de CTSA, como aponta Malajovich (2011):

Já não se trata de promessas ou de perspectivas futuras; os produtos e processos biotecnológicos fazem parte de nosso dia a dia, trazendo oportunidades de emprego e investimentos. Trata-se de plantas resistentes a doenças, plásticos biodegradáveis, detergentes mais eficientes, biocombustíveis, e também processos industriais menos poluentes, menor necessidade de pesticidas, biorremediação de poluentes, centenas de testes de diagnóstico e de medicamentos novos (MALAJOVICH, 2011, p.03).

O material definido e preparado para a aplicação da UEPS segue para os eixos da CTSA, conforme observado no (Quadro 2) e está relacionada a compreensão e visualização por parte do estudante do conceito de Biotecnologia, suas aplicações em produtos usados por eles cotidianamente, bem como as influências desta temática na nossa realidade.

4.5.2. 2º Passo - Situação inicial

Segundo a teoria de Ausubel (1973) e de Moreira (2011), o fator mais relevante da aprendizagem significava é o conhecimento prévio que o aluno já possui, sendo que este o ordenará o caminho em que o novo conhecimento será estabelecido. Nessa perspectiva, por meio da situação inicial, que consiste no segundo passo do desenvolvimento da UEPS, buscamos identificar os organizadores prévios dos alunos.

Dessa forma, no período de uma aula, foi coletado, por meio do pré-teste, acerca das temáticas: Ciência, Tecnologia e Biotecnologia, elencando quais conhecimentos os estudantes

apresentavam sobre o tema e qual a proximidade que eles visualizavam entre os temas de sua vida cotidiana.

Ao termino do pré-teste, iniciamos um diálogo com os alunos sobre as questões que haviam respondido, para refletir melhor sobre: o que é a biotecnologia?. Como os estudantes não sabiam responder esse questionamento do pré-teste, a turma foi instigada a fazer reflexões sobre o dia-a-dia e assim, sendo cada vez mais específica, buscou falar sobre as áreas da saúde, alimento, energia, entre outras.

Além deste diálogo, como forma de organizador prévio (MOREIRA, 2006), foi por apresentado aos estudantes por meio Powerpoint, (Apêndice II), uma definição básica sobre o que é ciências e tecnologia e como elas interferem na sociedade e no ambiente. Neste momento também foram feitas algumas perguntas abertas para criar mais sentido e estimular a fala dos alunos sobre o que é CTSA.

Na sequência, para organizar os conhecimentos sobre o que é biotecnologia, foram apresentadas imagens de produtos biotecnológicos, como plantações de soja, animais, vacinas entre outros, por meio de slides e realizando uma interação com os alunos sobre o conceito de biotecnologia. A partir disso, foi levantados para os estudantes algumas analogias sobre os temas: Agricultura; Alimentação; Eletrônica; Energia; Meio Ambiente; Pecuária e Saúde, as quais encontram-se relatadas na Tabela 2.

Tabela 2. Aplicações biotecnológicas.

Palavras Chaves:	Esperava-se que os alunos relacionem as palavras com:
Agricultura:	Adubo, pesticidas, mudas de plantas ou de árvores plantas transgênicas.
Alimentação:	Pães, queijos, cerveja, vinho, proteína, etc..
Eletrônica:	Biosensores.
Energia:	Etanol, biogás.
Meio Ambiente:	Recuperação do petróleo, tratamento do lixo, purificação da água.
Pecuária:	Embriões.
Saúde:	Antibióticos, hormônios e produtos farmacêuticos.

Fonte: Autora (2019).

O objetivo desta atividade foi incentivar que os estudantes citassem os produtos de uso diário que eles achavam ser biotecnológicos, para que fossem percebendo que a tecnologia está agregada na maior parte dos serviços e produtos de uso social e cotidiano. Para além disso, a atividade almejava que eles refletissem sobre o quanto a ciência precisou avançar, por meio de muitos anos de pesquisas, de modo que agregasse sentido à manipulação de organismos vivos.

De acordo com o diálogo e com indicações da (Tabela 2), os alunos foram levados a construir, juntamente com a professora, um mapa conceitual que demonstrasse as relações e interlocuções entre o conceito de Biotecnologia, Ciência e Tecnologia.

4.5.3 3º Passo- Situação problema de nível Introdutório

No terceiro passo previsto por Moreira para o desenvolvimento da UEPS foi criada uma situação problema para conduzir o aluno à parte introdutória do conteúdo. Nesse momento se fez uma pergunta aberta, visando que os alunos refletissem e explanassem suas compreensões e suas as convicções sobre o devido tema, criando assim, um significado para a perspectiva científica, tecnologia, social e ambiental.

A pergunta realizada era a seguinte: **“O que aconteceria se excluíssemos todos os conhecimentos sobre biotecnologia?”**. A partir desse questionamento, os estudantes foram estimulados a pensar as consequências da exclusão de produtos Biotecnológicos dos diferentes setores da indústria e também para o meio ambiente.

Na sequência foi desenvolvida uma aula dialógica sobre o que são os transgênicos, explicitando suas contribuições a área da preservação ambiental, da saúde, da indústria química e têxtil, entre outras (Apêndice III). Com essa explicação, almejava-se desmistificar a ideia de que todo transgênico é prejudicial a natureza e a sociedade.

Ainda nesta etapa, foi proposta aos estudantes a realização de um exercício pelos estudantes para melhor visualização das áreas da Biotecnologia. Para isso, os alunos foram conduzidos até o laboratório de informática e orientados a pesquisar na internet sobre as áreas da biotecnologia, identificando-as por suas respectivas cores e representando-as em forma de aquarela (Anexo I).

A aquarela da biotecnologia foi organizada e sugerida na proposta de Aguiar et al., (2017). Considerando a classificação da *Organisation for Economic Co-operation and Development*, os autores apresentam as cores e as respectivas áreas que representam, como

podemos observar a seguir:

Biotecnologia Vermelha: compreende aplicações médicas e sanitárias;
 Biotecnologia Verde: aplicações agrícolas e alimentares;
 Biotecnologia Branca: relativo aos processos industriais;
 Biotecnologia Azul: relativa à diversidade aquática;
 Biotecnologia Marrom: relativa à diversidade desértica;
 Biotecnologia Cinza: processos de fermentações;
 Biotecnologia Amarela: aplicações nutricionais;
 Biotecnologia Dourada: o uso da bioinformática aplicada À Biotecnologia;
 Biotecnologia Roxa: patentes e propriedade intelectual em Biotecnologia;

Antes de iniciar a atividade, os alunos foram questionados se conheciam alguma área da biotecnologia. Após listar as respostas, pedimos para que eles pesquisassem na web quais são as áreas que de fato existem, orientando para que eles registrassem na aquarela cada área com sua respectiva cor.

Após finalizarem a atividade, iniciamos uma discussão sobre as áreas da Biotecnologia, dando ênfase a área “verde”, relacionada às aplicações agrícolas e alimentares. Fazendo uma conexão com o tema anteriormente abordado, sobre Organismos Geneticamente Modificados – OGMs (Transgênicos), os estudantes foram orientados a refletirem sobre a seguinte questão: As modificações genéticas em alimentos de consumo humano podem acarretar algum prejuízo a nossa saúde futuramente?

Para finalizar esta etapa propusemos a realização de um mapa conceitual pelos alunos. O mapa contemplaria uma das áreas da Biotecnologia, a qual o estudante mais tivesse se identificado, buscando representar como ela tem sido estruturada.

4.5.4 4ºPasso - Diferenciação progressiva

Nessa fase da UEPS o objetivo é abordar os aspectos mais gerais e inclusivos, dando uma visão inicial do todo, que se constitui num importante momento na unidade de ensino, já que possibilita a abordagem de aspectos mais específicos.

Desta forma, a diferenciação progressiva foi estruturada em dois experimentos:

- Experimento sobre bioprocessos de microorganismo;

- Experimento sobre tecnologias enzimáticas;

Com a realização dos experimentos, buscava-se a compreensão por parte dos estudantes acerca das diferenças entre a biotecnologia clássica e a biotecnologia moderna.

Durante a realização dos experimentos, utilizamos os pressupostos do diagrama ADI, que segundo Santos (2008), tem como uma de suas principais características o V de Gowin; se constitui em um instrumento que proporciona ao professor e aluno um roteiro para o desenvolvimento das atividades práticas; e potencializa a aprendizagem significativa crítica.

Dessa forma, a configuração da montagem do diagrama ADI, seguiu os instrumentos do “Quadro Sinóptico de Atividades Práticas”, que segundo Stange (2012) tem suas relações entre pensar e fazer. Portanto, no Apêndice VI e VII, pode-se observar a “Proposta de Organizador de Protocolo de Atividade Prática” que ajudou os alunos a reconhecer as diferenças entre as duas correntes da Biotecnologia e a identificá-las em produtos de seu cotidiano. O emprego dos experimentos foi utilizado para a representação de fenômenos, facilitando assim o entendimento do conteúdo de modo dinâmico e visual.

4.5.4.1 Biotecnologia Clássica

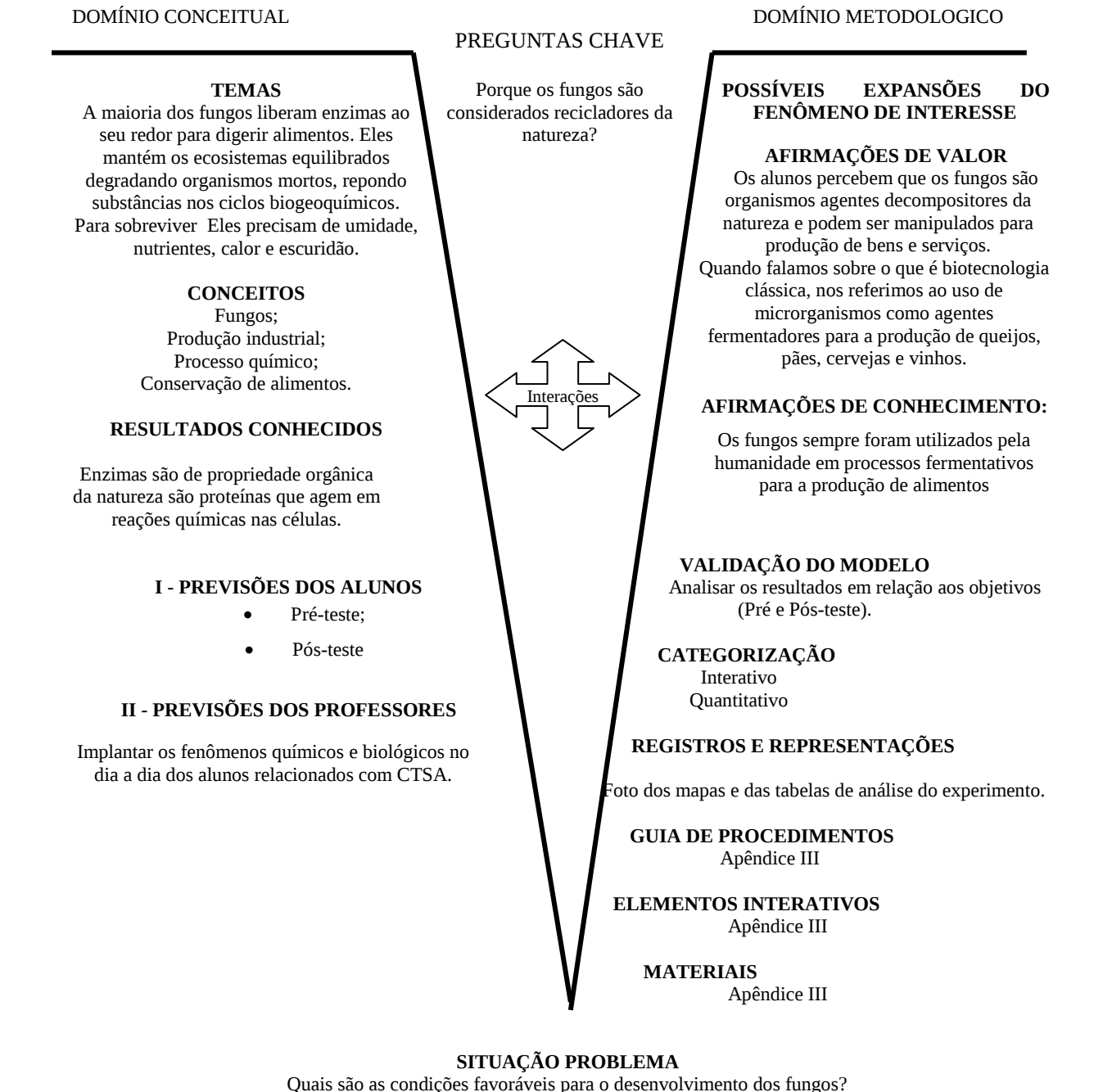
Os procedimentos iniciais deste experimento foram realizados no dia 03 de setembro de 2018. O experimento tinha como principais objetivos observar o crescimento de microorganismos e estimular o reconhecimento das questões de conservação de alimentos, da saúde e biotecnologia. Podemos ver na Figura 3 o diagrama ADI construído para nortear a prática experimental.

Diante dos pressupostos do experimento, foi mencionado que as observações não seriam realizadas de imediato, já que existe um tempo estimado pela “natureza” para o surgimento de microorganismos nas amostras. No entanto, o surgimento de microorganismos pode ser acelerado se as fatias forem colocadas na estufa, ou reduzido se fossem colocadas na geladeira.

Com essa informação, os estudantes identificaram que existem fatores determinantes no processo prestes a ser desenvolvido e que só poderiam ser observados se seguissem o protocolo. Dessa forma, os alunos umedeceram fatias de pães com três substâncias diferentes (água, água com limão e água açucarada), e após dez dias, observaram se houve a proliferação de fungos nas amostras, bem como a diferença de cada uma destas fatias. Os alunos eram livres para escolher a quantidade de amostras, porém, todas deveriam ser identificadas para

posteriormente serem analisadas. O Roteiro de experimento sobre biotecnologia clássica que utilizamos nesta intervenção encontra-se no Apêndice III.

Figura 3: Diagrama ADI para a atividade de Biotecnologia Clássica

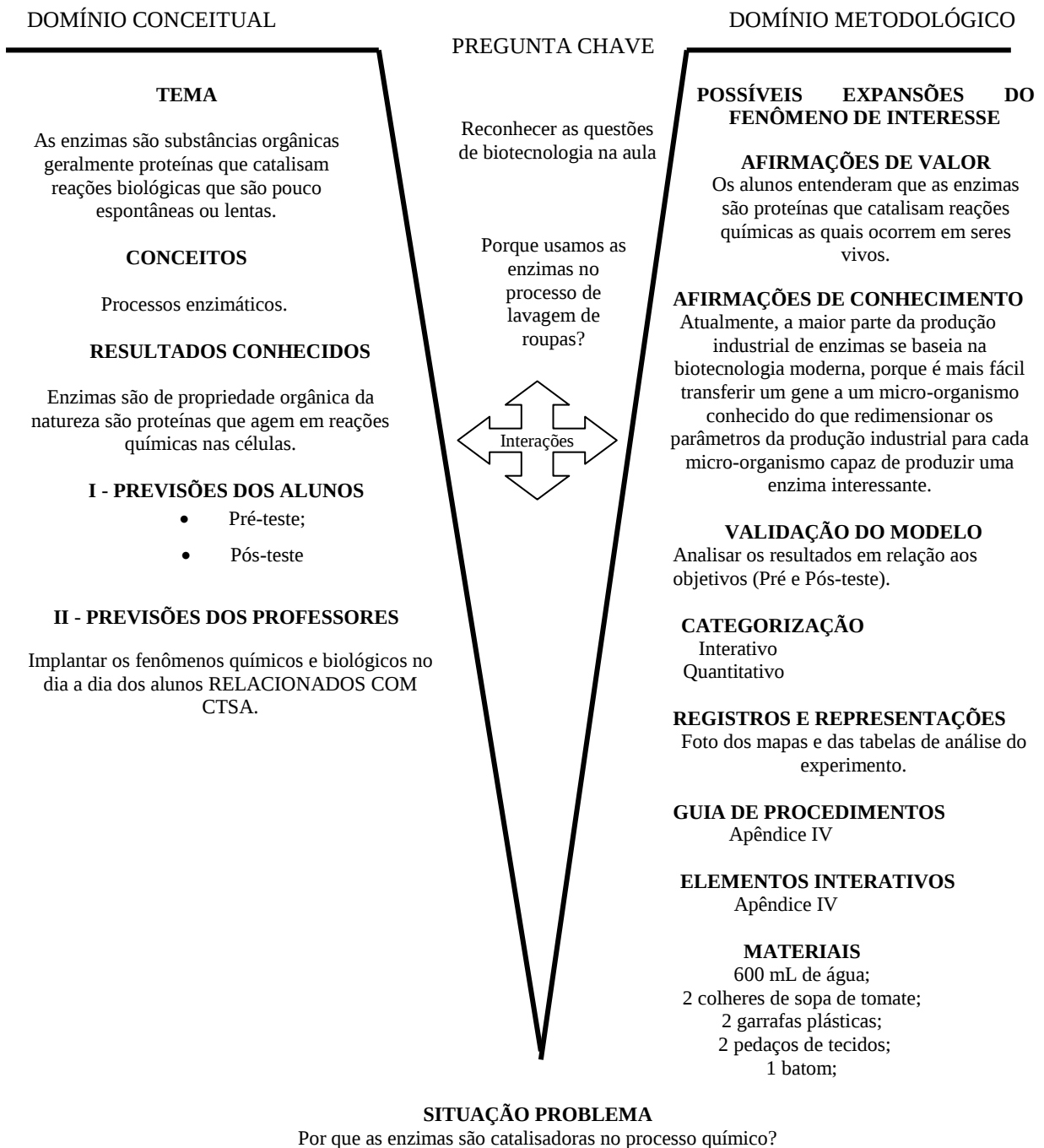


Fonte: Autora (2019).

4.5.4.2 Biotecnologia Moderna

O segundo experimento foi realizado em laboratório e almejava estimular nos estudantes a capacidade relacionar a tecnologia enzimática do sabão em pó com a biotecnologia moderna utilizando procedimentos simples. O Diagrama ADI que orientou o desenvolvimento deste experimento está posto na Figura 4. O roteiro de experimento sobre Biotecnologia Moderna que utilizamos nesta intervenção encontra-se no Apêndice IV.

Figura 4: Diagrama ADI para o experimento de Biotecnologia Moderna.



Fonte: Autora (2019).

Os alunos agrupados em duplas e seguindo o protocolo do experimento, prepararam soluções com água e 3 marcas diferentes de sabão em pó, no intuito de analisar quais delas tinham enzimas em sua composição e conseguiam remover por completo as manchas nos tecidos. As manchas foram feitas pelos próprios alunos em tecidos brancos por nós fornecidos. A primeira foi classificada como mancha orgânica, tendo em vista que foi feita com extrato de tomate, e a segunda classificada como sintética, por ter sido feita com batom. As soluções foram feitas em garrafas recicláveis. Cada dupla utilizou duas garrafas pet e duas amostras de tecidos.

Ao longo do processo, os estudantes foram instigados a analisar os seguintes elementos: se as soluções onde se encontravam imersas as amostras de tecido manchadas formaram micelas; qual a quantidade de espuma produzida em cada amostra; quanto tempo as amostras permaneceram de molho; e qual foi o tempo de agitação de cada amostra.

Na sequência, os alunos foram instruídos a criar uma tabela comparativa para analisar todos os dados coletados durante o experimento. O tempo estimado para que as amostras fossem retiradas das soluções foi de 30 minutos, considerando que é esse o tempo que o sabão em pó demora para agir nos tecidos durante a lavagem de roupas.

