

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Gracieli Dall Ostro Persich

**PROJETO INVESTIGATIVO INTERDISCIPLINAR CONEXÃO DELTA
E AS POTENCIALIDADES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO
ENSINO MÉDIO**

Santa Maria, RS
2017

Gracieli Dall Ostro Persich

**PROJETO INVESTIGATIVO INTERDISCIPLINAR CONEXÃO DELTA E AS
POTENCIALIDADES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação em Ciências**.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dall Ostro Persich, Gracieli

Projeto investigativo interdisciplinar Conexão Delta e as potencialidades do Ensino por Investigação no Ensino Médio / Gracieli Dall Ostro Persich.- 2017.

164 p.; 30 cm

Orientador: Luiz Caldeira Brant de Tolentino-Neto

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 2017

1. Ensino por investigação 2. Pedagogia de projetos 3. Interdisciplinaridade 4. Contextualização 5. Sequência de Ensino Investigativa. I. Caldeira Brant de Tolentino-Neto, Luiz II. Título.

Gracieli Dall Ostro Persich

**PROJETO INVESTIGATIVO INTERDISCIPLINAR CONEXÃO DELTA E AS
POTENCIALIDADES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação em Ciências**.

Aprovada em 26 de abril de 2017:

Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Silvia Luzia Frateschi Trivelato, Dra. (USP)

Neusa Maria John Scheid, Dra. (URI)

Santa Maria, RS
2017

Dedico este trabalho a todos os estudantes, educadores e cidadãos que acreditam na educação pública de qualidade no Brasil. A todos que não desistem diante das adversidades que impregnam o ensino científico nas escolas e nas universidades. A todos que, assim como eu, carregam na alma a esperança de estar contribuindo para transformar positivamente o cenário educacional em nosso país.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram para que este objetivo de vida acontecesse. Essa construção só foi possível na coletividade: muitos braços envolveram-se. Ao longo do mestrado, conheci muitas pessoas que conquistaram lugar especial na minha memória e deixaram marcas na minha formação, enriquecendo grandiosamente minha trajetória de vida. Há algumas dessas pessoas que eu gostaria de agradecer nominalmente:

-a minha mãe por sempre estar presente, por me ensinar que ser feliz é a busca mais importante da vida, por não me deixar esquecer o poder da minha fé, por me ensinar a ser forte;

-ao meu pai por me ensinar que o amor é infinito, por fazer nascer em mim o gosto pela natureza, por me mostrar a importância da simplicidade;

-a minha irmã por confiar em mim, por acreditar na minha inteligência;

-aos meus sobrinhos Pedro Henrique e Miguel Lucas por iluminarem minha vida com a inocência da infância, por me mostrarem o valor da sinceridade;

-ao Felipe, por estar ao meu lado, por me compreender, por não duvidar de mim, por me mostrar que amar é uma via de mão dupla e na mesma medida;

-ao Mestre Luiz Caldeira que sonhou comigo, que sempre foi amigo, que acolhe a todos, que me emocionou muitas vezes com sua simplicidade, sabedoria, humanidade e sua capacidade de sorrir com a alma em todas as situações;

-a professora Neusa Scheid, que me deu muitos motivos para seguir a docência e a pesquisa, compartilhando sua sabedoria com humildade desde a graduação, me mostrando que a afetividade, a simplicidade e a calma nos levam a caminhos prósperos;

-a minha família que me incentiva, me ouve, me acolhe e me aceita. A minha tia Marilene e ao meu tio Moacir que me acolheram nesse período em sua casa;

-as minhas amigas de infância: Fernanda, Ana Luiza, Ana Cláudia, Ana Karolina, Ana Isabela, Francine e Adriana que são luzes presentes na minha vida.

-a minha amiga Luthiane que incansavelmente me ensinou, apoiou e participou da construção da minha identidade de educadora; sem sua força, experiência e determinação, o projeto Conexão Delta não seria possível;

-a minha amiga Giovana Giboski que com delicadeza, firmeza e coragem conquistou espaço em minha vida e se tornou grande apoiadora do meu trabalho;

-aos estudantes do Colégio Estadual Pedro II que tornaram esse trabalho possível e me ensinaram a ser professora, especialmente aos participantes do projeto Conexão Delta em

2015 e 2016: Murilo, Ederson, Leonardo, Alexandro, Eduarda, Rafaela, Litiele, Renata, Felipe, Dieysi, Liliane, Juliane, Nicole, Luiz, Carlos, Samuel, Jennifer Camila, Robson, Matheus, Silvio, Ramão, Graziela, Natália, Edna, Régis, Gislaïne, Natiele, Nadiely, Pâmela, Rafaela, Greicy, Natanael, Augusto, Jéssica Beilfuss, Jéssica Bueno, Higor, Joyce, Laura, Tainara, Rodrigo, Carlos Eduardo, Andrei e Joice.