Enquanto esperavam, os estudantes assistiram um pequeno vídeo sobre “o que são enzimas e como elas agem”. A proposta do vídeo baseou-se na aprendizagem significativa, pois visava oferecer aos alunos mais informações sobre o contexto abordado, de modo que ele pudesse relacionar o novo conhecimento com aquele que já possuía.

O objetivo dessa prática foi mostrar como a tecnologia faz parte do dia-a-dia, como também proporcionar de forma dinâmica o conhecimento físico químico sobre enzimas e reações químicas (Figura 5).

Figura 5: Materiais utilizados no experimento de Biotecnologia Moderna



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Enquanto esperavam, os estudantes assistiram um pequeno vídeo sobre “o que são enzimas e como elas agem”. A proposta do vídeo baseou-se na aprendizagem significativa, pois visava oferecer aos alunos mais informações sobre o contexto abordado, de modo que ele pudesse relacionar o novo conhecimento com aquele que já possuía. O objetivo dessa prática foi mostrar como a tecnologia faz parte do dia-a-dia, como também proporcionar de forma dinâmica o conhecimento físico químico sobre enzimas e reações químicas (Figura 5).

4.5.5 5º Passo: Complexidade

Nesta etapa da UEPS, os estudantes das duas turmas foram reunidos no laboratório de zoologia para observação das amostras de pão e desenvolvimento da atividade de análise crítica (Figura 6). Dessa forma, puderam olhar para suas respectivas amostras, fazer previsões e tirar conclusões. A partir dessa análise puderam responder os questionamentos contidos no protocolo do experimento de biotecnologia clássica.

Os questionamentos almejavam levar os estudantes refletirem acerca das seguintes questões:

- Porque os fungos são considerados recicladores da natureza?
- Qual a melhor forma de proteger os alimentos para que não se contaminem?
- Quais os benefícios que os fungos podem proporcionar ao homem?

Por meio da compreensão dessas perguntas, almejava-se aumentar o grau de complexidade do conhecimento dos alunos.

Figura 6- Amostras de pão depois de uma semana.



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

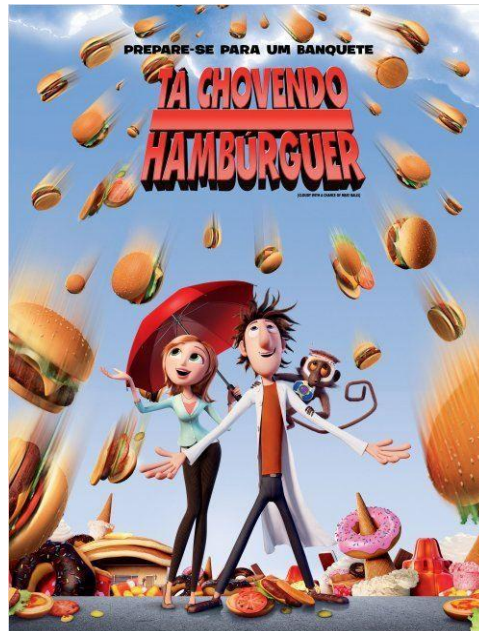
Dessa forma, nesta etapa os estudantes analisaram as características dos fungos, bem como quais foram as condições favoráveis e/ou desfavoráveis para o seu desenvolvimento. Além disso, conseguiram visualizar em que medida os fungos podem ser aliados da decomposição da matéria orgânica da natureza, e inimigos da conservação de alimentos, por exemplo. Outro aspecto importante é que aprenderam sobre o princípio da contaminação alimentar por conta de armazenamento de alimentos em condições erradas.

Como proposta de análise nesta atividade, os alunos foram estimulados a criar um gráfico para representar o crescimento dos fungos em suas amostras analisadas, e por fim montaram um mapa conceitual sobre a aula.

4.5.6 6º Passo - Reconciliações integrativas

Com o objetivo de despertar o senso crítico dos alunos a respeito da ética na ciência de organismos geneticamente modificados, foi apresentado o filme “Tá Chovendo Hambúrguer” (Figura 7).

Figura 7: Pôster do filme.



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/21040323241665764/>

Depois do filme, os alunos foram instigados a mencionar alguns trechos onde se constituiu perceptíveis fenômenos de ciências, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como

de relações entre elas. Nessa atividade, os alunos foram levados a refletir e apontar aspectos do filme aproximando as atividades desenvolvidas no laboratório e as discussões já realizadas em relação a biotecnologia, transgênicos, entre outras. A partir destes apontamentos os estudantes foram convidados estimulados a construir uma tabela, de modo a deixar mais visível os fenômenos do filme e suas relações com a CTSA.

Por meio dessa atividade, os estudantes foram estimulados a refletirem os vários conceitos abordados desde o início da proposta da UEPS. Neste momento eles conseguiram identificar quais eventos do filme estavam relacionados à CTSA e também discutiram elementos acerca da Biotecnologia e sua influencia na área de alimentos.

4.5.7 7º Passo – Atividade: Pós- Teste

Para o propósito de validação da presente UPES, os alunos foram orientados a realizar o pós-teste, onde esperava-se que fossem capazes de responder criticamente as seguintes perguntas:

- 1 - O que é biotecnologia?
- 2 - Quais são os tipos de biotecnologia? Justifique:
- 3 - Qual a sua aplicabilidade?
- 4 - O que são transgênicos?
- 5 - Por que fazer OGMs?

Estas questões estavam presentes no pré-teste e foram retomadas no intuito de identificar se houve aprendizagem dos conceitos e conteúdos abordados durante o desenvolvimento da UEPS. Vale destacar que no pré-teste havia charges e os estudantes precisavam relacioná-las com a CTSA, mas que para este momento consideramos as relações apresentadas durante a análise de trechos do filme.

4.5.8 8º Passo - Efetividade da UEPS

A UEPS foi avaliada diante das observações do pesquisador e do desempenho dos alunos, considerando especialmente a evolução das turmas nas discussões, diálogos e análises

realizadas, aspecto que nos dá evidências da aprendizagem significativa e captação de significados. Além disso, consideramos também, a capacidade de avaliar e explicar as situações problemas propostas no decorrer da pesquisa e a construção de mapas conceituais.

4.6 Análise de Dados

Para análise dos dados utilizamos a metodologia da “Análise de Conteúdo” segundo os pressupostos de Bardin (2010). De acordo com esta estudiosa, a Análise de Conteúdo consiste em:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1995, p. 42).

Nessa perspectiva, a análise precisa ser organizada em três fases: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Durante a pré-análise o pesquisador começa a organizar o material que considera útil a pesquisa. Nesta fase, o pesquisador deve sistematizar as ideias, fazer recortes, selecionando assim os materiais relevantes a compreensão do contexto/situação investigada (BARDIN, 2010).

Na segunda etapa, que é a exploração do material, o analista precisa fazer a definição das categorias, classificando os aspectos constitutivos de um conjunto caracterizados por diferenciação e reagrupando-os por analogia, utilizando de critérios definidos previamente no sentido de propiciar a realização da inferência. Além disso, nesta fase o pesquisador também vai identificar as unidades de registro, no intuito de fazer a categorização e a contagem frequencial. Esse encaminhamento é importante para se identificar a unidade de significação, percebendo os sentidos das comunicações, de modo a codificar segmentos de conteúdo que se mostrem como unidade base (URQUIZA; MARQUES, 2016).

Após ter selecionado o material e o organizado por meio da edição e recortes dos textos (sintagmas), esses recortes são numerados, facilitando assim a codificação e a categorização, essenciais para a obtenção dos resultados.

A partir dessas três etapas e do estabelecimento de categorias se torna mais fácil observar os resultados e fazer inferências sobre a situação investigada.

Assim, a análise de conteúdo dessa pesquisa considera os dados coletados no processo de aprendizagem significativa- como o pré- teste, as observações diretas e indiretas da pesquisadora, os registros das etapas da UEPS- produções dos estudantes e da pesquisadora- e os mapas conceituais elaborados durante a sequência desenvolvida.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análise das questões da charge e do filme

Para obter os resultados que serão apresentados a seguir, foi realizada uma atividade com quesito de pré-teste com 20 alunos para identificar o conhecimento prévio dos mesmos, sem relação ao conceito e aplicações de Biotecnologia.

Depois da aplicação da sequência didática com enfoque CTSA, foi desenvolvida uma atividade para comparar com os conhecimentos após a intervenção.

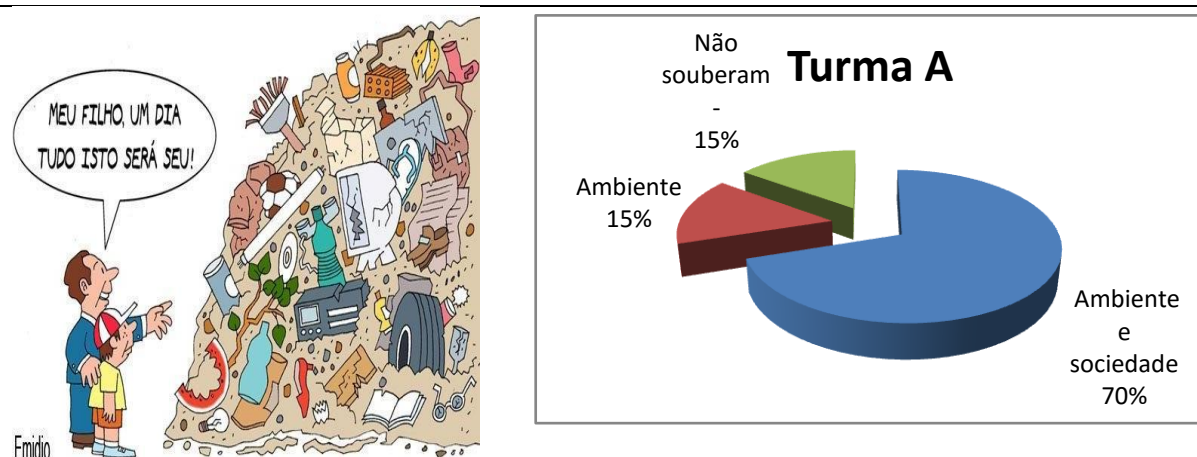
O filme continha a análise e interpretação de charges e também questões abertas que objetivavam identificar os conhecimentos pré-existent na estrutura conceitual dos estudantes acerca da temática a ser abordada.

A primeira questão do pré-teste continha várias charges e solicitava que os estudantes relacionassem cada uma delas com os termos: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. O objetivo principal na interpretação dessas charges era identificar se os estudantes eram capazes de estabelecer relações entre os termos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e verificar como eles compreendem algumas questões de repercussão na atualidade, como a exagerada quantidade de lixo produzido pelo ser humano, o uso expressivo de agrotóxicos, a dependência e/ou uso intensivo das tecnologias, entre outras.

As charges do pré-teste serão apresentadas em tabelas, juntamente com os gráficos que apresentam as respostas dos estudantes.

A primeira charge do pré-teste tinha por intuito levar a reflexão acerca da nossa relação com a enorme produção de lixo. As grandes quantidades de resíduos sólidos produzidos pela humanidade diariamente constituem uma grande preocupação ambiental. A geração de resíduos sólidos segundo Leme (2006), tem aumentado significativamente e cada vez mais há dificuldade em encontrar áreas para seu depósito, considerando que a geração e a deposição são atividades diárias da população. Este aspecto tem sido potencializado pela globalização do consumo e tem impulsionado a exploração insustentável do meio ambiente na produção de novos materiais.

Ao apresentar esta temática das charges, os alunos foram instigados a refletirem acerca das altas taxas de geração de resíduos sólidos e também a despreocupação humana em relação a isso. Os dados estão na (Tabela 3).

Tabela 3: Análise da primeira charge do pré-teste.

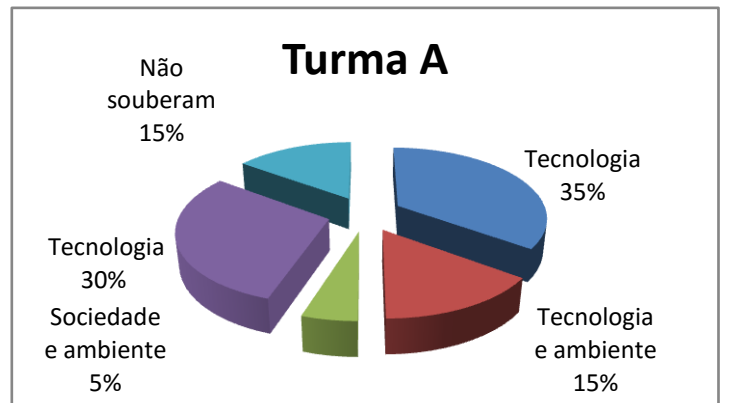
Fonte: Autora (2019).

Ao analisar as repostas dos estudantes para esta questão, foi possível identificar que na Turma A, a maioria dos estudantes conseguiu visualizar a relação entre a sociedade e o ambiente. Vale destacar que as associações entre o lixo, a ciência e a tecnologia também são importantes, já que os avanços nessas duas áreas geram mais produtos e implicam no descarte dos produtos ultrapassados.

Já na segunda charge (Tabela 4), a temática abordada era a importância da tecnologia na solução de problemas que impactam o meio ambiente. Isso porque, não podemos ignorar que apesar do consumismo e da excessiva exploração do ambiente ser impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, há opções de tecnologias sustentáveis que tem oferecido muito benefícios à sociedade e ao meio ambiente, aspecto que caracteriza uma visão pragmática da Educação Ambiental (EA)¹. Nessa perspectiva, a evolução tecnológica pode ser uma grande aliada da sustentabilidade, contribuindo com o combate ao desperdício, a melhoria na qualidade de transportes, saúde, desenvolvimento de produtos mais duráveis, aproveitamento da luz solar, desenvolvimento de biocombustíveis, dentre outros (ANDRADE, 2017).

Assim, a análise da charge pressupunha visualizar o desenvolvimento tecnológico e o meio ambiente. No entanto, apenas 13% dos questionários da turma A evidenciaram essa percepção.

¹ Segundo Silva e Campina (2011), a visão pragmática de EA enfoca a ação, a busca de soluções para os problemas ambientais e a proposição de normas a serem seguidas. De modo geral, prevê mecanismos que combinem desenvolvimento econômico com manejo sustentável de recursos naturais.

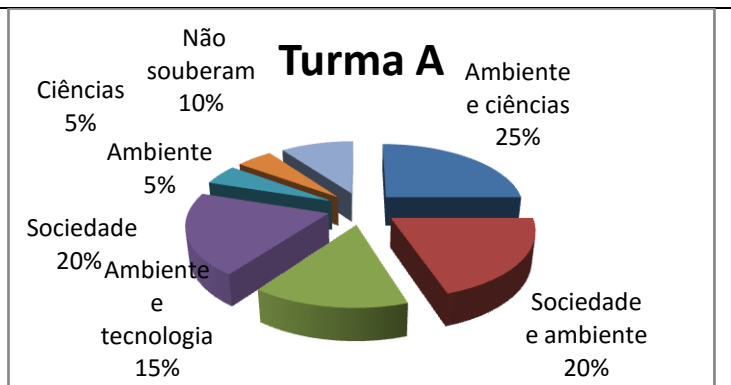
Tabela 4: Análise da segunda charge.

Fonte: Autora (2019).

A terceira charge do pré-teste abordava a relação entre os avanços da ciência e os prejuízos ambientais mediante o uso intensivo de agrotóxicos. Esta temática tem ganhado destaque nos dias atuais, pois o progresso da ciência na área alimentícia, como os transgênicos, que são resistentes e mais nutritivos, andam lado a lado do uso de agrotóxicos, que são prejudiciais a saúde e agressivos ao meio ambiente. Segundo Nyland (s/d, p. 11),

A crise ambiental vem do armamento nuclear, das usinas nucleares, do lixo atômico, do acúmulo de gás carbônico, do efeito estufa, da contaminação dos alimentos, dos agrotóxicos, dos adubos químicos, dos hormônios e medicamentos aplicados no gado, da poluição dos oceanos e mares, da desertificação, do desmatamento, da extinção irreversível de milhares de espécies de animais e vegetais.

Como podemos observar, todos os problemas acima mencionados pelo estudioso supracitado, estão relacionados aos avanços da ciência, o que nos instiga a refletir sobre esta relação. As respostas dos estudantes para a terceira charge são apresentadas abaixo.

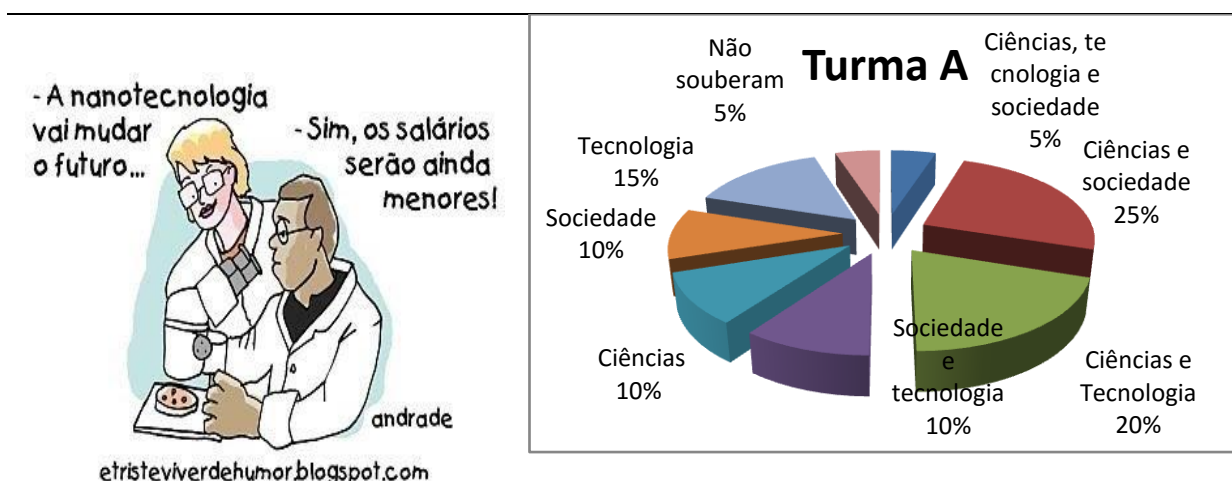
Tabela 5: Análise da terceira charge.

Fonte: Autora (2019).

Diante dos dados acima, foi possível perceber que na Turma A, 25% dos estudantes conseguiram identificar a charge como uma referência à ciência e ao ambiente, os termos “Ciência” e “ambiente” apareceram isoladamente, o que nos leva a crer que os estudantes não conseguiram compreender as relações que existem entre eles. Além disso, vale destacar que inúmeras respostas mencionaram a relação entre “ambiente x sociedade”, o que na interpretação desta charge, também não pode ser desconsiderada, já que o uso de herbicidas se constitui em uma ação humana em prol da produção de alimentos para a sociedade.

A quarta charge, por sua vez, abordava a relação entre o desenvolvimento tecnológico e as mudanças que ele promove na sociedade. Por meio desta charge, buscamos evidenciar que os avanços tecnológicos influenciam diretamente no modelo e no desenvolvimento da sociedade, como por exemplo, nas profissões. As respostas dos estudantes para questão são apresentados na (Tabela 6) a seguir:

Tabela 6: Análise da quarta charge do pré-teste.



Fonte: Autora (2019).

O avanço da tecnologia tem proporcionado o surgimento de inúmeras “novas”, profissões ligadas à comunicação, à informação e à tecnologia. Porém, na mesma medida tem promovido desemprego, já que as máquinas, dotadas de alta tecnologia, tem sido cada vez mais utilizadas no setor de produção de bens e de serviços, substituindo assim a mão-de-obra operária e exigindo que os poucos funcionários possuam um conhecimento técnico cada vez mais avançado e específico (KOHN; MORAES, 2007).

Nesse contexto, refletir acerca da temática pressupõe reconhecer os pontos positivos e

negativos que a circundam. É preciso reconhecer a importância do desenvolvimento tecnológico, mas sem perder de vista suas implicações e suas consequências à vida humana, pois segundo España (2014), o excesso de tecnologia pode prejudicar a vida social e até mesmo a saúde.

No que tange as respostas dos estudantes para esta questão, temos que, na Turma A apenas 10% conseguiu visualizar a temática enunciada.

Por fim, a quinta charge utilizada no pré-teste, envolvia a relação entre CTSA, de modo a levar os estudantes a compreenderem sobre como os avanços científicos e tecnológicos e como eles tem interferido na sociedade e na forma que nós, seres humanos, percebemos o meio ambiente.

De acordo com Pizzato (2012, p. 1):

A ciência e a tecnologia influenciam e modificam a nossa interpretação do mundo, a forma como pensamos e nos comportamos, os nossos desejos individuais e a nossa cultura. Na medida em que os impactos dos desenvolvimentos científico e tecnológico se ampliam sobre o ambiente e sobre a vida dos indivíduos e das sociedades, questões sociais e éticas surgem e apelam para tomadas de decisão que não se restringem apenas e exclusivamente às comunidades científica e tecnológica.

Neste sentido, em seu estudo a estudiosa discorre sobre o contexto histórico do desenvolvimento científico e tecnológico e de como as relações sociais e com o ambiente foram sendo modificadas ao longo das últimas quatro décadas. Seu trabalho aponta para a necessidade de um novo olhar sobre o mundo, de modo a perceber a dinâmica complexa dos sistemas socioambientais e a articulação de conhecimentos capazes de gerar um saber integrador que ultrapasse o saber fragmentado (MORIN, apud PIZZATO, 2005).

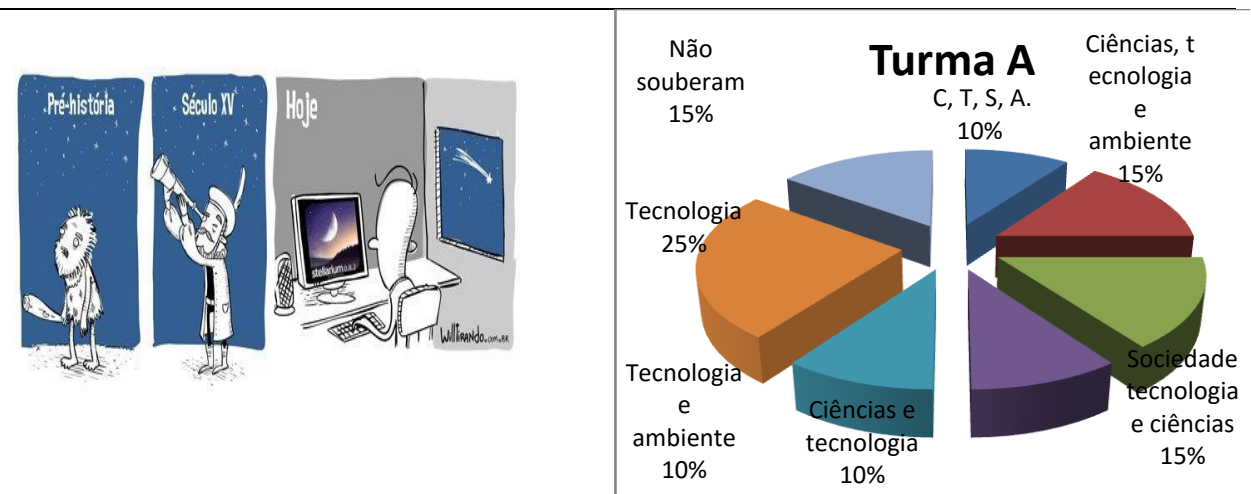
Dessa forma, na quinta charge do pré-teste, pretendia-se possibilitar que os estudantes visualisassem que, os avanços tecnológicos foram sendo incorporados aos poucos em nosso cotidiano e, a medida que isso acontecia, a nossa relação com o meio ambiente foi se modificando, ou seja, mudaram a forma da sociedade se comunicar com o ambiente. As repostas dos estudantes estão na (Tabela 7).

A partir dos resultados, é possível perceber que, na Turma A, um percentual de 10% das respostas conseguiram contemplar a perspectiva da CTSA.

No pós-teste as relações exploradas por meio das charges no pré-teste foram exploradas por meio da análise do filme. Dessa forma, os estudantes precisavam identificar a CTSA de modo contextualizado, a partir das cenas e dos acontecimentos.

O filme de animação “Tá Chovendo Hambúrguer” foi escolhido por tratar de questões científicas e tecnológicas, como também da produção de alimentos, de lixo e a natureza da ciência. Em seu estudo, Souza et al., (2016) sugerem que a utilização desta animação pelos professores na escola se constitui em um relevante instrumento educativo, pois favorece a reflexão sobre diversos aspectos científicos, tecnológicos e sociais, bem como a problematização.

Tabela 7: Análise da quinta charge.



Fonte: Autora (2019).

Nessa perspectiva, o uso desta animação possibilitou que os estudantes desenvolvessem o pensamento crítico, habilitando-os a analisar e argumentar de que forma os aspectos abordados no filme afetam/interferem na sociedade atual.

Além disso, diante da proposta da UEPS, possibilitou reconhecer se os estudantes seriam capazes de identificar elementos de CTSA de forma contextualizada. Esperava-se que eles conseguissem estabelecer relações entre os termos de CTSA durante as cenas do filme e também que manifestassem sua compreensão sobre os fenômenos que estavam ocorrendo na animação.

No Quadro 3, apresentamos as relações estabelecidas pelos estudantes entre a CTSA e as cenas do Filme: Tá chovendo Hambúrguer.

Quadro 3: Relações estabelecidas pelos estudantes entre CTSA e as cenas do filme.

Relações estabelecidas pela Turma A	
Ciências	
1 - Moléculas de comida	4 alunos
2 - Laboratório	4 alunos
3 - Produtos com biotecnologia	2 alunos
4 - Máquina de fazer comida	6 alunos
Tecnologia	
1 - Invenções	3 alunos
2 - Máquinas	10 alunos
3 - laboratório	3 alunos
Sociedade	
1 - População da cidade	6 alunos
2 -Danos a saúde por má alimentação	10 alunos
Ambiente	
1 - Meio ambiente	14 alunos
2 - Lixo	2 alunos

Fonte: Autora (2019)

Por meio de um diálogo, os estudantes relataram vários aspectos que exprimem uma visão integrada de CTSA observadas no filme. Três dessas falas serão expostas a seguir:

E6: Professora, tudo no filme está relacionado...por meio da ciência ele construiu a máquina que faz comida, que é uma tecnologia. Daí, com ela, ele pretendia resolver o problema da falta de alimento da sociedade...mas ele acabou gerando um problema, que foi na questão ambiental e coisa.

E12: O filme envolve todos os conceitos...porque ali tem ciência, que é quando ele faz a máquina...a máquina é uma tecnologia. Tem as pessoas que representam a sociedade e depois tem a poluição ambiental...o que era pra ser uma coisa boa acabou se tornando um pesadelo.

E15: É complexo, porque os conceitos estão tudo conectado! Ciência, Tecnologia, Ambiente e Sociedade estão em todo lugar...

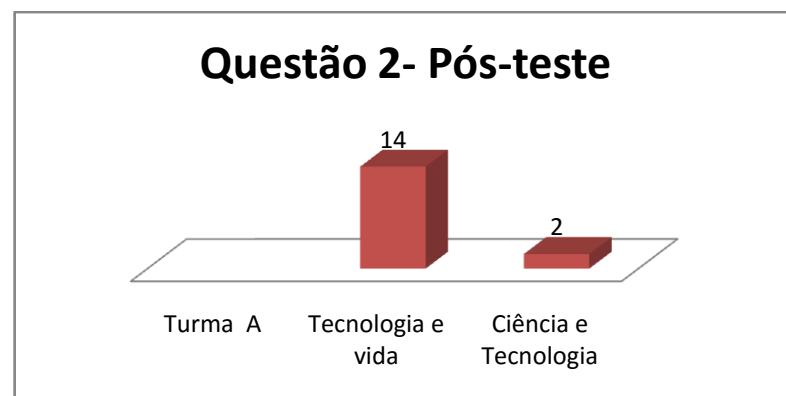
Tanto o resultado das charges quanto da primeira questão, mostrou que ao final do desenvolvimento da UEPS os estudantes conseguiram melhor visualizar as relações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, identificar esses elementos em situações reais e também classificar fenômenos de acordo com essas quatro áreas.

O segundo questionamento da atividade do pré-teste buscava identificar se os estudantes conheciam o significado do termo biotecnologia. O termo “biotecnologia” surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina humana em uma bactéria, para que ela passasse a produzir a substância. Segundo Ulhoa e Silva (2007) a biotecnologia está relacionada ao estudo e desenvolvimento de organismos geneticamente modificados com fins produtivos. É uma área que preza pelo desenvolvimento de produtos e processos biológicos com a ajuda da ciência e da tecnologia.

Ao analisar as respostas do pré-teste, identificamos que nenhum estudante da Turma A sabia o que era Biotecnologia, de modo que nem mesmo se arriscaram colocar uma resposta na folha. Diante disso, é possível verificar os estudantes não tinham ideia do significado de biotecnologia antes do desenvolvimento da UEPS.

Já para o filme as respostas para este questionamento demonstraram que os estudantes desenvolveram uma aprendizagem acerca do termo em questão. Porém, essa aprendizagem está relacionada ao significado “etimológico” da palavra biotecnologia, como podemos ver no gráfico da Figura 8. As respostas dos alunos foram distribuídas em duas categorias: na primeira encontram-se os que relacionaram a palavra biotecnologia com os termos “vida” e “tecnologia”; na segunda ficaram os que relacionaram a biotecnologia com os termos “ciência” e “tecnologia”.

Figura 8: Resposta do pós-teste: O que é a Biotecnologia?



Fonte: Autora (2019).

Apesar de a UEPS ter enfatizado e explorado vários aspectos dessa temática, na realização do pós-teste verificamos que os estudantes não conseguiram associar o conhecimento que adquiriram ao longo dos encontros para definir o conceito de Biotecnologia. Esse fenômeno pode estar relacionado ao fato de que logo após o pré-teste, questionamos e representamos no quadro o significado etimológico desta palavra, cuja origem grega significa: “bio” = vida, “tecno” remete a técnica e “logos” quer dizer “conhecimento”. Por ter sido a primeira abordagem/contato com o significado do termo, os estudantes incorporaram essa informação. Dessa forma, quando questionados no pós-teste sobre “O que é a Biotecnologia”, o primeiro aspecto que surgiu foi acerca da etimologia da palavra.

Na análise do pós-teste, podemos observar que houve avanços significativos na Turma A turmas em questão dos estudantes que conseguiram responder de forma mais coerente. Alguns estudantes inclusive relataram mais de uma área onde se empregam os métodos da biotecnologia.

Tabela 8: Questão 3 pós- teste: Qual a aplicabilidade da biotecnologia?

Turma A	
Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia	5
Melhorar a vida	7
Natureza	2
Alimentos	3
Fora do contexto	1
Total	18

Fonte: Autora (2019).

Diante desses dados, observamos apenas dois estudantes não conseguiram compreender e relatar ao menos uma aplicação da Biotecnologia. Esse avanço pode estar relacionado a atividade da Aquarela da Biotecnologia, onde os estudantes investigaram quais as áreas e quais os produtos que cada uma comporta. Vale destacar que os estudantes que não souberam ou que não responderam de forma adequada, não compareceram no dia da atividade da aquarela da Biotecnologia, fato que pode ter influenciado a não identificação de suas aplicações durante o pós-teste.

A quarta pergunta do questionário do pré-teste buscava identificar se os estudantes sabiam o que eram transgênicos. Segundo Alves (2004, p. 1), “Os transgênicos, ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), são aqueles com material genético alterado pelo homem através da transferência de um gene de uma espécie para outra”. Em seu estudo,

Alves (2004) relata que o homem vem manipulando a vida através da domesticação, melhoramento e cruzamento de animais e animais a mais de dez mil anos, mas que somente a partir da década de 70, com o desenvolvimento da engenharia genética e a descoberta da tecnologia do DNA recombinante², que esta área da ciência ganhou espaço no contexto das investigações científicas e foi impulsionada.

Nesse sentido, com os avanços e com as tecnologias hoje existentes, é possível realizar uma modificação direta do genoma de um ser vivo, incluindo um novo gene de origem externa, ou mesmo, inativando um gene existente. Dessa forma, após a realização do processo, o organismo modificado passará a produzir a substância de comando do novo gene recebido, e no caso dos alimentos, por exemplo, possibilita mudanças na qualidade ou sua resistência (ALVES, 2004, p. 4).

Além desses aspectos, Alves (2004) menciona que existe uma diferença entre os chamados OGMs e os chamados Transgênicos. Os OGMs de acordo com este estudioso, consistem em organismos que foram modificados com a introdução de um ou mais genes provenientes de um ser vivo da mesma espécie do organismo de alvo. Já os transgênicos são os organismos que foram modificados geneticamente e receberam um gene ou uma sequência gênica de um ser vivo de espécie diferente.

O termo “transgênico” tem se tornado cada vez mais comum em nosso cotidiano. O Processo de globalização tem proporcionado o crescimento do uso de sementes geneticamente modificadas no mundo, de modo a favorecer e estimular cada vez mais a produção de alimentos. Muitos alimentos que consumimos diariamente são transgênicos, embora na maioria das vezes não saibamos.

Desde o ano de 2003, quando o governo federal liberou o plantio de soja transgênica, até o ano de 2015, as empresas eram obrigadas a identificar a presença de transgênicos em seus produtos. Essa identificação era feita por meio da inserção de um símbolo (um triângulo amarelo com a letra “T” preta), que alertava o consumidor sobre a alteração genética dos produtos (Figura9).

Porém, como não houve pesquisas científicas que demonstrassem que o consumo de alimento transgênico prejudica à saúde ou trás malefícios, entretanto as empresas brasileiras tem a obrigação de inserir o símbolo aos produtos com geneticamente modificados.

² DNA Recombinante é um fragmento de DNA incorporado artificialmente à molécula de DNA de um vetor de clonagem que pode ser amplificado em um organismo diversas vezes. Desta forma, grande quantidade do DNA em questão pode ser obtida. O DNA inserido no vetor de clonagem usualmente contém o gene de interesse (GUERRANTE, 2003, p.147).

Figura 9: Símbolo utilizados em produtos transgênicos.



Fonte: <http://google.com/imagens>

Ao elaborar a quarta pergunta sobre os transgênicos, foi visado á identificar o que os estudantes entendiam por transgênicos, considerando que esse termo tem tido ampla repercussão nos últimos anos. No entanto, na Turma A os estudantes não souberam responder a questão. Por serem jovens e ainda não possuírem conhecimentos de genética até nesta fase, nenhum deles conseguiu descrever ao certo o significado do termo.

Já em relação ao pós-teste, somente um dos estudante respondeu de forma equivocada: *A 11: Setores das ciências*. Todos os demais estudantes relacionaram essa questão a “mudança no DNA” ou mesmo “mistura de genes”.

Diante disso, foi possível observar que a UEPS desenvolvida possibilitou que os estudantes se apropriassem do conhecimento acerca da biotecnologia aplicada aos transgênicos. Inicialmente a maioria dos estudantes, apesar de já terem ouvido falar no termo OGM e Transgênico, não sabiam o significado e nem as discussões que a temática envolvia. Para além dessa compreensão em termos técnicos, foi possível desenvolver também o senso crítico dos estudantes, pois em determinado momento da proposta eles foram levados a refletir sobre os prós e contras da modificação genética de organismos e também sobre aspectos ambientais, econômicos e sociais envolvidos.

A quinta pergunta do questionário era: Por que produzimos OGMs?. Com ela o objetivo era identificar se os estudantes conseguiam visualizar a importância e a motivação humana no desenvolvimento de organismos geneticamente modificados.

Para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), os OGMs ou transgênicos “são respostas da ciência para problemas que afetam a humanidade, como: doenças, fome, problemas no clima (seca, por exemplo)” (s/d). Neste aspecto, a biotecnologia proporciona muitas possibilidades para melhorar a qualidade de vida da população. De acordo

com dados encontrados no portal da Embrapa, o desenvolvimento de OGMs tem como um dos principais objetivos desenvolver plantas resistentes a doenças e pragas agrícolas para tornar a agricultura menos dependente da aplicação de produtos químicos, e com isso, melhorar a qualidade dos alimentos que chegam à mesa dos consumidores.

É importante mencionar que as técnicas de engenharia genética foram desenvolvidas pelos cientistas mediante a observação da natureza. Um exemplo disso, citado no portal Embrapa, foi a percepção de que alguns organismos têm a capacidade natural para transferir características genéticas, como é o caso da bactéria do solo chamada *Agrobacterium tumefaciens*, que há milênios transfere genes naturalmente. Dessa forma, essa bactéria passou então a ser utilizada para transformar plantas em laboratório em prol de uma agricultura mais saudável.

Entre os quatro que tentaram responder a questão, dois deles relacionaram a reprodução, um ao combate a doenças e um a evolução. Após a realização da sequência didática, esses dados mudaram.

Sendo assim, 13 estudantes conseguiram dar uma resposta para a questão, relacionando a produção de OGMs a aspectos como a melhora das características dos organismos, a maior produtividade e à geração de renda, como podemos observar na (Tabela 9). Tendo em vista que o objetivo era identificar a percepção deles em relação a importância e a motivação humana no desenvolvimento de organismos geneticamente modificados, é possível observar que eles conseguiram relatar alguns aspectos.

Tabela 9: Respostas da Turma A- questão 5 do pós-teste.

Turma A	
Para produzir mais alimentos	6
Para melhorar as características dos organismos	6
Para ter mais lucro	1
Fora de contexto	3

Fonte: Autora (2019).

No entanto, para além da compreensão acerca da produção de alimentos ou da melhora das características dos organismos, conseguiram relacionar a importância dos OGMs à indústria farmacêutica e as questões de saúde.

A sexta e última questão contida no pré-teste tinha por intuito instigar os estudantes a esquematizar um mapa conceitual colocando nele o conceito de Biotecnologia, Ciência e Tecnologia, bem como a interação e interlocuções entre estas. Porém, nenhum estudante neste primeiro momento soube responder. Até então, nunca haviam construído um mapa conceitual.