-aos colegas do grupo IDEIA que fizeram parte da construção do projeto Conexão Delta (Rithiele, Leonan, José Francisco, Jaiane, Ana Paula Ardais, Keiciane, Micheli, Aline, Daniel, Fábio, Bárbara e Lucas): sem vocês esse trabalho não tomaria forma;

-à Keici, ao Leonan, ao Chico, a Micheli com quem convivi mais e alegraram meus dias com amizade, carinho e aprendizagens, tornando minhas idas a Santa Maria mais leves e proveitosas;

-à professora Rosane Teresinha Nascimento da Rosa que possibilitou a realização do projeto no CMSM;

-à professora Cristiane Raquel Sausen, à coordenadora Natália Bomfim e à diretora Sandra Lemos que tornaram possível a intervenção do projeto na EMEF Margarida Pardelhas;

-aos colegas e professores do PPGECQVS com quem convivi durante as aulas, reuniões, viagens, eventos e confraternizações, que contribuíram para minhas construções ao longo do mestrado, especialmente pela convivência com esses educadores grandiosos, sonhadores, alegres e com histórias de vida fantásticas;

-ao Gisandro por sempre estar disponível e com bom ânimo;

-aos apoiadores do projeto Conexão Delta que dedicaram tempo e afetos para fazer parte dessa concretização, que acima de tudo acreditaram nas potencialidades desse trabalho, que nos incentivaram a seguir em frente, que deram valor ao projeto e possibilitaram vivências inesquecíveis;

-à Deus, à Jesus, à São Francisco de Assis, à espiritualidade: minha âncora em todos os momentos, origem das minhas inspirações.

“Se os professores não participarem na investigação, e forem apenas canais de recepção e de transmissão, a investigação em educação será desvirtuada e distorcida. Este estado de coisas é uma das principais causas para a tendência de tentar transformar as descobertas em “receitas”. As fontes da ciência da educação são todas as porções de um determinado conhecimento que entram no coração, na cabeça e nas mãos dos educadores, e que tornam o nosso trabalho mais esclarecido, mais humano, mais verdadeiramente educativo do que era antes. Mas o problema é que não há maneira de descobrir o que é “mais verdadeiramente educativo, a não ser através da continuação do próprio ato educativo. A descoberta nunca está feita. Está sempre a fazer-se. Por vezes, podemos optar pela facilidade imediata ou por uma eficiência momentânea, buscando, fora da educação, nalgum material que tenha prestígio científico, as respostas para as nossas questões.”

John Dewey

RESUMO

PROJETO INVESTIGATIVO INTERDISCIPLINAR CONEXÃO DELTA E AS POTENCIALIDADES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

AUTORA: Gracieli Dall Ostro Persich

ORIENTADOR: Luiz Caldeira Brant de Tolentino-Neto

O ensino por investigação (EI) é uma estratégia que busca favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas no ensino-aprendizagem de conceitos científicos, promovendo a construção de conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais que permeiam a compreensão da natureza da ciência. Isso pressupõe características imprescindíveis das atividades investigativas que se dirigem ao alcance dos objetivos da Alfabetização Científica (AC), tendo como meios e fins a formação cidadã. O EI facilita o ensino-aprendizagem por meio de observação, manipulação e experimentação, ao passo que motiva e estimula à reflexão, discussão, explicação, contemplando características das investigações científicas. Mediar a educação em ciências por meio de projetos revela que a função da escola vai além da propedêutica, buscando aproximações com a identidade dos alunos na via da contextualização. Evidencia a necessidade de ensinar e aprender de forma integrada, não fragmentada ou distante dos problemas vividos pelos alunos, pois leva em conta o que acontece fora da escola. Frente a isso, encontramos a interdisciplinaridade como um eixo integrador das políticas curriculares que norteiam o Ensino Médio: Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio e Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. As indicações dessas políticas públicas sugerem que a interdisciplinaridade, a contextualização e o ensino investigativo podem se organizar em projetos de investigação. Este trabalho apresenta resultados do projeto investigativo Conexão Delta, com abordagens interdisciplinares em Biologia, Geografia, História, Seminário Integrado e Sociologia, realizado por estudantes do Ensino Médio de uma escola pública estadual em Santo Ângelo (RS). O objetivo principal do projeto foi viabilizar atividades que colaborem com a educação em Ciências por meio de metodologias inovadoras e diferenciadas, com práticas laboratoriais de baixo custo, usando as Tecnologias de Informação e Comunicação para o estudo contextualizado de recursos hídricos. Foi produzida uma Sequência de Ensino Investigativa que orientou os passos do desenvolvimento das atividades. Analisamos as respostas dos estudantes a um questionário para entender como eles avaliaram seu envolvimento e suas opiniões acerca das atividades. Os resultados estão de acordo com a proposição de que as atividades de ensino baseadas em investigação envolvem e interessam aos estudantes, porque apresentam uma alternativa às metodologias de ensino tradicional. Os alunos sentem-se parte importante do processo de ensino-aprendizagem e engajam-se nas atividades que envolvem o estudo contextualizado da realidade. Ao refletirmos as funções da escola para além da instrução de conteúdo, pensamos que o ensino científico deve estar permeado de sentidos já que o entendimento dos conceitos permite a compreensão dos fenômenos cotidianos para ampliar a interpretação do mundo. Defendemos as atividades investigativas organizadas em projetos com abordagens interdisciplinares para que estudantes participem ativamente como construtores das práticas e protagonistas das investigações, utilizando os conhecimentos produzidos de forma autônoma e flexível na via da emancipação. Assim, promove-se aprendizado científico para além da aprendizagem de conceitos, favorecendo a AC, educação ambiental e compreensão da natureza da ciência.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Pedagogia de projetos. Interdisciplinaridade. Contextualização. Sequência de Ensino Investigativa. Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio.