Ao longo do desenvolvimento das atividades e das etapas da UEPS, explicamos aos estudantes o que é um mapa conceitual e por meio de demonstrações e exemplos, fomos “amadurecendo” neles a perspectiva da construção de mapas conceituais. Segundo Moreira (2012) mapas conceituais consistem em diagramas que demonstram relações entre conceitos ou mesmo palavras que usamos para representar conceitos. Nessa perspectiva, Moreira (2012, p. 5) afirma que

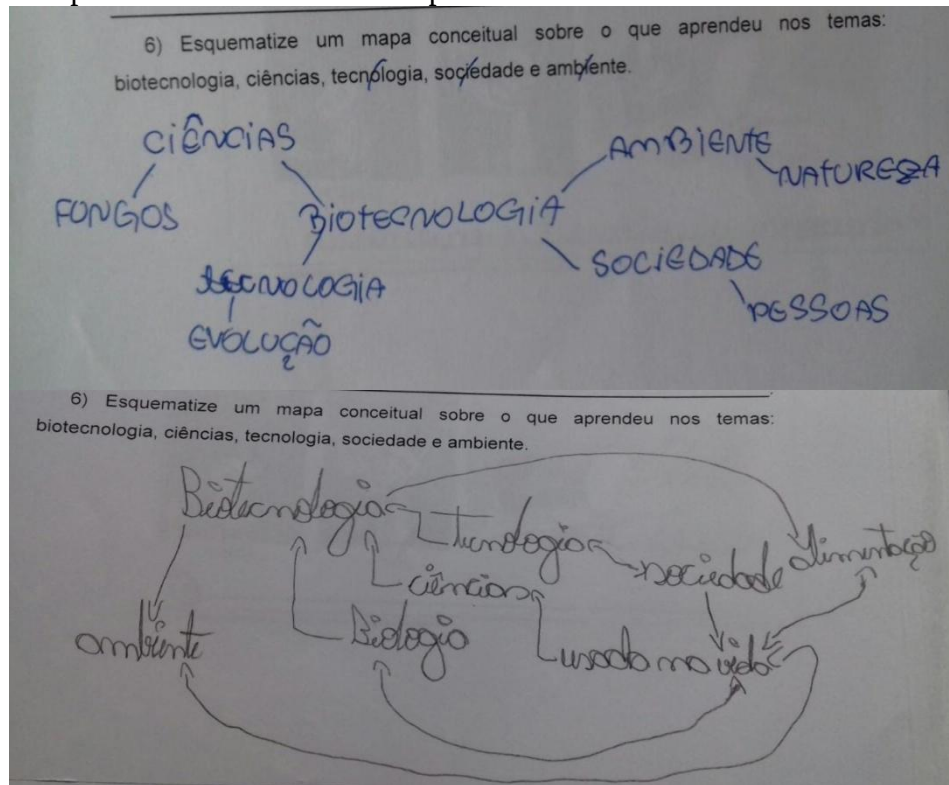
Na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem.

Em outras palavras, quando um estudante constrói um mapa conceitual, é porque conseguiu estruturar seu pensamento e dar sentido e significado ao conhecimento. Nesse sentido, os mapas conceituais pressupõem uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa.

Ao final da UEPS desenvolvida e aplicada nesta investigação, os estudantes desenvolveram mapas conceituais para representar os conceitos importantes abordados ao longo das etapas da sequência didática. A proposta da construção de mapas visava identificar de que forma os estudantes conseguiram estabelecer as relações entre o conceito de biotecnologia, ciência e tecnologia, temática que foi enfatizada e contextualizada durante a investigação. Alguns mapas construídos pelos estudantes no pós-teste são apresentados na Figura 10.

Tendo em vista os dados do pré-teste e o pouco conhecimento que os estudantes tinham acerca da biotecnologia, chegar ao final da proposta e identificar que grande parte deles conseguiu desenvolver uma aprendizagem acerca da temática, denota que a sequência proposta foi importante ao conhecimento. Ao comparar e analisar as respostas obtidas no pré e pós-teste bem como os mapas conceituais construídos por eles, é visível os avanços em relação a aprendizagem.

Figura 10: Mapas conceituais construídos por estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

A atividade do pré e pós-teste estimulou os estudantes a refletir sobre o conceito de biotecnologia, as áreas, importância e aplicações da biotecnologia. Inicialmente embasados no senso comum, as respostas do pré-teste demonstraram que eles consideraram sua realidade e suas compreensões sobre as ciências, tecnologia, sociedade e ambiente e também que tinham pouco conhecimento sobre os transgênicos e suas aplicações/ importância.

No entanto, na realização do pós-teste, com a análise do filme, das respostas descritivas e do mapa conceitual elaborado, demonstrou que a sequência didática abriu possibilidades a uma aprendizagem significativa dos estudantes, aspecto evidenciado pela maioria dos participantes da pesquisa.

5.2 Análise da UEPS

5.2.1 A abordagem inicial

O pré-teste possibilitou descobrir quais conceitos os alunos possuíam sobre o tema abordado. Para além disso, tendo em vista que para Moreira (2006) o novo conhecimento precisa se manifestar de modo a fazer relevância e encontrar semelhanças no seu cotidiano, as

charges do pré-teste serviram de organizadores prévios, impulsionando os alunos a falarem o que já sabiam sobre a temática abordada dentro da realidade, criando um significado verdadeiro a respeito dos tópicos que seriam abordados.

Após a realização do pré-teste, os alunos foram questionados sobre quantos produtos foram consumidos por eles desde hora em que acordaram até a hora que chegaram à escola, e quais desses produtos eram biotecnológicos, usando exemplos do consumo diário, como: remédios, cosméticos e alimentos. Os estudantes tentavam adivinhar quais produtos possuíam a biotecnologia. Abaixo realizamos a transcrição de algumas falas dos estudantes. Neste trabalho os participantes não serão identificados, portanto usamos o recurso numérico como forma de representar os estudantes.

Aluno 1: eu passei perfume [sic]

Aluno 2: meu pai colocou gasolina [sic]

Aluno 3: eu comi margarina...acho que a margarina é! [sic]

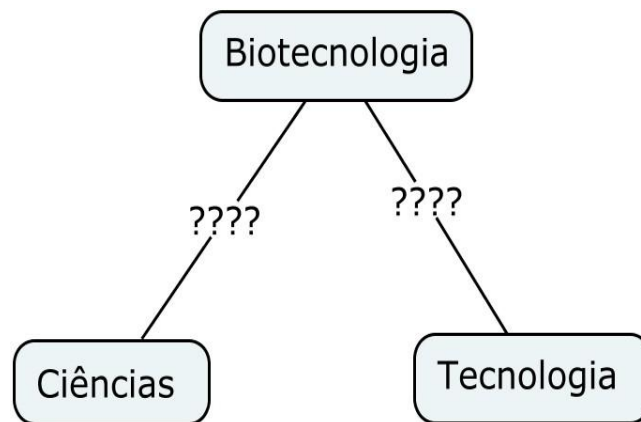
Aluno 4: minha mãe disse que é óleo de cozinha...[sic]

Aluno 5: o pão é professora?

De acordo com Moreira (2006) iniciar a abordagem de um tema partindo do que o estudante já conhece sobre a temática é extremamente produtivo a aprendizagem significativa. Dessa forma, a partir das respostas dos estudantes, iniciamos uma conversa sobre o que seria a ciência, apresentando por meio de slides, imagens de acontecimentos históricos sobre a ciência e sobre os avanços tecnológicos. Os alunos neste momento, puderam fazer analogias e refletir sobre as charges do pré-teste. Além disso, foram discutidas as diferentes áreas da biotecnologia e sua aplicação na Química, Física e Biologia. Também se discutiu acerca novas tecnologias distribuídas nas áreas de saúde, alimentos, química, eletrônica, energética e ambiental.

Ao final da etapa, os estudantes construíram, com o auxílio da pesquisadora, um mapa conceitual para relacionar os conceitos de Biotecnologia, Ciência e Tecnologia. O mapa foi construído no quadro e, posteriormente, transcrito neste trabalho, como exposto na Figura 11. Os pontos de interrogação contidos no mapa construído inicialmente nesta etapa representam termos ou palavras que eles precisavam acrescentar de modo a conectar os conceitos em questão.

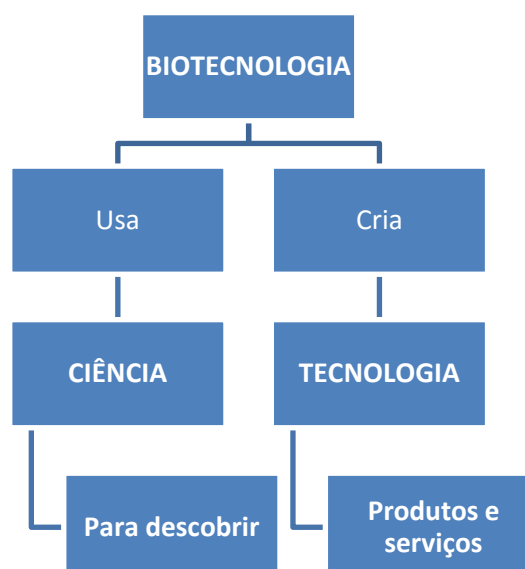
Figura 11: Mapa conceitual para relacionar a biotecnologia, a ciência e a tecnologia.



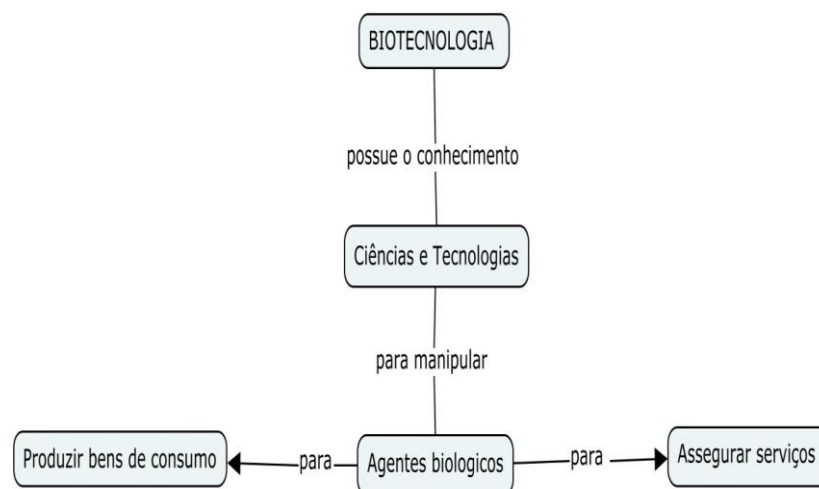
Fonte: Autora (2019).

Neste contexto, os estudantes foram instigados a pensar sobre como essa conexão poderia ser feita, embasados na explicação já realizada do tema anteriormente e pelos diálogos realizados com os demais estudantes. Nesta perspectiva, eles foram acrescentando palavras simples e dando significado ao mapa conceitual, como podemos observar nas Figuras 12 e 13.

Figura 12: Mapa conceitual sobre a Biotecnologia



Fonte: Autora (2019).

Figura 13- Mapa conceitual para relacionar o que é a biotecnologia.

Fonte: Autora (2019).

5.2.2 Aquarela da biotecnologia

A atividade da Aquarela da Biotecnologia foi proposta no 3º Passo da UEPS, que foi constituída da Situação problema de nível Introdutório. O objetivo impresso a este exercício era proporcionar aos estudantes o reconhecimento das diferentes áreas que estruturam a biotecnologia, como a área de fármacos, alimentos, entre outras.

A situação problema inicialmente sugerida era a seguinte: “O que aconteceria se excluíssemos todos os conhecimentos sobre biotecnologia?”. Mediante este questionamento, era necessário refletir sobre as consequências da exclusão de produtos Biotecnológicos dos diferentes setores da indústria e também para o meio ambiente. Os alunos sentaram em duplas e se concentraram no exercício, dialogando entre si e também com a professora pesquisadora. As respostas obtidas estão apresentadas na (Tabela 10).

Tabela 10: Áreas afetadas pela exclusão dos produtos biotecnológicos.

Palavras Chaves:	Os alunos relacionaram com:
Setores da indústria:	Plantio, celulose, detergente, Acetona, Glicerol, Ácidos clorídrico, sulfúrico, Nítrico, fluorídrico, fosfórico, acético, entre outro.
Setores da agricultura:	Adubos, biopesticidas, biofertilizantes, controle de pragas, mudas de arvores para reflorestamento, plantas transgênicas com características como maior valor nutritivo.
Setores da Saúde:	Medicamentos, Antibióticos, hormônios, vacinas, teste de diagnósticos.

Meio Ambiente:	Etanol, biogás.
Meio Ambiente:	Recuperação do petróleo; Biorremediação, Agentes biológicos, desenvolvimento de produtos biodegradáveis, tratamento mais efetivo de efluentes e resíduos, produção de biopolímeros materiais totalmente biodegradáveis.
Energia:	Produção de etanol. Biogás e outro combustível a partir da biomassa; seleção de microrganismos e aproveitamento de diferentes resíduos para obtenção de energia;
Alimentação:	Bebidas cervejas, vinhos e bebidas destiladas, pacificação laticínios queijos e outras bebidas, proteínas para rações , alimentos transgênicos alimentos para diabéticos.
Pecuária:	Desenvolvimento de medicamentos para o uso veterinário, melhoramento genético alimentação balanceada. Desenvolvimento de embriões, desenvolvimento de vacina para uso veterinário.

Fonte: Autora (2019).

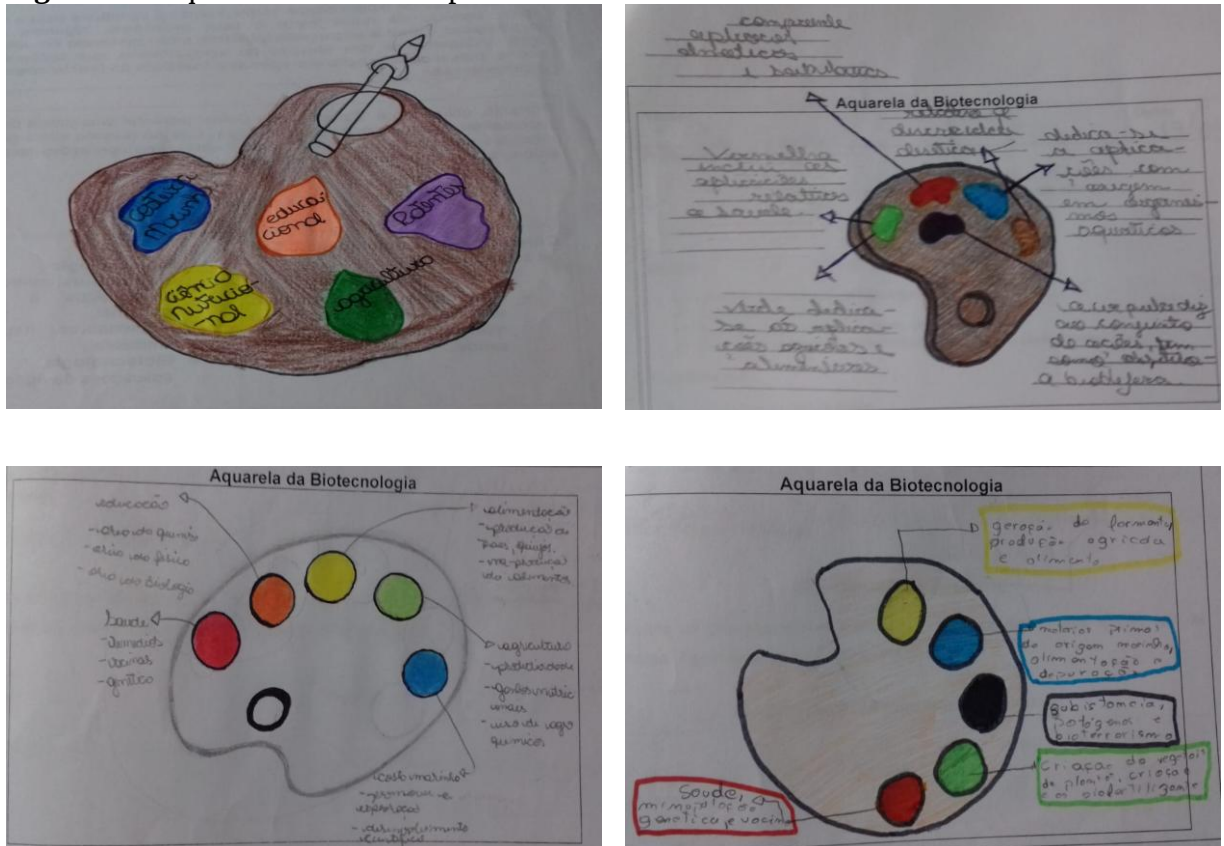
Depois disso, abordou-se mais especificamente o termo Biotecnologia, seu significado e suas áreas.

Segundo a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) a Biotecnologia está relacionada a qualquer aplicação tecnológica que use sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados destes, para fazer ou modificar produtos ou processos para usos específicos. Nesse sentido, fazendo referência à colorida mãe Natureza, a Biotecnologia tem sido classificada por meio de um sistema com várias cores conforme os diferentes ramos de sua aplicação.

Inicialmente tinham-se apenas três cores: Biotecnologia Vermelha, Verde e Branca. Porém, com os avanços nesta área, atualmente, há uma verdadeira aquarela biotecnológica, que compreende, para além das três supracitadas, a Biotecnologia Azul, Marrom, Cinza, Amarela, Dourada e Roxa.

Neste contexto, ao propor aos estudantes que construíssem a aquarela, a pesquisadora permitiu que estudantes identificassem essas diferentes áreas da biotecnologia e conhecessem mais sobre as aplicações de cada uma delas. Algumas aquarelas construídas nesta atividade estão expostas, na Figura 14.

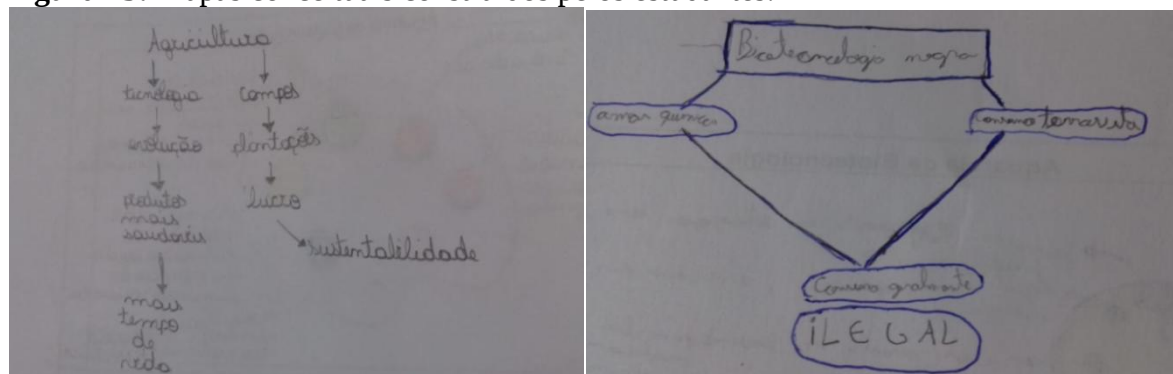
Figura 14: Aquarelas construídas pelos estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

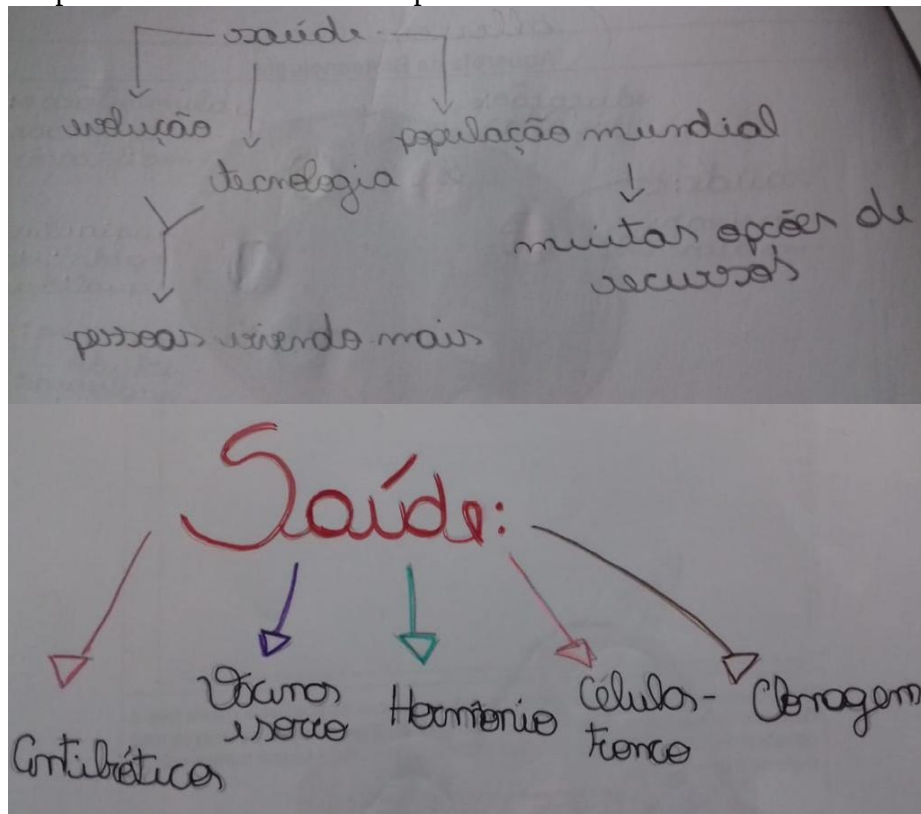
Além da construção da aquarela, os estudantes foram instigados a escolherem uma das áreas da Biotecnologia que tivessem mais curiosidade e interesse, para representar na forma de um mapa conceitual. A proposta visava que eles se aprofundassem em uma temática de interesse, e estruturasse este conhecimento por meio do mapa, de modo a potencializar a aprendizagem significativa e estimular a construção dos mapas conceituais. Alguns desses mapas são apresentados nas Figuras 15 e 16.

Figura 15: Mapas conceituais construídos pelos estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Figura 16: Mapas conceituais construídos pelos estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A elaboração da aquarela e dos mapas conceituais foi um momento de criatividade e animação dos estudantes. No laboratório de informática, eles puderam pesquisar, dialogar com a professora, com os colegas e, posteriormente, investigar sobre a área da Biotecnologia que mais tinham interesse. Depois foram instruídos a representá-la na forma de uma mapa conceitual.

Ao analisar os mapas construídos, observou que os estudantes escolheram diferentes áreas para representar no mapa. Em todos eles pudemos ver que conseguiram expressar e interligar os conceitos, fenômeno que demonstra que houve uma aprendizagem significativa acerca da temática. Nesta etapa também, os estudantes foram induzidos a refletirem a seguinte questão: as modificações genéticas em alimentos de consumo humano podem acarretar algum prejuízo a nossa saúde futuramente? Assim, trocaram ideias e se manifestaram em relação ao assunto, desenvolvendo uma análise crítica e expondo suas percepções aos demais colegas. Vale destacar que neste momento, abordaram também à questão dos lucros das empresas de engenharia genética bem como os avanços em todos os setores da vida humana, promovidos a partir de cada descoberta.

5.2.3 Realização dos experimentos

Como parte da proposta do 4º Passo da UEPS - Diferenciação progressiva- os experimentos sobre Biotecnologia Clássica e Biotecnologia Moderna se constituíram em um importante instrumento para a concretização de uma aprendizagem significativa. Por meio deles foi possível proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de uma investigação científica, que segundo Castro e Motokane (2017) é uma prática essencial para a alfabetização científica.

Em seu estudo Krasilchik e Marandino (2004) definem a alfabetização científica como “capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia” (p. 26). Nesse contexto, Santos (2007, p. 480) relata que alfabetizar cientificamente um cidadão pressupõe “um entendimento de princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas a ciência e tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público”.

A atividade de experimentação proposta durante a intervenção desta pesquisa, enfatizou alguns elementos essenciais e também característicos de uma aula de caráter investigativo. Um desses elementos é o envolvimento dos estudantes em relação a montagem e observação do fenômeno em questão. As atividades investigativas tem como carro chefe o interesse e a motivação dos estudantes, aspectos que foram evidenciados durante a sequência didática desenvolvida.

Durante a prática, os alunos perceberam que as amostras de sabão que contém enzimas, conseguem degradar as manchas mais rápido do que as amostras de sabão que não tem. Além disso, puderam observar que materiais que são sinteticamente criados pelo homem, como por exemplo o batom, podem formar manchas que demoram mais para se decompor. Por sua vez, os materiais que não se decompõem facilmente, tendem a poluir mais o meio ambiente. Resultado

O experimento da biotecnologia moderna foi uma prática extremamente positiva e possibilitou aos alunos o desenvolvimento do princípio investigativo, uma vez que eles observaram as amostras e estabeleceram estratégias para a análise dos dados. Para melhor conseguirem visualizar os resultados, alguns organizaram as informações em tabelas, favorecendo a interpretação dos dados coletados (Figura 17 e 18).

Figura 17: Tabela construída pelos estudantes para interpretação dos dados do experimento I.

Marca	Produto	Tempo	Coloração	Enzima	Mancha
OMO	mofo de tomate	30 min	Bege	com enzima	não
Breeze	Batata	30 min	Rosa	sem enzima	não

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Figura 18: Anotações feitas pelos estudantes para posterior interpretação no experimento 1.

OMO é o mais espumoso que fiz
OMO aumentou mais o suco de tomate e mais fácil de tirar que Breeze
Análise de dados Breeze, omo

tipo de amostra	1	2
Espuma	-	+
Micelas	-	+
Manchas	indistinto	orgânico
Tempo de mofo	10	30
agitação	40	40

OMO tirou completamente o mofo de tomate
Breeze tirou um pouco do Breeze

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Outro elemento importante foi o estímulo dado aos estudantes para analisarem as evidências proporcionadas pelo experimento para responder às questões, de modo que essas evidências fossem a base para a construção de hipóteses explicativas. Assim, a aprendizagem foi viabilizada quando os estudantes conseguiram relacionar suas explicações com o conhecimento científico e, posteriormente comunicar e justificar suas explicações aos demais.

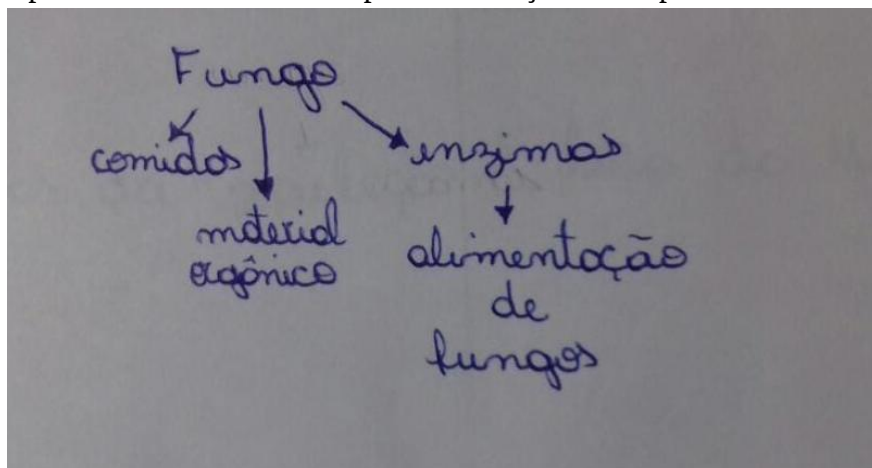
O primeiro experimento visou observar e analisar o crescimento de microorganismos em fatias de pão submetidas a diferentes tratamentos. Após seguir o roteiro experimental e analisar as amostras depois de uma semana, os alunos conseguem perceber que a biotecnologia clássica está relacionada ao uso de microrganismos como agentes

decompositores e fermentadores para a produção de queijos, pães, cervejas e vinhos.

Por sua vez, o segundo experimento objetivou analisar o efeito das enzimas de um sabão comercial na remoção de manchas de tomate e de batom e comparar com a ação de sabões biológicos com a de sabões tradicionais na remoção dessas manchas. Ao final da prática, almejava-se que os alunos conseguissem identificar quais marcas de sabão em pó possuíam as enzimas proteases (que degradou a mancha de tomate) e a enzima e a lipase (que degradou o batom).

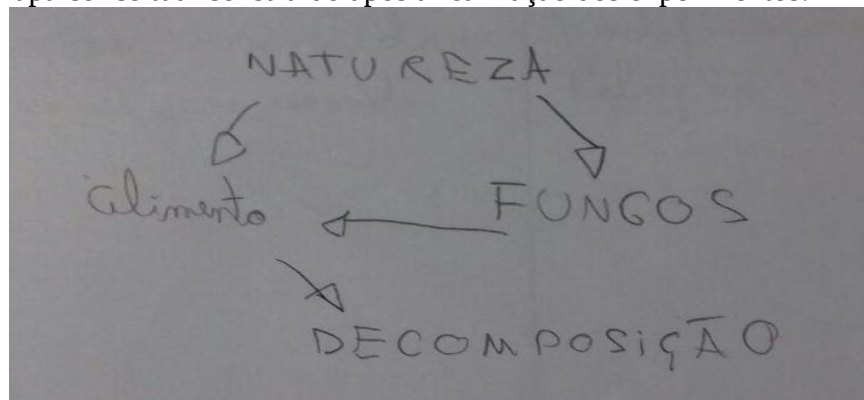
Após a realização dos experimentos, os estudantes foram instigados a construírem mapas conceituais para relacionar os conhecimentos pertinentes a atividade experimental. Os estudantes eram livres pra escolher entre os conceitos da Biotecnologia clássica e a Biotecnologia moderna. Nesse contexto, segue abaixo algumas imagens dos mapas conceituais construídos nesta etapa (Figuras 19, 20, e 21).

Figura 19: Mapa conceitual construído após a realização dos experimentos.



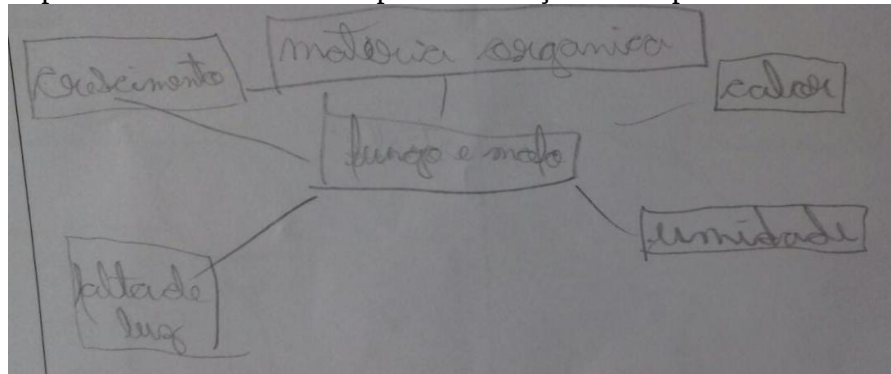
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Figura 20: Mapa conceitual construído após a realização dos experimentos.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Figura 21: Mapa conceitual construído após a realização dos experimentos.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Os experimentos foram trabalhados seguindo protocolo específico e os pressupostos do diagrama ADI. O diagrama ADI trata-se do V de Gowin, mas que foi adaptado por Santos (2009) para auxiliar os professores durante um curso de formação continuada de professores. No artigo “Una Experiencia de Aplicación del Diagrama ADI em un Curso de Formación de Profesores de Ciencias, Santos (2009) menciona que o V de Gowin original era muito complexo, por isso sugeriu algumas modificações, mas sem alterar os significados da proposta. Portanto, quando falamos desse diagrama na presente dissertação na verdade estamos falando de uma variação proposta pro mesmo e não do original, pois são outros elementos que estão dispostos dentro do diagrama V de Gowin.

Física. Universidade Federal do Rio Grande Embasados na Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2005), foi possível observar que o Diagrama ADI, no contexto do trabalho desenvolvido, propiciou a interação do professor e aluno, oportunizando questionamentos e discussões, bem como o aproveitamento dos erros- em sua maioria conceituais, como por exemplo acerca do conceito de Biotecnologia e de transgênicos -, os quais tornaram-se ponto de partida para a utilização de outros materiais e dinâmicas dentro do contexto pedagógico.

A partir dessa experiência, foi possível observar que o diagrama ADI ajuda a desenvolver atividades colaborativas e interação entre professores e os alunos, portanto sua associação a uma UEPS com enfoque CTSA pode potencializar uma aprendizagem significativa.

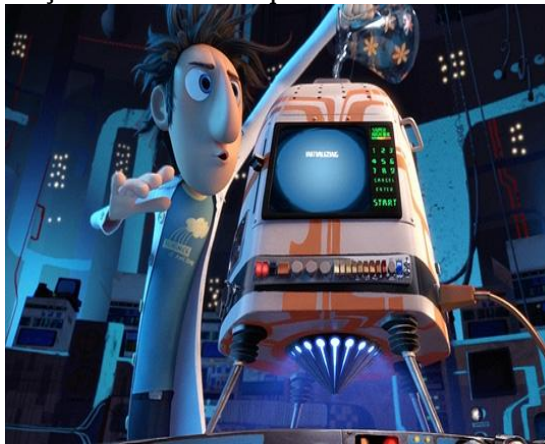
5.2.4 Filme

A utilização do filme para identificação dos conceitos e interações existentes no contexto da CTSA pelos estudantes foi um momento de descontração, entusiasmo e

motivação. O filme “Tá Chovendo Hambúrguer” é uma animação que aborda questões científicas e tecnológicas quanto a produção de alimentos e de lixo, bem como o avanço da ciência.

Inicialmente tudo corre bem, Flint consegue controlar a máquina e os habitantes da ilha adoram as comidas que caem do céu todos os dias. Assim, passa a ser tratado como uma espécie de herói local. No entanto, a máquina desenvolvida pelo jovem, aos poucos vai se sobrecarregando e os alimentos acabam sofrendo mutações genéticas ficando cada vez maiores, ameaçando assim, destruir o mundo com os alimentos que produz.

Figura 22: Momento de criação e teste da máquina de comida.



Fonte: <http://google.com/images>

A chuva de alimentos começa a gerar uma série de problemas, especialmente pela enorme quantidade de lixo que vai se acumulando na cidade. Flint percebe que precisa desligar a máquina e viaja até o centro “gastrometeorológico” da máquina para desligá-la, permitindo que tudo volte ao normal na ilha.

Figura 23: Tornado de macarrão.



Fonte: <http://google.com/images>

Considerando os objetivos desta investigação, o filme pode contribuir em muitos aspectos com a temática. Além de apresentar conceitos de CTSA e fomentar o debate sobre do desenvolvimento científico, da produção de alimentos, a geração de lixo, entre outras, o filme transmitiu um incentivo aos jovens pelas carreiras científicas.

Segundo Machado, Souza e Mello-Carpes (2015) “o despertar do interesse dos jovens em aprender matérias de cunho científico é tido como uma maneira eficaz de estimular a juventude para que se interesse pela vida acadêmica, científica e/ou tecnológica.” Por meio deste estímulo ainda na educação básica poderemos aumentar a procura em nível superior e a opção pelas carreiras científicas. Ainda segundo as autoras, “mesmo que o aluno opte por uma profissão não relacionada à ciência e tecnologia, experiências prévias na área permitem que ele seja um profissional mais crítico e reflexivo nas suas tomadas de decisão”.

Depois do filme, os estudantes foram estimulados a construir uma tabela para relacionar os termos de CTSA com as passagens do filme (Tabela 11).

Tabela 11: Atividade relacionada ao filme assistido: “Chovendo Hambúrguer”.

Ciências:	Tecnologia:	Sociedade:	Ambiente:
1-Moléculas de comida	1- Invenções	1- População da cidade	1- Meio ambiente
2- Laboratório	2- Maquinas	2- Danos a saúde por má alimentação	2 – Lixo
3- Produtos com biotecnologia	3- Laboratório		
4- Máquina de fazer comida			

Fonte: Autora (2019).

Nessa perspectiva, a proposta do filme “Tá chovendo hambúrguer” na intervenção desenvolvida, se constituiu significativa e impulsionou o diálogo entre professora e estudantes, bem como propiciou que eles visualizassem a ciência e profissões relacionadas com mais reconhecimento, bem como permitiu-os a identificar as conexões entre CTSA de forma dinâmica e prática.

5.2.5 A validação da UEPS

A validação da UEPS foi realizada mediante o envolvimento dos estudantes nas

atividades propostas, na construção de mapas conceituais e na evolução apresentada em termos de conteúdo e aprendizagem no pós-teste.

Embora não possamos divulgar neste estudo as notas dos estudantes na avaliação trimestral, é importante destacar que os estudantes apresentaram uma melhora significativa em relação aos trimestres anteriores.

Durante a construção do mapa conceitual final, grande parte dos alunos conseguiram expressar e estruturar os conceitos desta temática. No decorrer da elaboração do mapa final, os alunos demonstraram estarem preparados que no momento do pré-teste. Durante a construção do mapa conceitual final surgiram elementos que propiciaram oportunidade de debate e discussão.

Nesta perspectiva, a elaboração desta UEPS com enfoque CTSA e sua aplicação no ensino fundamental se constituiu como uma experiência relevante e que contribuiu com o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa dos estudantes, pois motivou os estudantes ao diálogo, a pesquisa e a buscarem soluções que englobam conceitos interdisciplinares. Além disso, ao propor atividades dinâmicas e diferenciadas, a UEPS favoreceu o trabalho em equipe, o autodesenvolvimento, a capacidade de solucionar problemas, o senso crítico, a exposição de pensamentos, a criatividade e a autonomia.

Em relação as atividades desenvolvidas em cada passo da UEPS, temos que as mesmas possibilitaram aos participantes, a possibilidade de estabelecer relações conceituais, permitindo ao professor constatar a ocorrência de assimilação de conceitos, diferenciações progressivas, reconciliações integrativas e combinações de conceitos, sendo estes, indícios de uma aprendizagem significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve por objetivo identificar quais as contribuições das UEPS sobre o enfoque CTSA visando alfabetizar cientificamente estudantes do ensino Fundamental, de modo a promover uma aprendizagem significativa crítica sobre biotecnologia no ensino de Ciências.

Por meio da sequência de atividades proposta, foi possível observar que houve um maior envolvimento dos estudantes durante a realização daquelas de natureza prática, desenvolvidas no laboratório e orientadas pelo diagrama ADI. Isso se deve ao fato de que a experimentação no ensino de ciências é uma prática atrativa para os alunos, pois viabiliza a manipulação de objetos e observações de fenômenos, os quais muitas vezes são abordados apenas teoricamente e assim não caracterizam uma aprendizagem significativa crítica.

No que tange a elaboração dos mapas conceituais, previstos no decorrer da UEPS, é possível ressaltar que se constituíram um desafio, tanto para os estudantes quanto para o professor, já que inicialmente os alunos demonstraram dificuldade na compreensão da estrutura e elaboração dos mapas. Porém, apesar dos percalços, os estudantes foram se inserindo na investigação e dando maior relevância ao desenvolvimento das atividades, tendo como objetivo a melhor compreensão dos conceitos científicos.

Mediante a diversidade de atividades durante a sequência didática, bem como as dinâmicas diferenciadas as quais recorremos nesta investigação, obtivemos uma melhor participação dos alunos que possuem limitações de aprendizagem, aqueles que apresentam laudo, já que puderam demonstrar suas habilidades em outras atividades desenvolvidas.

Obtivemos resultados positivos quanto à utilização das UEPS para a abordagem e ensino de Biotecnologia, considerando o envolvimento dos estudantes na realização principalmente das aulas práticas. Assim, pode-se dizer que a UEPS contribuiu de modo significativo para uma melhor compreensão do conteúdo e também melhor desempenho dos alunos.

Ao priorizar a construção de mapas conceituais durante a intervenção, intensificamos o processo de aprendizagem significativa crítica, já que os mapas contribuem para a estruturação de pensamentos e conceitos. Não obstante, o uso dos diagramas ADI como instrumento de apoio na prática educativa se demonstrou produtivo. As atividades experimentais foram planejadas, desenvolvidas e avaliadas por meio do diagrama ADI (Apêndice VI e Apêndice VII), o que possibilitou identificar os avanços dos estudantes em

relação à aquisição de conceitos científicos e à habilidade de observação e argumentação.

Assim, o desenvolvimento desta UEPS com enfoque CTSA se constituiu como uma alternativa metodológica contribuindo em muitos aspectos em relação a alfabetização científica dos estudantes do ensino Fundamental.