ABSTRACT

INTERDISCIPLINARY INQUIRY-BASED PROJECT *CONEXÃO DELTA* AND THE POTENTIALITIES OF INQUIRY-BASED LEARNING IN HIGH SCHOOL

AUTHOR: Gracieli Dall Ostro Persich

ADVISER: Luiz Caldeira Brant de Tolentino-Neto

Inquiry-based learning is a strategy that aims to promote the development of cognitive abilities in teaching-learning of scientific concepts, promoting the construction of conceptual, attitudinal and procedural knowledge that permeate the understanding of nature of science. This presupposes essential characteristics of the inquiry-based activities that aim to reach the goals of the scientific literacy, having as means and ends the citizen education. The inquiry-based learning facilitates teaching-learning through observation, manipulation and experimentation, while it motivates and stimulates reflection, discussion, explanation, contemplating characteristics of scientific investigations. To mediate science education through projects reveals that the school function goes beyond the propaedeutics, looking for approximations with the students' identity in the way of contextualization. It shows the need to teach and learn in an integrated, non-fragmented or distant way of the problems experienced by students, because it considers what happens outside of school. Faced with this, we find interdisciplinarity as an integrating axis of curricular policies that guide High School: National Pact for Strengthening High School and National Curricular Parameters for High School. The indications of these public policies suggest that interdisciplinarity, contextualization and investigative teaching can be organized in research projects. This work presents results of the investigative project *Conexão Delta*, with interdisciplinary approaches in Biology, Geography, History, Integrated Seminar and Sociology, carried out by High School students of a state public school in *Santo Ângelo (RS)*. The main goal of the project was to develop activities that collaborate with science education through innovative and differentiated methodologies, with low-cost laboratory practices, using information and communication technologies for the contextualized study of water resources. We produced a sequence of investigative teaching that guided the steps of the development of activities. We analyzed students' responses to a questionnaire to understand how they rated their involvement and their opinions about activities. The results are consistent with the proposition that inquiry-based teaching activities involve and interest students because they present an alternative to traditional teaching methodologies. Students feel an important part of the teaching-learning process and engage in activities that involve the contextual study of reality. When we reflect the functions of school beyond the instruction of contents, we think that scientific teaching must be permeated by senses, because the understanding of concepts allows the understanding of everyday phenomena to broaden the interpretation of the world. We defend the research activities organized in projects with interdisciplinary approaches for students to participate actively as constructors of the practices and protagonists of the investigations, using the knowledge produced in an autonomous and flexible way in the path of emancipation. Thus, it promotes scientific learning beyond the learning of concepts, favoring scientific literacy, environmental education and understanding of the nature of science.

Keywords: Inquiry Based-Learning. Pedagogy projects. Interdisciplinarity. Contextualization. Inquiry-Based Teaching Sequences. National Pact for the Strengthening of Secondary Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa conceitual da proposta de ensino por investigação.....	42
Figura 2 – Planilha de dados elaborada pelos estudantes.....	108
Figura 3 – Mapa com os pontos de coletas localizados pelos estudantes.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos participantes em relação à idade.....	104
Tabela 2 – Distribuição dos estudantes em relação ao sexo.....	105
Tabela 3 – Ocupação dos estudantes.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – A evolução das tendências no ensino de Ciências ao longo das décadas.....	32
Quadro 2 – Organização da pesquisa-ação.....	59
Quadro 3 – Organização das atividades investigativas.....	72
Quadro 4 – Etapas que compõem uma atividade investigativa.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EI	Ensino por Investigação
AC	Alfabetização Científica
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
PNFEM	Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
EUA	Estados Unidos da América
NSF	Fundação Nacional de Ciências
LDB	Lei de Diretrizes e Básicas da Educação Nacional
LAPEF	Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física
USP	Universidade de São Paulo
AAAS	Associação Americana para o Avanço da Ciência
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
PISA	Programme for International Student Assessment
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ROSE	The Relevance of Science Education
IDEIA	Grupo Inter-institucional Desempenho Escolar e Inclusão Acadêmica
PPGECQVS	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
GAP	Gabinete de Projetos
CE	Centro de Educação
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
CMSM	Colégio Militar de Santa Maria
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
URI	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
PROEMI	Programa Ensino Médio Inovador
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
ONG	Organização Não Governamental
IBSE	Inquiry-Based Science Education
EMEF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos PCN
CRE	Coordenadoria Regional do Ensino
CPERS/Sindicato	Centro dos Professores do Estado do Rio Grande do Sul
EMATER/RS	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
ARFOM	Associação de Reflorestamento
COMDEMA	Conselho Municipal do Meio Ambiente
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Manual do projeto Conexão Delta	137
Apêndice B – Casos investigativos	157

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 ORIGENS E PERSPECTIVAS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	18
2.1 O SURGIMENTO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	18
2.2 A ESCOLA NOVA E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO BRASIL	21
2.3 OS REFLEXOS DA ESCOLA NOVA NAS POLÍTICAS CURRICULARES ATUAIS ...	33
3 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	38
3.1 CARACTERÍSTICAS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	39
3.2 COMPREENSÃO DE NATUREZA DA CIÊNCIA E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	42
3.3 PROJETOS DE TRABALHO	46
3.4 O INTERESSE DOS ESTUDANTES	49
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	54
4.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	54
4.2 COMO SURTIU O PROJETO CONEXÃO DELTA	64
4.3 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	65
4.4 A PRODUÇÃO DOS DADOS	66
4.4.1 A escola e os estudantes	67
4.4.2 As professoras.....	69
4.4.3 A construção da sequência de ensino investigativa.....	70
4.4.4 O projeto Conexão Delta	70
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	75
5.1 CARACTERÍSTICAS DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	77
5.2 RELAÇÕES DAS POLÍTICAS CURRICULARES COM O PROJETO CONEXÃO DELTA.....	85
5.3 A VOZ DOS ESTUDANTES SOBRE O PROJETO CONEXÃO DELTA	103
5.4 PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS	115
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	117
REFERÊNCIAS	127
APÊNDICE A – MANUAL DO PROJETO CONEXÃO DELTA	137
APÊNDICE B – CASOS INVESTIGATIVOS	157

1 INTRODUÇÃO

O ensino-aprendizagem significativo em Ciências representa um desafio na atualidade, diante dos avanços tecnológicos que tomam cada vez mais a atenção dos jovens. Um ensino científico que tenha significado na vida das juventudes deve abordar assuntos de seu interesse. Essa abordagem requer estratégias de ensino que envolvam os estudantes de forma ativa e dinâmica, não se tratando apenas de memorização de conceitos.

Para suprir as necessidades de aprendizagem e preencher vazios em relação ao que se deve aprender na escola, os professores precisam estar em constante formação. A busca por metodologias, estratégias e abordagens didáticas que invistam em aprendizagem ativa deve ser tarefa inerente ao trabalho educativo. Nessa ótica, para atender às exigências da educação escolar para a cidadania, é preciso atualizar-se em relação às descobertas científicas, conhecimentos que se modificam ao longo da história da humanidade e os adventos tecnológicos que fazem parte do nosso cotidiano.

A procura por formas atrativas de trabalhar o conteúdo motiva-nos a questionar a eficácia do ensino tradicional em relação aos conhecimentos básicos que os jovens deveriam construir para interpretar o mundo. É habitual propor o ensino e a aprendizagem pela memorização de teorias e conceitos e a reprodução de explicações. O questionamento desses costumes e hábitos no ensino científico tem-nos conduzido à refletir sobre a prática pedagógica e a pesquisar inovações que, ao serem implantadas no cotidiano escolar ao longo do tempo, facilitam a didática da educação em Ciências.

Frente a isso, o Ensino por Investigação (EI) é uma estratégia que permite a construção de um ensino significativo porque relaciona o cotidiano dos jovens aos conceitos que explicam fenômenos da natureza. As atividades investigativas valorizam a curiosidade como característica inerente à juventude, usando-a como potencial motivadora para a elaboração de questionamentos, a construção de explicações, a argumentação na interpretação da realidade para a tomada de decisões. O ensino investigativo induz à problematização do contexto para significar o conhecimento escolar. Assim, o jovem toma consciência das limitações de seus saberes prévios e parte em busca da ampliação dos conhecimentos, usando como guia as práticas que potencializam a aprendizagem ativa para a Alfabetização Científica (AC).

O EI proporciona que os estudantes compreendam a natureza do conhecimento científico e vivenciem os procedimentos valorizados pela Ciência para realizar descobertas. O cenário atual da educação brasileira demanda que os professores façam uso de artifícios que

fazem parte do dia a dia dos estudantes. Isso implica reconhecer a importância de utilizar Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para a promoção da AC, pois o ensino de Biologia faz sentido quanto valoriza a inquietação como impulso para o questionamento, para a busca, para a crítica reflexiva, o que caracteriza o ensino científico problematizador.

Essa forma de trabalho contempla a produção dos saberes e a progressão dos conhecimentos científicos ao longo da história da humanidade, pois situa o educando como agente capaz de atuar e transformar por meio da construção do conhecimento. Isso vai ao encontro com os objetivos da formação cidadã: proporcionar a percepção de que a cultura e a ciência são construtos sociais e cada estudante contribui de forma individual e coletiva para esse processo histórico.

Essa visão remete às possibilidades dos projetos de trabalho na educação básica. Essa forma de abordar o conteúdo ainda não é amplamente representativa no Ensino Médio das escolas brasileiras. Em contrapartida, as políticas curriculares nacionais valorizam as práticas interdisciplinares e sinalizam para que essas sejam desenvolvidas na configuração de projetos para a contextualização do conhecimento. Diante desses argumentos, emerge o problema desta pesquisa: **Quais são os potenciais do Ensino por Investigação no Ensino Médio na promoção da cidadania por meio da Alfabetização Científica?**

Pode-se formar os jovens para e na cidadania, conforme os objetivos da AC, configurando o currículo da educação básica em projetos de trabalho com abordagens interdisciplinares, integrando a pesquisa às metodologias em campo e laboratório. Assim, justificamos a importância dessa pesquisa para investigar as potencialidades do EI no Ensino Médio e as recomendações dos documentos curriculares atuais. Também busca-se identificar de que forma os estudantes compreendem as atividades investigativas no cotidiano escolar.