Um destes aspectos foi favorecer/proporcionar o desenvolvimento de estratégias de ensino que possibilitam uma aprendizagem significativa crítica, que sejam focadas no estudante e que tenham o professor como mediador do conhecimento. Ao longo da intervenção realizada, enfatizamos uma relação dialógica com os estudantes, abrindo espaço para a manifestação de opiniões, de sugestões e questionamentos, elementos fundamentais em uma sala dinâmica e crítica. O trabalho com as UEPS pressupõe uma abordagem dessa forma, pois sugere que nesses moldes a aprendizagem é construída de modo significativo.

Outra questão importante viabilizada por meio dessa sequência didática foi a possibilidade de levar o aluno a perceber as relações existentes entre os conceitos físicos, químicos, biológicos e de outras áreas do conhecimento. Estas interações e conexões caracterizam a interdisciplinaridade, aspecto que tem sido intensamente debatido nos últimos anos em espaços acadêmicos e educacionais. A interdisciplinaridade prevê a conexão dos conhecimentos, os quais foram compartimentalizados e separados em disciplinas na concepção tradicional de ensino. A proposta de um trabalho interdisciplinar busca articular o conhecimento científico, pois dá ênfase aos fenômenos em um contexto mais complexo, que ultrapassam as barreiras das disciplinas e a fragmentação dos conceitos, pressupondo uma aprendizagem mais complexa.

Vale destacar também as potencialidades das UEPS com enfoque CTSA para tornar as aulas mais atrativas e interessantes no decorrer do processo ensino e aprendizagem no ensino de ciências. A construção da proposta considerou vários elementos diferenciados, como pesquisa na internet e desenvolvimento de experimentos, os quais contribuíram para despertar o interesse dos estudantes e mantê-los motivados ao longo da intervenção.

Para além do interesse e motivação pelo conteúdo, as UEPS podem contribuir para despertar o interesse e a motivação dos alunos para a ciência em um contexto mais geral, instigando a opção por carreiras científicas, por exemplo. No Brasil, o desenvolvimento da Ciência precisa ser impulsionado para que se possa promover desenvolvimento econômico e social, de modo a melhorar as condições e a qualidade de vida dos cidadãos. Somente por meio do conhecimento e desenvolvimento científico e tecnológico é que será possível fazer

isto. No entanto, o percurso ainda será longo, pois é necessário desconstruir em parte as representações sociais de que as carreiras de sucesso são medicina, direito e engenharia.

Nesse contexto, a prática de sala de aula precisa estimular os jovens a seguirem a carreira científica, fomentando o desenvolvimento do espírito crítico e a vontade de conhecer, já que o cientista trabalha em uma perspectiva crítica e colaborativa, inovadora e criativa e que todos esses elementos são essenciais a construção do conhecimento científico.

Como resultados desta investigação, temos que as UEPS com enfoque CTSA podem se constituir como um instrumento importante para a concretização desse despertar dos jovens para a Ciência, configurando-se como uma metodologia que se alinha aos interesses do desenvolvimento científico de nosso país.

Por fim, consideramos que esta investigação e que a sequência didática desenvolvida abre possibilidades de uma abordagem mais dinâmica e significativa de conceitos e conteúdos, despertando o interesse e propiciando elementos para uma aprendizagem significativa crítica. Dessa forma, se faz essencial que nós professores estejamos sempre abertos as possibilidades, buscando formas e alternativas metodológicas para assim concretizar um ensino com uma aprendizagem significativa aos nossos estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J. *et al.* **Tópicos em Biotecnologia** - Texto Introdutório. 16 de mar. de 2017. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/julianaead/tpicos-em-biotecnologia-texto-introductorio>>. Acesso em: 02 de junho de 2019.

ALVES, G. S. A Biotecnologia dos Transgênicos: precaução é a palavra de ordem. **HOLOS**, Ano 20, outubro/2004. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/91692.pdf>>. Acesso em 01 de Junho de 2019.

ANDRADE, V. **Tecnologia sustentável: novo modelo de desenvolvimento**. 2017. blog.waycarbon. Disponível em: <<https://blog.waycarbon.com/2017/08/tecnologia-sustentavel-desenvolvimento/>>. Acesso em: 02 de junho de 2019.

AULER, D. Abordagem Temática: natureza dos temas em freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1. p. 67-84, mar. 2009.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciências – Tecnologia - Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista eletrônica de Ensino de Ciências**, v.5, n.2, p. 337-355, 2006.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano. 2003.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições70, 1995.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2010.

BAZZO, W. A. A pertinência de abordagem CTS na educação tecnológica. **Revista Ibero Americana**, n. 28, 2002.

BORGES, G. L. A. Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: fundamentos, história e realidade em sala de aula. **Acervo digital UNESP**, v. 10, 2012. Disponível em: <<https://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/47357>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. L. P. Temas Sociocientíficos e a Prática Discursiva em Sala de Aula: um Estudo no Ensino Médio. In: CALDEIRA, A. M. A. (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática II: Temas Sobre Formação de Conceitos**. 1ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009, v. 1, p. 1-488.

BRANCO, A. B. G. Alfabetização e Letramento Científico na BNCC e os desafios para uma Educação Científica e Tecnológica. **Revista Valore**, Volta Redonda, 3 (Edição Especial): 702-713, 2018.

BRASIL. **Lei 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, DF: 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5692.htm>. Acesso em 10 de junho de 2019.

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

_____. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Versão Final**. Ministério da Educação: Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.observatoriodoensinomedio.ufpr.br/wpcontent/uploads/2017/04/BNCC-DocumentoFinal.pdf>>. Acesso em: 15 de agosto de 2017.

BUENO LUCAS, L. et al. A Utilização do Vê Epistemológico de Gowin no Ensino de Ciências Como um Instrumento não Tradicional de Avaliação da Aprendizagem. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5267-5274, 2017.

CASTRO, R. G.; MOTOKANE, M. T. **A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teórico metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade**. 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2046-1.pdf>>. Acesso em 10 junho de 2019.

CEREZO, A. L. Ciências, Tecnología, y Sociedad: el estado de la cuestión em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 41 -68, 1998.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 5 ed. Ijuí: Unijuí, 2011, p.368.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico: interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientificliteracy*. **Revista Brasileira de Educação**. v. 22, n. 68, jan/mar. 2017.

DARROZ, L. M.; ROSA, C. W.; GHIGGI, C. M. Método Tradicional x Aprendizagem Significativa: investigação na ação dos professores de Física. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 5, n.1, p. 70-85, 2015.

EMBRAPA. **Perguntas e respostas: transgênicos**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/perguntas-e-respostas>>. Acesso em 28 de Maio de 2019.

FERREIRA-GAUCHÍA, A. GIL-PÉREZ, D. VILCHES. Concepciones acerca de La natureza de La tecnología y de las relaciones ciência, tecnología, sociedad y ambiente em La educación tecnológica. **Ensenanza de lãs Ciências**, n.30, p. 253-271, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 22 ed., São Paulo: Paz e Terra, 1983.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GOUVEA, G. et al. O ensino de Ciências na escola básica e a universidade: considerações sobre formação inicial e continuada de professores a partir de uma pesquisa participativa via abordagem CTSA no sul fluminense. **RBPG**, Brasília, v. 8, p. 395 - 417, março de 2012.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca, Nova York. Cornell University Press. 1981.

HAMMEL, C. **Enfoque CTSA e as unidades de ensino potencialmente significativas na formação de professores de ciências**. 2018. 81f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste- UNICENTRO, Guarapuava, 2018.

HODSON, D. Philosophy of science and science education. **Journal of Philosophy of Education**, v. 12, p. 25-57, 1986.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models**. Cambridge, Harvard University Press. 1983.

KOHN, K.; MORAES, C. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 09, 2007, Santos. **Anais [...]**. Santos: 2007.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2 ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

LEME, S. M. Comportamento da População Urbana no Manejo dos Resíduos Sólidos Domiciliares em Aquidauana – MS. **Geografia** - v. 18, n. 1, jan./jun, p.157-192, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia>. Acesso em 28 de Maio de 2019.

LIMA, F. R. Os Significados da Alfabetização e Letramento Para o professor alfabetizador: relação de conflito na prática pedagógica. **Debates em Educação**, v. 7, n. 13. 2015.

LIMA, J. P. et al. Estudos de caso e sua aplicação: proposta de um esquema teórico para pesquisas de campo da contabilidade. **Revista de contabilidade e Organizações**. v. 6. n. 14, p. 127-144, 2012.

LOCATELLI, A.; SANTOS, K.; ZOCH, A. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino de Química Orgânica, abordando a Temática dos Agrotóxicos. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S/l], v. 9, n. 18, p. 173-181, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/204>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n.1, p. 37-50, 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf> >. Acesso em: 02 jun. 2019.

LUZ, F. O. C. A. **Proposta de Ensino de Física para Educação do Campo com apoio de**

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). 2019. 133f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste- UNICENTRO, Guarapuava, 2019.

MACHADO, M. C., SOUZA, M. A.; MELLO-CARPES, P. B. Despertando interesse pela vida acadêmica e pela Ciência através da iniciação científica no ensino médio. *In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA*, 07, 11, 2015. **Anais [...]**. Alegre: Universidade Federal do Pampa. 2015.

MAESTRELLI, S. G.; LORENZETTI, L. As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e livros didáticos. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Paraná, v.13, n.26. p. 05-21. 2017.

MALAJOVICH M. A. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MENEZES, A. P. S. et al. Educação CTSA – Ciências, tecnologia, sociedade ambiente e o ensino de ciências no contexto da Amazônia. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**. v.2, n.4, 2009.

MONTENEGRO, P. P. **Letramento científico: o despertar do conhecimento das ciências desde os anos iniciais do ensino fundamental**. 2008. 200f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche). 2000, pp. 47-65. Disponível em: <<http://www.mlrg.org/memberpublications/LivroPeniche2000.pdf>>. Acesso em 01 de Julho de 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Ed. do Autor. 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 2006a.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais & diagramas V**. Porto Alegre: Edição do autor. 2006b.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências**. Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**. Porto Alegre. v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011

MOREIRA, M, A. **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Currículum, La Laguna,

Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. Unidade de ensino potencialmente significativas - UEPS. In: SILVA, M. G. L. MOHR. A.; ARAÚJO, A. (Orgs.). **Temas de ensino e formação de professores de ciências**. Natal: EDUFRRN, 2012. P.45-71.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, campo conceituais e pedagogia da autonomia: implicações para o ensino. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 1, n. 2, p. 44-65, 2012.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, p. 41, 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em 15 de jun. de 2019.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Interfaces entre teoria de aprendizagem e Ensino de Ciências / Física**. Porto Alegre: UFRGS: 2015.

NASCIMENTO, F. Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento. In: MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R. (Orgs.). **Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa**. São Carlos: UdUFSCar, 2009, p. 35-72.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. Tradução de M. A. Moreira, do original A theory of education. Cornell University Press, 1977. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D. **Aprender a aprender**. Tradução: Carla Valadares. 1ª Ed. Plátano Edições Técnicas. Lisboa, 1996.

OLDONI, J. F. W.; LIMA, B. G. T. A compreensão dos professores sobre a Alfabetização Científica: perspectivas e realidade para o Ensino de Ciências. **Revista ACTIO: Docência em Ciência**. Curitiba, v. 2, n. 1, p. 41-59, jan./jul. 2017.

PEREIRA, J. C.; TEIXEIRA, M. R. F. Alfabetização científica, letramento científico e o impacto das políticas públicas no ensino de ciências nos anos iniciais: uma abordagem a partir do PNAIC. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10, 2015, Águas de Lindóia-SP. **Anais [...]: Águas de Lindóia-SP: 2015**. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1313-1.PDF>. Acesso em jul. 2019.

PIZZATO, M. C. **Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. s/d. Disponível em: <[http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/S/SCHWANKE Cibele/Ambiente/Lib/Cap_01.pdf](http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/S/SCHWANKE_Cibele/Ambiente/Lib/Cap_01.pdf)>. Acesso em jul. 2019.

RIBEIRO, D. N. C.; ALMEIDA, A. C. P. C. A Água para o Consumo Humano: proposta de produto didático com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 07, 2017. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2017.

ROITMAN, I. **A educação científica no Brasil**. Pensar a Educação, março de 2015. Disponível em: <<http://pensaraeducacao.com.br/pensaraeducacaoempauta/isaac-roitman-27-mar-2015/>>. Acesso em 25 de Junho de 2019.

SANTOS, S. A. dos. **La Enseñanza de ciencias com um Enfoque Integrador a través de Actividades Colaborativas, bajo El Prisma de La Teoría Del Aprendizaje Significativo com El uso de Mapas Conceptuales y Diagramas para Actividades Demostrativo Interactivas – ADI**. 2008. 440f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa Internacional Doutorado em Ensino de Ciências – Departamento de Didáticas Específicas, Universidade de Burgos. Espanha, 2008.

SANTOS, Sandro Aparecido dos. Una experiencia de aplicación del diagrama ADI en un curso de formación de profesores de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 1542-1548, 2009.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciências & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. v. 12 n. 36 set./dez. 2007.

SANTOS, S. A.; CHAICOVSKI, D.; CRISÓSTIMO, A. L. O ensino dos fenômenos da luz, cores e visão para o 9º ano do nível fundamental na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa.. 26/28 de setembro Ponta Grossa. PR. Sinect. **In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 03, 09, 2012, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SHEN, B. S. P. Science literacy. **American Scientist**. v. 63, n. 3, p. 265-268, 1975.

SILVA, R. P. Conservação da Energia Mecânica: uma Sequência Didática Inspirada na Ideia de UEPS. 2017. 128p. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: UFSCar, 2016.

SILVA, LIMA, E. M.; MOREIRA, Marcelo, R; SILVA, Cleber, A. C. F. et.al. **Produções em abordagem CTS/CTSA no ensino de ciências com ênfase na formação do docente**. In: III Congresso Internacional das Licenciaturas COINTER –PDL. 2016, APRESENTAÇÃO ORAL.

SOUZA, P. H. R. et al. O uso do cinema no ensino de ciências: uma proposta a partir do filme 'Tá chovendo hambúrguer'. **Revista da SBEnBIO**, v. 9, p. 688-699, 2016.

STANGE, C.E.B.; SANTOS, S.A. dos; SANTOS, J.M.T. dos. Projeto IDEC: uma experiência com professores do Ensino Fundamental – 5a a 8a séries. In: SOUZA, O. A. de. **Universidade: pesquisa, sociedade e tecnologia**. Coleção Seminários de Pesquisa da UNICENTRO, v. 2, Guarapuava: UNICENTRO, 2005.

STANGE, C. E. B. et al. **Elaboração de Documentos Científicos**. 2012. Programa de Desenvolvimento Educacional: Formação Continuada em Rede/PDE/Pr. PROEC/UNICENTRO. Guarapuava, Ago./Set, 2012. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadern.ospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_unicentro_bio_pdp_sonia_terezinha_zuquelo.pdf. Acesso em 01 de Jul. 2019.

STANGE, C. E. B. et, al. **A Iniciação á Docência e as Práticas Laboratoriais de Ciências e Biologia**. 2012. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/ppgen/wp-content/uploads/sites/28/2017/11/Inicia%C3%A7%C3%A3o-a-Doc%C3%Aancia-e-Pr%C3%A1ticas-Laboratoriais-de-Ci%C3%Aancias-e-Biologia.pdf>. Acesso em 12 de jun. 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ULHOA, C. J.; SILVA, R. N. Biotecnologia farmacêutica e seus desafios. **Revista UFG**, v. 9, n. 1, julho 2007. Disponível em: < <https://www.revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48161>>. Acesso em 01 de julho de 2019.

URQUIZA, M. A.; MARQUES, D. B. Análise de conteúdo em termos de Bardin aplicada à comunicação corporativa sob o signo de uma abordagem teórico-empírica. **Entretextos**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 115-144, jan./jun. 2016.

VALLADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 1, n.1, p. 36-57, 2011.

VEIGA, M. L. Formar para um conhecimento emancipatório pela via da educação em ciências. **Revista Portuguesa de Formação de Professores**. n 2, 49-62, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNCICE I- QUESTIONÁRIO PRÉ - TESTE

Nome:	Turma:	Data:
--------------	---------------	--------------

Professora: Emanuele Chaia.

Questionário de pré-teste

1) Avalie as charges abaixo e escreva quais delas fazem uma ligação com as Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente:

Relações das CTSA no mundo contemporâneo.

 A) _____	 B) _____
 C) _____	 D) _____
 E) _____	

Fonte: <http://ativamento-modulo4.forumfacil.net/16-charge-de-trabalho>

2) O que é Biotecnologia?

3) Qual é a sua aplicabilidade?

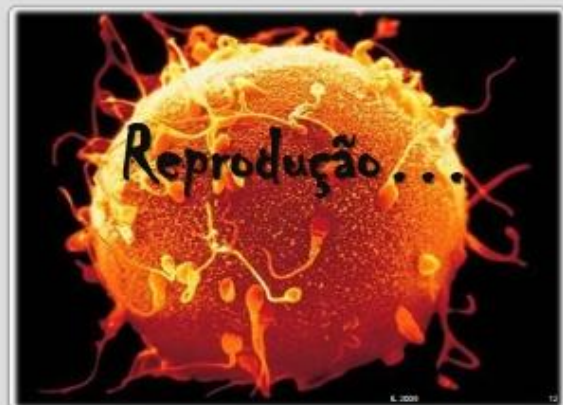
4) O que são transgênicos?

5) Por que produzimos OGMs?

6) Esquematize um mapa conceitual sobre o que aprendeu nos temas: biotecnologia, ciências, tecnologia, sociedade e ambiente.

Apêndice II - Apresentação Power Point utilizada

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente  CNT Isabel Lopes 1	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ...O que é a Ciência ? IL 2009 2
Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente A Ciência é uma busca do conhecimento acerca do Universo e do modo como este funciona... Acompanha-me!  IL 2009 3	Universo ...  IL 2009 4
Via Láctea ...  IL 2009 5	Sistema Solar  IL 2009 6
Sol....  IL 2009 7	Terra...  IL 2009 8





Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Ciência – Um estudo de tudo!

Estudar todo o Universo é uma tarefa gigantesca, por isso não admira que existam tantas áreas diferentes!

- Física
- Química
- Matemática

- Biologia
- Geologia

6. 2020

17



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Como funciona a Ciência?

A ciência não se limita ao que acontece dentro de um laboratório, está sempre à nossa volta!

Os cientistas começam por ser muito bons observadores!



Método Experimental

6. 2020

18



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Método Experimental



19



6. 2020

20



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Qual a relação entre Ciência e Tecnologia?



A Tecnologia é a Ciência e a Arte de criar, inventar e utilizar os objectos.

6. 2020

21



6. 2020

22



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Mas como nasceu a Ciência?



O interesse dos seres humanos pelos fenómenos naturais e pela vida em sociedade é tão antigo quanto a nossa própria cultura.

6. 2020

23



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Quem nunca ficou a olhar para o céu tentando ver para lá das estrelas?



6. 2020

24



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

A Ciência e o estudo do Universo e do Sistema Solar



Carrega aqui para espreitar...



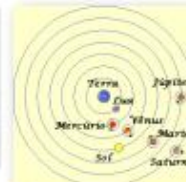
S. 2020

28



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O Modelo de Aristóteles (384-322 a.C.)



S. 2020

29



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O Modelo Geocêntrico ...



... a Terra no centro do Universo

S. 2020

30



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Ptolomeu no Século II d.C. defendeu também o Modelo Geocêntrico ...



Claudio Ptolomeu (87-150)



O Modelo de Ptolomeu, apesar de muito complexo (e incorrecto), era concordante com todas as observações sobre o movimento dos astros e com as crenças religiosas da altura.