A partir das revisões teóricas realizadas, compreende-se que, acima de qualquer propósito, o EI pode contribuir para a formação cidadã por meio da integração da pesquisa com as TIC, criando espaços de aprendizagem com a construção da criticidade e da reflexão. Além disso, essa estratégia de ensino proporciona o trabalho coletivo e a intervenção na comunidade, características inerentes à formação cidadã.

Frente ao problema de pesquisa, surgiram hipóteses que foram analisadas por meio de criteriosas leituras e pelo desenvolvimento de práticas investigativas na forma de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Uma hipótese era que “o EI favorece a formação cidadã, promovendo AC na construção do conhecimento científico”. A outra hipótese era: “as políticas curriculares atuais contemplam a investigação como uma forma de educar em

Ciências com vistas à formação cidadã por meio da contextualização e da interdisciplinaridade”.

O trabalho tem a intenção de contribuir para a compreensão de como o EI pode ser viabilizado no Ensino Médio. O objetivo geral foi analisar o desenvolvimento do projeto investigativo Conexão Delta para a construção de conhecimentos científicos de forma contextualizada, visando a promoção da AC por meio do EI com abordagens interdisciplinares. Nessa via, encontram-se relacionados os seguintes objetivos específicos:

- investigar de que forma as atividades investigativas estão contempladas nas políticas curriculares para o Ensino Médio brasileiro;
- identificar as opiniões dos estudantes participantes do projeto Conexão Delta sobre as práticas investigativas desenvolvidas;
- promover a integração das TIC no ensino-aprendizagem;
- contribuir para a formação cidadã por meio da AC.

Esse trabalho será desenvolvido na forma desta dissertação organizada em cinco capítulos. O primeiro capítulo caracteriza o processo histórico de construção do ensino por investigação no cenário mundial, perpassando pelo surgimento do movimento escolanovista no Brasil e seus impactos para a educação até a contemporaneidade, especialmente quanto à elaboração das políticas curriculares para a educação básica. O segundo capítulo aponta a conceitualização de ensino por investigação, as características das atividades investigativas e seus potenciais para a compreensão de natureza da ciência. Além disso, situa a possibilidade da abordagem da educação em Ciências em projetos de trabalho e sinaliza a importância de considerar o interesse dos estudantes no ensino-aprendizagem. O capítulo três apresenta os procedimentos metodológicos sobre os quais erigiu-se a pesquisa, a escola participante do projeto Conexão Delta, as professoras envolvidas e como se deu o processo de produção dos dados. No capítulo quatro são feitas as análises e discussões que permeiam a construção e a caracterização da SEI que constitui o projeto, debatendo o que trazem as políticas curriculares: Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio (PNFEM) e Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a respeito das atividades de investigação para o Ensino Médio. Também debate-se as opiniões dos estudantes participantes do projeto e a produção de recursos didáticos. Por fim, o capítulo cinco sugere as perspectivas do projeto e as contribuições para a educação em Ciências.

2 ORIGENS E PERSPECTIVAS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

2.1 O SURGIMENTO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Ao avaliarmos o EI ao longo da história da educação científica, percebemos que essa estratégia de ensino¹ não se trata de inovação. Deboer (2006) relata que o EI faz parte das perspectivas educacionais desde pelo menos metade do século XIX. Foi nessa época que as escolas públicas foram criadas na França e a educação em Ciências no currículo escolar ainda tinha caráter embrionário (DEBOER, 2006). Em tempo, eminentes cientistas europeus e norte-americanos passaram a reivindicar o aumento de sua participação nas definições curriculares para que os estudantes fossem instruídos sobre como realizar investigações científicas.

Por volta da metade do século XIX os conteúdos oferecidos pela escola pública andavam lado a lado com os avanços na economia e na sociedade. O conhecimento técnico-científico passou a ser priorizado para a promoção do desenvolvimento social, ficando estabelecido que esse conhecimento deveria ser privilegiado na educação básica. Nessa perspectiva positivista, a Ciência era vista como único meio para promover o desenvolvimento da humanidade. No contexto brasileiro, a escola era um poderoso instrumento civilizador, responsável pela disseminação das Ciências para o povo. Essa tentativa é percebida na proposta da Reforma Benjamin Constant de 1891², a qual foi uma tentativa de substituir o currículo acadêmico de cunho humanístico por outro de natureza enciclopédica.

Até metade do século XIX os objetivos da educação em Ciências limitavam-se à valorização do desenvolvimento individual. Isso incluía uma familiarização com os fatos e princípios da Ciência que fossem importantes para viver na época, utilizando o raciocínio indutivo para interpretar a realidade. Todavia, até a metade do século XX a educação científica passou a ter significados voltados para valores sociais: adotou-se uma perspectiva

¹ O EI é tratado por diferentes autores como abordagem, estratégia, metodologia e/ou perspectiva. Entendemos EI como uma estratégia didática porque é um caminho elaborado para alcançar os objetivos da AC, tendo como meios e fins a formação cidadã.

² A reforma tinha como princípios a liberdade e a laicidade do ensino e a gratuidade da escola primária, objetivando acabar com cursos preparatórios e exames parcelados, buscando um currículo formativo e em regime seriado para o Ensino Médio. Da mesma forma que a República não consolidou a democracia, essa reforma não estabeleceu o currículo científico formativo, também não garantiu a educação popular: a sociedade permanecia excludente, bem como a educação, pois não havia escola para todos ou o acesso não era permitido a todos (DELANEZE, 2006).

pragmática com a finalidade de atender às necessidades da sociedade emergente (DEBOER, 2006).

Ainda nos anos 1900, os livros didáticos determinavam a forma de ensinar por meio de métodos prescritivos. Diante do desafio da educação em Ciências como instrumento para a cidadania, o EI³ foi proposto no contexto norte-americano em 1910 pelo filósofo e educador John Dewey. Tal estratégia tinha por essência favorecer a prática de investigação para propiciar que os alunos desenvolvessem habilidades cognitivas ao aprender os conteúdos específicos (BARROW, 2006). Surgiu da discordância de Dewey em relação ao modelo de ensino pautado na transmissão e no acúmulo de informações. O educador sustentou a ideia de que a Ciência é mais do que um corpo de conhecimentos a ser aprendido e que deveria implicar na aprendizagem de processos ou métodos usados pelos cientistas.

A perspectiva de EI ganhou forças na segunda metade do século XX. Segundo Sá (2009), o educador Joseph Schwab parece ter sido uma voz influente até metade deste século, ao expor que a Ciência era constituída por estruturas conceituais e procedimentos construídos e reformulados no percurso da história. Ele argumentava que o ensino e a aprendizagem da Ciência tinham que refletir essa forma de compreender os conhecimentos científicos, assinalando que os professores deveriam apresentar a Ciência como investigação mobilizando os estudantes a utilizarem os processos de investigação para construir conhecimentos. Schwab reivindicava aos professores maior importância para o laboratório e para o uso de experiências para conduzir suas aulas, previamente à introdução de explicações de conceitos e princípios científicos.

Inquieto quanto à forma como vinha acontecendo a educação científica, Dewey criticava o sistema de ensino e o sistema econômico, social e político. Ele argumentava que por meio da utilização dos métodos científicos era possível refletir a respeito da atuação das pessoas em questões sociais e morais, uma vez que os conhecimentos advinham da experiência acumulada ao longo da vida. Também afirmava que o pensamento funcionava no concreto como um efeito da necessidade de ajustamento do homem ao ambiente (LOURENÇO FILHO, 1978). Por isso, essa visão é percebida como instrumentalista, uma vez que Dewey fazia uso da metáfora de que a Ciência se constituía, na prática, em um instrumento para o progresso (RUDOLPH, 2005), a serviço da sociedade para atender às

³ O termo tem a denominação original em inglês *inquiry based-teaching* e tem origens diversas, mas foi o filósofo John Dewey quem passou a utilizar o termo como tal, sendo seu significado disseminado amplamente nos anos 1960 com a aceitação das ideias construtivistas.

necessidades humanas (SANTOS, 2011). Essa visão foi posteriormente denominada pragmatismo (JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Definida por Libâneo (1990) como uma tendência liberal renovada progressista, o pragmatismo vê na escola o papel de preparar o aluno para assumir seu papel na sociedade, defendendo-se a ideia de “aprender fazendo”. Essa pedagogia centrava-se no aluno levando em conta os seus interesses, valorizando as tentativas experimentais, a pesquisa, a descoberta, o estudo do meio natural e social. Assim, a aprendizagem se constituiria numa atividade de descoberta, uma autoaprendizagem, sendo o ambiente um meio estimulador. Isso aconteceria por meio da descoberta pessoal, passando a fazer parte da estrutura cognitiva para ser mobilizado em novas situações, numa visão piagetiana.

A didática progressista primava pelo ensino centrado na vida, na atividade, aliando teoria e prática, vendo o aluno como participante ativo no processo de aprendizagem (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Dewey tornou-se símbolo para as ideias progressistas na educação científica. Na literatura encontramos muitas denominações associadas à pedagogia ligada ao pensamento deweyano, por exemplo: Pedagogia Ativa, Escola Ativa, Escola Nova, Escola do Trabalho, Aprendizagem por Projetos e Aprendizagem por Resolução de Problemas.

Dewey ponderava que a Ciência englobava um conjunto de diretrizes para observação, reflexão e verificação, por meio do qual as verdades vigentes poderiam ser questionadas e debatidas, proporcionando uma educação científica para a promoção da consciência cidadã em busca do acesso democrático à educação básica. Ele recomendou a inclusão do EI pensando um ensino no qual os estudantes seriam convidados a participar ativamente em sua aprendizagem, pois ele acreditava que a educação científica se encontrava pautada no destaque ao ensino de fatos, sem estimular o raciocínio e as habilidades mentais (BARROW, 2006).

William Heard Kilpatrick, adepto das ideias de Dewey, em 1918 apresentou o método de instrução por projetos. Nessa metodologia estavam contempladas práticas instrucionais diversas, com destaque para o trabalho no laboratório para a solução de problemas do mundo real, conduzindo os estudantes a explorarem os problemas de suas casas e na sua comunidade (RUDOLPH, 2005). As aulas de Ciências Naturais eram o lugar ideal para o desenvolvimento do método de projetos pelas possibilidades de uso do laboratório, pois este espaço era visto como o mais propício para atividades de investigação científica (SANTOS, 2011).