S. 2020

31



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Modelo de Copérnico Século XVI d.C.



NICOLAUS COPERNICUS (1473 - 1543)

Nicolau Copérnico apresentou uma nova hipótese explicativa do movimento aparente dos planetas:

No centro do universo passava a estar o Sol, enquanto a Terra passava a ser apenas mais um dos planetas, o terceiro a contar do Sol, movendo-se numa órbita circular.

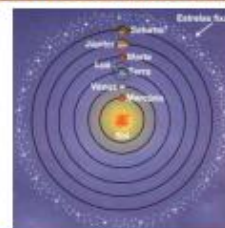
S. 2020

32



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O Modelo Heliocêntrico ...



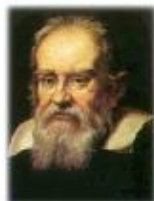
... o Sol no centro do Universo

33



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Modelo Heliocêntrico Galileu Galilei (1564 - 1642)



Galileu Galilei com o auxílio da invenção do telescópio veio provocar uma grande revolução na Astronomia ao demonstrar um conjunto de dados que viriam a permitir a consolidação, gradual mas irreversível, de um modelo heliocêntrico.

Verificou que os planetas não só giravam todos em voltado Sol, como iam sendo iluminados durante o seu percurso (apresentavam fases).



S. 2020

34



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Modelo Heliocêntrico Galileu Galilei (1564 - 1642)



• JAILMENT OF GALILEI (c.1600)

A Igreja católica não reagiu da melhor forma ao Modelo Heliocêntrico de Galileu Galilei e condenou-o à prisão perpétua, obrigando-o a negar as suas ideias.

S. 2020

35



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Modelo Heliocêntrico



Kepler

... de Galileu Galilei foi sendo aperfeiçoado por outros cientistas, entre eles: Kepler e Newton.



Dr. Isaac Newton



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Universo e Sistema Solar hoje:

Devido ao progresso científico e aos avanços tecnológicos, hoje consideramos o Universo infinito, constituído por uma imensidão de galáxias.



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Universo e Sistema Solar hoje:

O progresso da Ciência depende muito da observação, da experiência, da discussão e do debate.

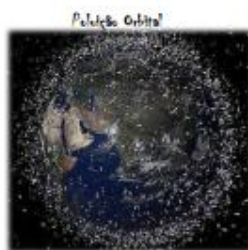


A vida no espaço, que era para ser vista como a



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Aspectos Negativos



Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O Futuro...



APÊNDICE III - Roteiro de experimento sobre biotecnologia clássica

Roteiro de experimento 1: biotecnologia clássica

Evento: Observação de fungos

Objetivo:

- Observar o crescimento de microorganismos;
- Classificar os fungos;
- Analisar os tratamentos onde foram submetidos,
- Reconhecer as questões de conservação do alimento, da saúde e biotecnologia.

Procedimento:

- 1º Passo: lavar muito bem as mãos;
 2º Passo: selecionar quatro fatias de pão;
 3º Passo: umedecer com o conta-gotas com suco de limão, água açucarada e água (deixar uma fatia seca para a observação);
 4º Passo: colocar cada fatia em um saco plástico e isolar;
 5º Passo: rotular as amostras conforme o tratamento;
 6º Passo: colocar as amostras em uma estufa,
 7º Passo: aguardar uma semana.

Análise dos dados

1- Número de amostras:

2- Tipos de tratamento:

A. Controle	B.	C.	D.
-------------	----	----	----

3- Quais características do fungo?

4 – Quais são as condições favoráveis para o seu desenvolvimento?

5- Por que são considerados recicladores da natureza?

6- Qual melhor forma de proteger os alimentos para que os mesmos não se contaminem?

7- Quais são os benefícios que os fungos podem proporcionar ao homem (questões de biotecnologia)?

8- Represente a superfície de contaminação das amostras em forma de desenho na lupa indicada pelas flechas:

9- Tabela de superfície de contaminação das amostras:

Tratamento	Controle	Água	Água açucarada	Suco de limão
Superfície coberta por fungos (cm ²)				
Observações:				

10- Construa um gráfico para representar a cobertura de microorganismos nas amostras e seus diferentes tratamentos:

--

11- Esquematize um mapa conceitual sobre o que você aprendeu com o procedimento:

--

APÊNDICE IV- Roteiro de experimento sobre Biotecnologia Moderna

Roteiro de experimento 2: biotecnologia moderna.

Evento: tecnologia enzimática do sã em pó.

- 1º Passo: manchar os panos com extrato de tomate;
- 2º Passo: preparação das soluções;
- 3º Passo: colocar os panos nas garrafas e agitar 20 vezes;
- 4º Passo: deixar de molho durante 1 hora;
- 5º Passo: agitar por 20 vezes;
- 6º Passo: deixar secar.

Analise dos dados:

1- Número de amostras:

--

2- Tipos de tratamento:

A.	B.	C.
----	----	----

3- Crie uma tabela para representar a intensidade das manchas de molho de tomate nos panos lavados com diferentes sabões em condições padronizadas (concentração, agitação, tempo de molho e enxágüe). Para cada pedaço de tecido deve-se atribuir um valor entre 0 e 5 em função da intensidade das manchas.

4- Por que as diferentes marcas de sabão apontaram para diferentes resultados?

APÊNDICE V- Exercícios da aquarela da biotecnologia

1- A aplicação da biotecnologia trouxe inúmeros benefícios para a sociedade atual, visando na maior parte o setor econômico. Algumas aplicações tecnológicas, como a engenharia genética, estão presentes em mais de uma área, independente das divisões ou agrupamentos que conhecemos. Isto ocorre, pois a classificação tem apenas a finalidade de facilitar nossos estudos e compreensão. Portanto, utilizando a “Estratégia de Cores” desenhe uma paleta de cores para representar a aquarela da biotecnologia. Cite no mínimo cinco processos ou produtos das cores do conhecimento científico ou aplicações tecnológicas da biotecnologia que mais achou interessante.

Estratégia de Cores:

A. Cores do conhecimento científico da biotecnologia:

- A. Biotecnologia Vermelha: envolve o conhecimento relacionado à aplicação da saúde;
- B. Biotecnologia Branca: envolvem os conhecimentos relacionados à aplicação industrial, processos fermentativos, tradicional e ambiental;
- C. Biotecnologia Verde: aplicações da agricultura;

B. Cores da aplicação tecnológica da biotecnologia:

- A. Biotecnologia Amarela: tecnologia na alimentação e ciência nutricional;
- B. Biotecnologia Marrom: desértica ou do solo;
- C. Biotecnologia Roxa: patentes, publicações e periódicos intelectuais;
- D. Biotecnologia Azul: biotecnologia na aquicultura costeira e marinha;
- E. Biotecnologia Negra: bioterrorismo, armas biológicas;
- F. Biotecnologia Laranja: biotecnologia na aprendizagem, educacional.

2- Recentemente tem sido levantados debates sobre os possíveis riscos que a Biotecnologia e, especificamente, as técnicas de manipulação de organismos geneticamente modificados (OGMs) podem acarretar à saúde humana e ao meio ambiente.



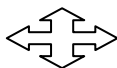
Fonte: Google

a) Você concorda com a charge? Por quê?

Na perspectiva da charge é estimular o senso crítico dos alunos a respeito de alimentos transgênicos e subentender os eixos da CTSA,

3- Pesquise sobre um dos temas da aquarela da biotecnologia que você acredita ser o mais importante para resolver problemas contemporâneos e esquematize um mapa conceitual:

APÊNDICE VI - Proposta de Organizador de Protocolo de Atividade Prática

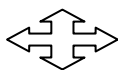
FENÔMENO DE INTERESSE: Enzimas.		
QUESTÃO-FOCO: Seguir o protocolo do aluno para efetuar o experimente e analisar as amostras representadas em forma de tabela		
PERGUNTAS DE INTERESSE O que são enzimas? Por que usamos sabão em pó para lavar as roupas? Qual a diferença entre o sabão em pó e o detergente líquido?		
DOMÍNIO CONCEITUAL/TEÓRICO (pensando)		DOMÍNIO METODOLÓGICO (fazendo)
TEORIAS: As enzimas são substâncias orgânicas, geralmente proteínas, que catalisam reações biológicas pouco espontâneas e muito lentas. O poder catalítico de uma enzima relaciona a velocidade das reações com a energia despendida para que elas aconteçam. Assim, na presença de uma enzima catalisadora, a velocidade da reação é mais rápida e a energia utilizada é menor. Por esse motivo as enzimas praticamente regem todo o funcionamento celular interno, favorecendo o metabolismo anabólico (construção) e catabólico (degradação), bem como externo, através de sinalizadores catalíticos estimulantes ou inibitórios atuantes em outras células (hormônios, por exemplo). O sabão em pó concentrado com enzimas é recomendado para a lavagem de roupas, porque possui uma formulação com componentes que vão atuar na remoção das sujidades mais difíceis de serem removidas, como: Manchas de café, manchas de sangue, chocolate, etc. No site você encontra outras formulações de sabões em pó, assim como de amaciastes de roupas, normal e concentrado. As enzimas facilitam a remoção de sujeiras nos tecidos têxteis. Fonte texto original: https://formulasgratis.com/2009/05/sabao-em-po-com-enzimas.html Os resíduos de sabão sofrem decomposição pelos microorganismos existentes na água dos rios, sendo assim se tornam biodegradáveis, não poluem o meio ambiente. O detergente possui outros compostos para melhorar o seu poder de limpeza, como os agentes hidrossolúveis, que também causam impactos ao meio ambiente. Fonte: https://g1.globo.com/sp/itapetininga-regiao/especial-publicitario/um/troque-todos-por-um/noticia/2018/09/20/o-impacto-dos-produtos-de-limpeza-na-natureza.ghtml	Esquema Instrumental de Organização Conceitual	CATEGORIZAÇÃO: I. Quanto ao Modo: Demonstrativa - Interativa
PRINCÍPIOS: O que é enzimas;		II. Quanto ao Tipo:

Ação das enzimas no sabão em pó;	EVENTO: Construir experimento através de protocolo,confeccionar tabela para representar os resultados do experimento.	Qualitativo - Quantitativo
CONCEITOS: Processo enzimático; Biotecnologia;		RELAÇÕES QUANTITATIVAS: Número de alunos (intervalo possível): Uma turma com 20 alunos.
INTERDISCIPLINAR\$IDADE: Física, Química, Matemática e Biologia.		Alunos por equipamento Grupo de três alunos para cada experimento.
		Tempo necessário: quantas aulas deverão ser utilizadas 5 aulas
		Tipo de espaço que exige: Laboratórios de experimentos
		Equipamentos de Segurança Individuais: Jaleco, luvas, sapato fechado e cabelos preso.
OBJETIVOS		
Geral Relacionar o processo enzimático do experimento do sapão em pó com a biotecnologia.		
Específico Observar que as enzimas são catalisadores no processo químico; Criar tabela para análise dos dados; Reconhecer as questões de biotecnologia na presente aula.		
LOCALIZAÇÃO CURRICULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA		
Conhecimento Prévio: Em forma de discussão no início da aula.	Base para Conhecimentos Futuros: Física - agitação; Química - reação química; Matemática – criação de tabela, Biologia – enzimas.	
Nível/Série/Semestre/Bimestre: 7º ano do ensino fundamental	Nível/Série/Semestre/Bimestre: 2º semestre	
CONDIÇÕES NECESSÁRIAS: Laboratório de experimento, o mesmo precisa estar equipado com bancada apoio do para o procedimento, pia para descarte do sabão dos conteúdos.	MATERIAIS: Para cada experimento: - 600 ml de água; 2 colheres de sopa, 2 garrafas plástica descartáveis, 2 pedaços de tecido, um batom e uma duas colheres de sopa de tomate.	
	POSSÍVEIS PASSO A PASSO DE PROCEDIMENTOS:	

	Primeiro momento: Os alunos serão questionados sobre: - o que é enzimas? - qual o papel das enzimas na lavagem de roupas? As perguntas foram feitas por meio de uma discussão não formal para conhecer o que os mesmo realmente sabem sobre o tema. Então os alunos seguiram o protocolo e montam seus devidos experimentos. Segundo momento: Então os alunos terão uma aula expositiva sobre o que é enzimas e o papel delas na lavagem de roupas, então os alunos irão confeccionaram uma tabela do experimento para analisar a ação das enzimas do sabão em pó nas manchas de batom e tomate. Terceiro momento: Discutir os resultados com toda a turma e comprar os dados com os colegas. REGISTROS E REPRESENTAÇÕES: Roteiro de protocolo para o aluno e tabela de dados produzidas pelos alunos na aula prática. VARIÁVEIS: Química - ação enzimática nos produtos; Meio ambiente – conhecimento sobre produtos biodegradável a favor do meio ambiente; ELEMENTOS INTERATIVOS: Roteiro do experimento, roteiro de análise de dados, lápis, borracha, caneta, garrafa pet com tampai, duas marcas de sabão em pó, colher, batom, massa de tomate, pedaços de tecido, água.
RESULTADOS CONHECIDOS: I. Teórico (literatura): Enzimas são moléculas orgânicas de natureza proteica e agem nas reações químicas das células como catalisadoras, ou seja, aceleram a velocidade dos processos sem alterá-los. Geralmente são os catalisadores mais eficazes, por sua alta especificidade. Sua estrutura quaternária é quem determinará sua função, a que substrato ela se acoplará para acelerar determinada reação. Nosso corpo é mantido vivo por uma série de reações químicas em cadeia, que chamamos de vias metabólicas, nas quais o produto de uma reação serve como reagente posteriormente. Todas as fases de uma via metabólica são mediadas por enzimas. Fonte: <Disponível em: https://www.infoescola.com/bioquimica/enzimas/ II. Experimental: Ao final das atividades práticas os alunos poderiam identificar quais marcas de sabão em pó possuíam as enzimas proteases (que degradou a mancha de tomate) e a enzima e a lípase (que degradou o batom).	RESULTADOS OBTIDOS: Ao final das atividades práticas é possível que os alunos identifiquem os microrgânicos e construam valores sobre a saúde, alimentação e biotecnologia.

PREDIÇÕES: I. DO ALUNO: Identificar as reações e produzir uma tabela; Quantificar os resultados do experimento; Fazer atividade em aula prática. II. DO PROFESSOR: Relacionar as CTSA com a lavagem de roupas.	VALIDAÇÃO DA ATIVIDADE: Análise do pré-teste e do pós-teste que será aplicado no final da sequência da UEPS.	
	Quanto ao funcionamento do instrumento necessários a uma atividade/ação: Análise da tabela; Análise de dados do experimento, Elaboração de tabela sobre a atividade.	Resultados em relação aos objetivos: Observação da reação enzimática. Conceitos de biotecnologia, Habilidade na linguagem
	ASSERÇÕES: I. De valor: Relacionar o processo enzimático na lavagem de roupas com processos biotecnológicos; Ater aos produtos que podem ser amigos do meio ambiente do tipo biodegradáveis.	
	II. De conhecimento: O aluno precisa saber o que é enzima.	
	POSSÍVEIS EXPANSÕES DO FENÔMENO DE INTERESSE: Pode-se trabalhar essa aula prática introduzir variáveis como: educação ambiental, trabalhando sobre a poluição dos detergentes sintéticos x biodegradáveis.	
SÍNTESE INTEGRATIVA: Em busca da alfabetização científica, pretendeu-se nessa aula, identificar se os alunos adquiriram o conhecimento sobre que as enzimas aceleram a velocidade das reações químicas, sendo a mesma utilizada pela biotecnologia moderna, diminuindo a necessidade de esfrega na hora de lavar as roupas. Entretanto as enzimas degradam substâncias orgânicas correspondentes. Nessa percepção, os alunos teriam que analisar a composição química do sabão e se o mesmo degradava a mancha correspondente a do experimento montado pelo aluno. Assim o aluno percebeu que a biotecnologia auxiliou a sociedade na facilidade de um serviço.		
Anexos Roteiro de experimento do aluno: biotecnologia Moderna 1- siga o passo a passo dos procedimentos: 1º Passo: manchar os panos com extrato de tomate; 2º Passo: preparação das soluções; 3º Passo: colocar os panos nas garrafas e agitar 20 vezes; 4º Passo: deixar de molho durante 1 hora; 5º Passo: agitar por 20 vezes; 6º Passo: deixar secar. 2 - Crie uma tabela para representar a intensidade das manchas de molho de tomate nos panos lavados com diferentes sabões em condições padronizadas (concentração, agitação, tempo de molho e enxágüe). Para cada pedaço de tecido deve-se atribuir um valor entre 0 e 5 em função da intensidade das manchas.		

APÊNDICE VII - Proposta de Organizador de Protocolo de Atividade Prática

FENÔMENO DE INTERESSE: Microorganismos		
QUESTÃO-FOCO: Observar e analisar o crescimento de microorganismos em fatias de pão submetidas a diferentes tratamentos.		
PERGUNTAS DE INTERESSE Quais são as características dos fungos? Quais são as condições favoráveis para o seu desenvolvimento? Por que são considerados recicladores da natureza? Qual melhor forma de proteger os alimentos para que os mesmos não se contaminem? Quais são os benefícios que os fungos podem proporcionar ao homem (questões de biotecnologia)?		
DOMÍNIO CONCEITUAL/TEÓRICO (pensando)		DOMÍNIO METODOLÓGICO (fazendo)
TEORIAS: Conhecido popularmente como bolor, a formação de fungos e leveduras, ocorre quando os alimentos estão fora dos parâmetros de conservação, não temos como saber diretamente quais as espécies de organismos que se desenvolvem nos alimentos, portanto, não se pode considerar esse bolor inofensivo. Além disso, quando um fungo se expõe na superfície do alimento, é porque sua colônia já está bem desenvolvida no interior do mesmo, e é lá que são produzidas as substâncias nocivas, chamadas de micotoxinas – que variam de acordo com a espécie do fungo. Torrar o pão mata o fungo, mas, na maioria das vezes, não inativa a toxina produzida por ele, pois esta é resistente ao calor. O consumidor deve confiar nas mensagens de repulsa de sua visão e de seu olfato: deve recusar alimentos que não atendem aos requisitos de nossos sentidos e de sanidade, evitando ser acometido por doenças assim veiculadas pelos alimentos. Fonte original: http://guibiologia.blogspot.com.br/2012/07/pratica-11-mofo-magico.html	Esquema Instrumental de Organização Conceitual	CATEGORIZAÇÃO: I. Quanto ao Modo: Demonstrativa - Interativa
PRINCÍPIOS: Características dos fungos; Morfologia dos fungos, Fisiologia e nutrição dos fungos.		II. Quanto ao Tipo: Qualitativo - Quantitativo
CONCEITOS: Classificação dos microorganismos; Condições apropriadas para o desenvolvimento da cultura; Reações químicas ocorrente no processo.	EVENTO: Construir uma cultura de fungos com os alunos para posteriormente observar e analisar os fenômenos ocorrentes, os alunos irão utilizar os dados coletados das amostras para representar os resultados em forma de desenho, gráfico, tabela e síntese da aula prática.	RELAÇÕES QUANTITATIVAS: Número de alunos (intervalo possível): Uma turma com 20 alunos.