A tendência pedagógica que defendia os estudantes como sujeitos da própria aprendizagem tomou o lugar das concepções e práticas educativas predominantes no final do

século XIX e começo do século XX. Considerava-se a individualidade e as particularidades psicológicas de cada educando, bem como suas necessidades e interesses. Entretanto, existe uma crítica a essa pedagogia por almejar à adaptação social, reduzindo a educação a fins sociais pragmáticos, sendo considerada um método de ensino similar ao método investigativo positivista, no qual o professor é reduzido a mero organizador de experiências em função apenas dos interesses dos alunos. Contudo, esta é uma concepção equivocada que pode acarretar uma formação esvaziada de conteúdos científicos e sentido social crítico (ZANATTA, 2012).

Na perspectiva deweyana, a escola assume a responsabilidade de organizar as condições pedagógicas na via de possibilitar ao aluno a vivência de experiências significativas, encontrando no pensamento reflexivo a melhor maneira de pensar e “examinar mentalmente o assunto e dar-lhe considerações sérias e consequentes” (TIBALLI, 2003, p.10).

Na concepção de currículo como uma construção social, política e histórica, tradutora das necessidades e visões de mundo numa perspectiva histórica, percebemos que John Dewey contribuiu significativamente para o ensino de Ciências em âmbito mundial. Suas ideias colaboraram para a disseminação do EI na educação básica, o que influenciou a construção curricular brasileira, anos após suas primeiras considerações sobre a relevância de trabalhar a natureza da Ciência nos conteúdos científicos.

A partir dessa visão, explicitaremos o cenário social, político e econômico em nosso país sob o qual erigiu-se o EI com o intuito de tecermos relações entre a demanda científica e tecnológica e a valorização dessa estratégia de ensino.

2.2 A ESCOLA NOVA E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO BRASIL

O campo do currículo no Brasil começou a se consolidar nos anos 1920 quando ocorria a disseminação do pragmatismo na América do Norte e na Europa, o que exerceu influência no cenário educacional brasileiro até o início dos anos 1970.

Na década de 1920 despontou a combinação de ideias tecnicistas e progressistas, quando o instrumentalismo deweyano era usado na educação como método de atender a demanda do mercado de trabalho. Isso produziu a valorização do ensino técnico, adaptado para o contexto das necessidades de profissionalização e modernização no Brasil, gerando o movimento tecnicista. Nessa conjuntura, o pragmatismo influenciou a construção curricular

em nosso país indicando reflexões sobre um rompimento com as limitações da educação baseada no ensino enciclopédico (a escola tradicional) (MOREIRA, 2012; SAVIANI, 1988). Preocupava-se em reformar o cenário educacional voltado aos interesses da pedagogia experimental, primando a evolução nas Ciências Biológicas para estudo do desenvolvimento infantil, assim como a relação da educação com a reorganização econômica para acelerar o processo de industrialização (SANTOS; PRESTES; DO VALE, 2006).

A introdução do ensino investigativo no Brasil ganhou espaço em consequência do pensamento progressista que atribuía à educação a construção de uma sociedade fundamentada na democracia, tendo as principais ideias introduzidas no país pelo Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova de 1932 (ALVES, 2013). Conhecido como movimento das Escolas Novas, essas surgiram primeiramente em instituições privadas da Inglaterra, França, Suíça, Polônia, Hungria e outros países após 1880, havendo nesses moldes duas tentativas de implantação no Brasil: no Rio de Janeiro em 1897 e em São Paulo em 1914 (LOURENÇO FILHO, 1978).

Nas décadas de 1920 e 1930, educadores norte-americanos definiram aspectos que delinearam o movimento escolanovista no Brasil. Almejava-se novos caminhos para a educação que andava “fora de ritmo” com o advento da Ciência e das tecnologias. Os manifestantes ou pioneiros sugeriam uma escola democrática centrada na atividade e na produtividade, na qual cada parte envolvida teria liberdade individual e direito de escolha na condução das decisões que contribuiriam para toda a sociedade (SANTOS; PRESTES; DO VALE, 2006).

Nesse contexto,

as reformas elaboradas pelos pioneiros representaram um importante rompimento com a escola tradicional, por sua ênfase na natureza social do processo escolar, por sua preocupação em renovar o currículo, por sua tentativa de modernizar métodos e estratégias de ensino e de avaliação e, ainda, por sua insistência na democratização da sala de aula e da relação professor-aluno. Apesar da expressa preocupação com reconstrução social, a maior contribuição das reformas acabou por limitar-se a novos métodos e técnicas. Essa ambiguidade poder ser interpretada como refletindo, em certo grau, as necessidades da ordem industrial emergente, as ideias liberais dominantes e a influência do processo de modernização das escolas americanas e europeias (MOREIRA, 2012, p.77).