INTERDISCIPLINARIDADE: Física, Química, Matemática e Biologia.		Alunos por equipamento Grupo de três alunos para cada experimento. Tempo necessário: quantas aulas deverão ser utilizadas 5 aulas Tipo de espaço que exige: Laboratórios de experimentos Equipamentos de Segurança Individuais: Jaleco, luvas, sapato fechado e cabelos preso.
OBJETIVOS		
Geral Relacionar os microorganismos com a com a concepção da biotecnologia, alimentação e saúde.		
Específico Observar o crescimento de microorganismos; Classificar os fungos; Analisar os tratamentos onde foram submetidos, Reconhecer as questões de conservação do alimento, da saúde e biotecnologia.		
LOCALIZAÇÃO CURRICULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA		
Conhecimento Prévio: Pré-teste: será abordado em forma de discussão e questionário.	Base para Conhecimentos Futuros: Física - temperatura e luminosidade; Química - reação química; Matemática - submúltiplos do metro, gráficos e tabela, Biologia - morfologia dos microorganismos.	
Nível/Série/Semestre/Bimestre: 7º ano do ensino fundamental	Nível/Série/Semestre/Bimestre: 2º semestre	
CONDIÇÕES NECESSÁRIAS: Laboratório de experimento, o mesmo precisa estar equipado com bancada e estufa - (podendo ser caixa de papelão fechada).		MATERIAIS: Para cada experimento: - 20 ml de água; 20 ml de água açucarada; 20 ml de suco de limão, 4 fatias de pão, 1 saco plástico, fita adesiva, caneta marcadora, 3 garrafas de 50 ml de água vagias, conta gotas e roteiro dirigido para os alunos. POSSÍVEIS PASSO A PASSO DE PROCEDIMENTOS: Primeiro momento: Os alunos serão questionados sobre os microorganismos: - Quais são os tipos de microorganismos que vocês conhecem? - Quais características? - Onde encontramos? As perguntas serão feitas por meio de uma discussão não formal para conhecer o que os mesmo realmente sabem sobre o tema. Após essa concepção os alunos irão responder um questionário com perguntas referentes ao futuro experimento e a problematização feita em sala de aula.

Então os alunos terão uma aula expositiva sobre a classificação dos microorganismos, a mesma irá abordar uma linguagem científica, onde os alunos poderão identificar os temas relacionados da discussão e obter relação cognitiva com o seu pré-conhecimento até então. (uma aula)

Segundo Momento:

Os alunos serão levados no laboratório de experimento para realização da aula prática. Será solicitada a formação de grupos de até três alunos e cada grupo receberá um roteiro do experimento. Para tanto, os alunos irão montar as amostras seguindo as instruções do roteiro da aula prática e o auxílio da pesquisadora:

- primeiro lavar muito bem as mãos;
- selecionar quatro fatias de pão e umedecer com o conta-gotas três delas:
- 20 ml de suco de limão;
- 20 ml de água açucarada;
- 20 ml de água;
- deixar uma fatia seca para a observação;
- colocar cada fatia em um saco plástico e isolar;
- rotular as amostras conforme o tratamento;
- colocar as amostras em uma estufa,
- aguardar duas semanas.

Após a montagem da cultura, os alunos terão uma explicação sobre a microbiologia dos alimentos. (uma aula).

Terceiro momento:

Após duas semanas, os alunos retornaram ao para o laboratório de experimentos para analisar o desenvolvimento da devida colônia, então os grupos irão seguir o segundo roteiro de análise de dados, o mesmo irá conter lacunas para o preenchimento do resultado das amostras 1, 2, 3, 4:

Submúltiplos da superfície da colônia - tamanho da colônia por cm²;

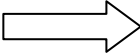
Tratamento - o que ocorreu nas diferentes amostras e por quê?

Identificação do microorganismo - observação em lupa, os alunos irão desenhar a colônia e tentar identificar o microorganismo através da comparação do seu desenho com as espécies relacionadas no roteiro de análise de dados,

Síntese da aula prática - fundamenta pelo presente experimento. (duas aulas).

Quarto momento

Os alunos irão construir um painel com indicativos da aprendizagem significativo crítica, o mesmo irá relacionar questões de Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com o reino Fungi. Os alunos escolheram um tema e a forma de representação do painel, o mesmo será exposto para toda a turma, seguido de uma explicação do aluno, sobre “porque” escolheu relacionar o tema - curiosidade ou solução problema.

	REGISTROS E REPRESENTAÇÕES: Roteiro de análise e síntese da atividade prática. VARIÁVEIS: Saúde – vários métodos de conservação dos alimentos; Meio ambiente – equilíbrio entre os seres vivos, importância dos microorganismos para a manutenção da vida no Planeta; Ética e Cidadania – direito à informação e à saúde. ELEMENTOS INTERATIVOS: Roteiro do experimento, roteiro de análise de dados, lápis, borracha, caneta, livro didático, pão, suco de limão, água, água adoçada, conta gotas, sacos plásticos, fita isolante, caneta marcadora, lupa.
RESULTADOS CONHECIDOS: I. Teórico (literatura): A maioria dos fungos libera enzimas ao seu redor para digerir o alimento. Eles mantêm os ecossistemas equilibrados, degradando organismos mortos, repondo substâncias nos ciclos biogeoquímicos. Para sobreviver, eles precisam de umidade, nutrientes, calor e escuridão. Classificação dos fungos - Quitridiomycetos – Grupo reduzido e considerado o mesmos organismos, com hifas <i>asseptadas</i> e cenocítica. São mais ou menos mil espécies e encontram-se em ambientes de água doce, onde algumas podem provocar infecção (quitridiomycose) e morte de anfíbios. Podem também causar as manchas marrons do milho e as verrugoses na alfafa e na batata. - Zigomicetos – Os zigomicetos são considerados fungos pouco organizados e suas hifas são asseptadas e cenocíticas e não formam corpo de frutificação. Muitos são saprófitos e alguns, parasitas. O bolor negro do pão (<i>Rhizopus sp.</i>) é um dos seus principais representantes. Outro exemplo é o que causa a podridão mole das plantas. - Ascomycetos – Constituem o grupo mais numeroso dentro do reino. Suas hifas são septadas e muitas delas apresentam diferenciações denominadas ascos, com a função reprodutiva de produzir esporos. Um ascomiceto pode apresentar vários ascos que no conjunto, constituem o ascocarpo, seu corpo de frutificação. - Basidiomicetos – Os basidiomicetos constituem o grupo mais conhecido do reino por serem os maiores e porque entre eles, se encontram os fungos comestíveis conhecidos como champignons. As hifas desses fungos também são septadas. Muitas delas têm função reprodutiva e são denominadas basídios. Nos cogumelos-de-chapéu, os basídios revestem as lamelas situadas na parte côncava do chapéu, a maior porção do corpo de frutificação, o basidiocarpo. - Deutomicetos – Os deutomicetos são um grupo ou divisão “artificial”, pois entre eles – quase 15mil espécies – não se conhece processo sexuado de reprodução. São, também, chamados fungos imperfeito. Incluem fungos saprófitos e parasitas, com hifas septadas. Compreendem um grande número de fungos patogênicos, como os causadores do “sapinho” na boca de crianças, do alto	RESULTADOS OBTIDOS: Ao final das atividades práticas é possível que os alunos identifiquem os microrganismos e construam valores sobre a saúde, alimentação e biotecnologia. 

índice de candidíase vaginal e da micose conhecida pelo nome de pé-de-atetla. Organização Os fungos são constituídos de filamentos tubulares preenchidos de citoplasma, com exceção algumas espécies unicelulares como leveduras. As hifas surgem a partir da germinação de esporos e podem ser septadas ou continuas. Reprodução dos fungos Assexuada - ocorre principalmente por esporulação; Sexuada – ocorre pela fusão das extremidades de duas hifas provenientes de micélios diferentes. Da fusão resulta um zigoto que sofre meiose e forma células haplóides, cujo destino varia de um a outro grupo de fungo. Na maioria dos fungos, as hifas têm núcleos haplóides, sendo o zigoto única célula diplóide em todo o ciclo de vida. Fonte: PREZI, ÂNTONO. Biologia: seres vivos, anatomia e fisiologia humana. Prezi, Antonio; GOWDAK, Demétrio, Ossowski; MATTOS, Neide, Simões de Mattos. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. – (Coleção biologia; v.2).										
II. Experimental: É possível observar as características gerais dos fungos e analisar as condições favoráveis para a sua proliferação; Pode-se identificar a espécie pela classificação dos fungos, Quantificar os dados e representá-los em gráfico e tabelas.										
PREDIÇÕES: I. DO ALUNO: Identificar e classificar os microorganismos; Relacionar as questões de saúde e alimentação com os fungos; Quantificar os resultados do experimento; Fazer uma síntese da aula prática. II. DO PROFESSOR: Diferenciar os tipos de fungos e explicar que os mesmos são classificados de acordo com seu grupo; Conceituar palavras científicas dirigidas no estudo; Apontar os tipos de reprodução dos fungos; Abordar conceitos de saúde e armazenamento de alimentos. Questionar a importâncias desses microorganismos para o meio ambiente (questões de biotecnologia).	VALIDAÇÃO DA ATIVIDADE: Análise do pré-teste e do pós-teste que será aplicado no final da sequência da ueps.									
	<table><tr><td>Quanto ao funcionamento do instrumento necessários a uma atividade/ação:</td><td>Resultados em relação aos objetivos:</td></tr><tr><td>Análise do pré-teste e do pós-teste;</td><td rowspan="2">Características dos fungos – morfologia, fisiologia e nutrição;</td></tr><tr><td>Análise de dados do experimento,</td></tr><tr><td>Elaboração de síntese da aula prática e painel de aprendizagem significativa crítica.</td><td>Conceitos de biotecnologia,</td></tr><tr><td></td><td>Habilidade na linguagem científica.</td></tr></table>	Quanto ao funcionamento do instrumento necessários a uma atividade/ação:	Resultados em relação aos objetivos:	Análise do pré-teste e do pós-teste;	Características dos fungos – morfologia, fisiologia e nutrição;	Análise de dados do experimento,	Elaboração de síntese da aula prática e painel de aprendizagem significativa crítica.	Conceitos de biotecnologia,		Habilidade na linguagem científica.
	Quanto ao funcionamento do instrumento necessários a uma atividade/ação:	Resultados em relação aos objetivos:								
Análise do pré-teste e do pós-teste;	Características dos fungos – morfologia, fisiologia e nutrição;									
Análise de dados do experimento,										
Elaboração de síntese da aula prática e painel de aprendizagem significativa crítica.	Conceitos de biotecnologia,									
	Habilidade na linguagem científica.									
	ASSERÇÕES: I. De valor: Relacionar os microorganismos com as atividades humanas - Compreender os aspectos dos microorganismos que se relacionam com a agricultura, fabricação de medicamentos e produtos alimentícios. Concepção de pesquisa científica com natureza exploratória das análises de dados.									

	II. De conhecimento: O aluno precisa saber as características dos fungos; organização, reprodução e nutrição. POSSÍVEIS EXPANSÕES DO FENÔMENO DE INTERESSE: Pode-se trabalhar essa aula prática introduzir variáveis como: fator de luminosidade, incubação, tipo de pão, aumentar o tempo de observação, adicionar substâncias como desinfetantes e compor o experimento com outros alimentos do tipo frutas para a observação.				
SÍNTESE INTEGRATIVA: Em busca da alfabetização científica, o presente experimento tem o objetivo de tratar o conhecimento sobre fungos através de vivências dos fenômenos estudados nas aulas práticas. Em primeiro momento será abordada as características dos fungos através de uma discussão informal, para que os alunos consigam relacionar aspectos sociais que envolvem a temática, exemplo: a indústria alimentícia, saúde e noções de manipulação da biotecnologia. Para tanto, o experimento aborda aspectos de iniciação científica, oportunizando a ligação entre a linguagem e habilidades no tratamento de pesquisa científica, onde o aluno está se familiarizando. O experimento segue o instrumento da aprendizagem significativo crítica, onde o aluno cria relações com questões de curiosidade a temática abordada superficialmente no início das aulas práticas. Problemática: O que são bolores? Onde são encontrados? Explique porque encontramos bolores em comida esquecida no armário? Por que os fungos são considerados agentes da natureza? qual o papel dos leques na natureza?					
Anexos					
Roteiro de experimento do aluno: biotecnologia clássica					
Evento: Observação de fungos					
Objetivo: • Observar o crescimento de microorganismos; • Classificar os fungos; • Analisar os tratamentos onde foram submetidos, • Reconhecer as questões de conservação do alimento, da saúde e biotecnologia.					
Procedimento: 1º Passo: lavar muito bem as mãos; 2º Passo: selecionar quatro fatias de pão; 3º Passo: umedecer com o conta-gotas com suco de limão, água açucarada e água (deixar uma fatia seca para a observação); 4º Passo: colocar cada fatia em um saco plástico e isolar; 5º Passo: rotular as amostras conforme o tratamento; 6º Passo: colocar as amostras em uma estufa, 7º Passo: aguardar uma semana.					
Análise dos dados					
1- Número de amostras:					
2- Tipos de tratamento: <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">A. Controle</td> <td style="width: 25%;">B.</td> <td style="width: 25%;">C.</td> <td style="width: 25%;">D.</td> </tr> </table>		A. Controle	B.	C.	D.
A. Controle	B.	C.	D.		
3- Quais características do fungo?					

4 – Quais são as condições favoráveis para o seu desenvolvimento?

5- Por que são considerados recicladores da natureza?

6- Qual melhor forma de proteger os alimentos para que os mesmos não se contaminem?

7- Quais são os benefícios que os fungos podem proporcionar ao homem (questões de biotecnologia)?

8- Represente a superfície de contaminação das amostras em forma de desenho na lupa indicada pelas flechas:

9- Tabela de superfície de contaminação das amostras:

Tratamento	Controle	Água	Água açucarada	Suco de limão
Superfície coberta por fungos (cm ²)				
Observações:				

10- Construa um gráfico para representar a cobertura de microorganismos nas amostras e seus diferentes tratamentos:

11- Esquematize um mapa conceitual sobre o que você aprendeu com o procedimento:

ANEXO I- Aquarela da Biotecnologia



#dica: É interessante aprendermos mais sobre as diferentes formas possíveis de organizar o conhecimento, com objetivo de ser facilitada sua compreensão. Exemplificado temos o uso de cores.

ANEXO II-ANUÊNCIA

CARTA DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA

Eu, Lilian Soares Coordenadora Administrativa do Colégio Guaiacá de Guarapuava – Paraná, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada **“Proposta de uma UPES para a Alfabetização Científica na perspectiva de abordagem do movimento de CTSA à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica”**, sob responsabilidade do pesquisadora **Emanuele Chaia** no Colégio Guaiacá. Para isto, será disponibilizada a pesquisadora somente o uso do espaço físico do colégio: sala de aula, sala de informática e laboratório de experimentos para as aulas práticas.

Guarapuava 20 de julho de 2018


COLÉGIO GUAIAKÁ
RUA XV DE NOVEMBRO, 7050
CENTRO - TEL.: (42) 3622-2091
CEP 85010-000 GUARAPUAVA - PR

Lilian Soares
Coordenadora Administrativa

ANEXO III- TCLE**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPESP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – COMEP****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Prezado(a) Colaborador(a),

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **Proposta de uma UPES para a Alfabetização Científica na perspectiva de abordagem do movimento de CTSA à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica**, sob a responsabilidade de EMANUELE CHAIA, que irá investigar quais caminhos e ações pedagógicas podem conduzir aos alunos a construir a criticidade do conhecimento dentro da perspectiva científica, na busca da alfabetização científica e tecnológica.

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo COMEP/UNICENTRO.

DADOS DO PARECER DE APROVAÇÃO

emitido Pelo Comitê de Ética em Pesquisa, COMEP-UNICENTRO

Número do parecer:

Data da relatoria: ____/____/201____

1. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA: Ao participar desta pesquisa seu filho(a) estará contribuindo para a pesquisa no Ensino de Ciências de novas metodologias da Aprendizagem Significativa Crítica no ensino fundamental dentro da perspectiva de CTSA para a Alfabetização Científica, que será apresentado na forma de sequência didática que tem o objetivo em criar possibilidades de aprendizagem significativa crítica através de discussões e contextualização na sala de aula. Lembramos que a sua participação do seu filho é voluntária, você tem a liberdade de não querer participar, e pode desistir, em qualquer momento, mesmo após ter iniciado as aulas sem nenhum prejuízo para você.

2. RISCOS E DESCONFORTOS: O procedimento utilizado será aula expositiva e interativa que poderá trazer algum desconforto conforme a resolução CNS – 466/2012 considera pesquisa em seres humanos em qualquer área do conhecimento e que de modo direto e

indireto envolvam a coletividade, em sua totalidade ou partes, incluindo o manejo de informações e materiais. O tipo de procedimento apresenta um risco mínimo de possibilidade de danos à dimensão físico, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, por se tratar apenas de timidez ou insegurança em contribuir nas discussões que surgirão durante as aulas, que será reduzido pelo pesquisador se necessário. Se seu filho(a) precisar de algum tratamento, orientação, encaminhamento etc, por se sentir prejudicado por causa da pesquisa, ou sofrer algum dano decorrente da mesma, o pesquisador se responsabiliza por prestar assistência integral, imediata e gratuita.

3. BENEFÍCIOS: Os benefícios esperados com o estudo são no sentido de desenvolver uma Aprendizagem Significativa e Crítica para a Alfabetização Científica na perspectiva de Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, para transmitir conhecimentos úteis no ensino de ciências contemporâneo.

4. CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações que o(a) Sr.(a) nos fornecer ou que sejam conseguidas por questionários e atividades serão utilizadas somente para esta pesquisa. As respostas, dados pessoais e imagem ficarão em seu nome e não aparecerá em lugar nenhum dos questionários, arquivos de imagens ou fichas de avaliação, nem quando os resultados forem apresentados.

5. ESCLARECIMENTOS: Se tiver alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma, pode procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Emanuele Chaia

Endereço : Rua Antonio Losso , 671 , São Cristovão –Guarapuava – Paraná.

Telefone para contato: 42 99802 8920

Horário de atendimento: Segunda a Sexta das 8:00 as 17:00

6. RESSARCIMENTO DAS DESPESAS: Caso o(a) Sr.(a) aceite que seu filho(a) participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira.

7. CONCORDÂNCIA NA PARTICIPAÇÃO: Se Sr.(a) estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, em **duas vias**, sendo que uma via ficará com você.

=====

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a)_____, portador(a) da cédula de identidade _____, declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelos pesquisadores, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assina o presente termo.

Guarapuava, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante / Ou Representante legal

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Acadêmico

ANEXO IV- TERMO DE ASSENTIMENTO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPEP

Termo de assentimento para criança e adolescente (maiores de 6 anos e menores de 18 anos)

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa Proposta de uma UPES para a Alfabetização Científica na perspectiva de abordagem do movimento de CTSA à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Seus pais permitiram que você participe.

Queremos saber o que você entende sobre biotecnologia, e o que aprendeu após as atividades.

As crianças que irão participar desta pesquisa têm de 11 a 13 anos de idade.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita no Colégio Guairacá, onde as crianças irão participar de uma sequência didática para aprender o que é biotecnologia. Para isso, será usada apresentação de slides, textos, práticas de laboratório, filme e acessam a web. O uso da sequência didática é considerado seguro, mas é possível ocorrer o risco do aluno não aprender o que é biotecnologia ou ficar constrangido por não saber alguma atividade. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones 42 99802 8920 da pesquisadora EMANUELE CHAIA.

Mas há coisas boas que podem acontecer como Aprendizagem Significativa Crítica.

Se você morar longe do Colégio Guairacá, nós daremos a seus pais dinheiro suficiente para transporte, para também acompanhar a pesquisa.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram.

Quando terminarmos a pesquisa será mantido o sigilo sobre a sua identidade e respostas.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar. Eu escrevi os telefones na parte de cima deste texto.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa PROPOSTA DE UMA UPES PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DE ABORDAGEM DO MOVIMENTO DE CTSA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar furioso.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Guarapuava, ____ de ____ de ____.

Assinatura do menor

Assinatura a pesquisadora



Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO – COMEP
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus CEDETEG
Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Vila Carli / CEP: 85040-080 – Guarapuava – PR
Bloco de Departamentos da Área da Saúde / Telefone: (42) 3629-8177