O movimento teve como um dos fundadores o educador baiano Anísio Teixeira. As reformas educacionais realizadas no campo do currículo em seu estado natal o levaram a estudar na pós-graduação com John Dewey, na Universidade de Columbia, nos Estados Unidos da América (EUA), de 1927 a 1929. Com essa experiência, ele reuniu subsídios para

divulgar no Brasil o progressismo voltado para a educação, atribuindo importância para o currículo centrado em disciplinas que deveriam ser “instrumentos para o alcance de determinados fins, ao invés de fins em si mesmas, sendo-lhes atribuído o objetivo de capacitar os indivíduos a viver em sociedade” (MOREIRA, 2012, p.74).

O pragmatismo voltava-se para o concreto, para os fatos, para a ação. Em corroboração com esse pensamento, Anísio Teixeira via a educação como uma possibilidade capaz de provocar as transformações necessárias à modernização do Brasil (SANTOS; PRESTES; DO VALE, 2006). É nesse sentido que os pragmatistas viam a educação com o significado de “aprender fazendo”.

Na época, as instituições de ensino não atendiam às demandas da sociedade emergente, o ensino passou a ser visto como um instrumento de construção social e política (LOURENÇO FILHO, 1978). Destacavam-se duas importantes razões para a efetivação das Escolas Novas no Brasil: a escola deveria facilitar aos alunos o acesso ao conhecimento, constituindo-se em “um bem por si mesma”; a criança vinha sendo ignorada como o sujeito para quem a escola existia, do ponto de vista do conhecimento. Esse pensamento denunciava a ineficácia e a inadequação dos métodos adotados pelos professores até então e muitos estudiosos passaram a dedicar maior atenção para repensar a aprendizagem (ZAMUNARO, 2006).

Para Dewey, o progresso social estava intrinsecamente relacionado ao desenvolvimento intelectual, sendo a escolarização o ponto de partida. Esse pensamento desenvolveu-se diante da descentralização e decréscimo do poder da igreja e outras instituições sobre a educação (TEITELBAUM; APPLE, 2001). Assim, afirma-se que a educação é democrática quando a escola fornece instrumentos para todos os membros da sociedade possibilitando o pensamento reflexivo⁴ para o desenvolvimento não só dentro da escola, mas especialmente na vida fora dela. Assim, o filósofo descreve a educação como um processo de vida⁵, que representa a realidade vivenciada pelos educandos no dia a dia e não uma preparação para a vida futura.

⁴ As Escolas Novas tinham por característica geral, resumidamente, quanto à formação intelectual, procurar abrir o espírito para julgamentos motivados por uma cultura geral e não pela acumulação de conhecimentos memorizados, promovendo o desenvolvimento do espírito crítico por meio da aplicação do método científico - observação, hipótese, comprovação, lei, sendo o ensino baseado sobre os fatos e a experiência (LOURENÇO FILHO, 1978).

⁵ “Vida e educação tornam-se uma e a mesma coisa. Todos os argumentos imaginados para justificar a educação como preparação para a vida concorrem, em última análise, para sustentar essa tese. Aceitando tais fundamentos, a educação deve fundar-se na vida tal como ela existe. E, se o ato com um fim em vista faz da educação a vida, não podemos perguntar se a melhor preparação para ela não será também a prática normal da própria vida?” (DEWEY apud LOURENÇO FILHO, 1978, p.204).

Nesse contexto, as escolas brasileiras têm conformações que se desenvolveram em consonância com a proposta do movimento escolanovista, tendo como legado importantíssimo o reconhecimento do protagonismo do estudante, visando dar voz ao aluno ao mesmo tempo em que desenvolve o pensamento científico (SANTOS; PRESTES; DO VALE, 2006).

Em concordância com as visões históricas delineadas por Santos, Prestes e do Vale (2006), o cenário brasileiro na década de 1930 pode ser descrito como uma época de mudanças significativas na política, economia e na sociedade subsequentes ao processo de urbanização e expansão da cultura cafeeira, sob influência do desenvolvimento industrial. As pessoas movimentavam-se para as cidades em busca de melhores condições de trabalho, dirigidas pelo capitalismo emergente, fundando uma sociedade cada vez mais produtora e, em decorrência disso, consumidora. Da mesma forma que as mentalidades mudavam, as perspectivas educacionais adquiriam conformações para atender aos interesses do capitalismo, de maneira a garantir o desenvolvimento do país. Assim, a educação ganhava um caráter de instrumento controlado pela burguesia, colocando o Estado na posição de responsável pela educação do povo nos moldes de uma ideologia liberal. Era essa configuração social que Dewey criticava.

Anísio Teixeira via na escola uma forma de inserir na sociedade pessoas aptas a agir segundo os princípios da própria liberdade e da responsabilidade diante do coletivo (SANTOS; PRESTES; DO VALE, 2006). As conclusões, na época, quanto à ineficiência do ensino escolar geraram indagações que conduziram os pesquisadores a pensar em um ensino científico que desse aos educandos o preparo para indagar e resolver problemas com conhecimentos próprios, buscando construir uma escola pautada na busca de soluções (TEIXEIRA, 2000).

Todavia, uma das críticas ao progressismo refere-se à ideia de aluno criativo e ativo e de professor facilitador, romantizando essa perspectiva e atrelando os objetivos da educação ao surgimento de uma justiça social reparadora, que remetesse à manutenção do *status quo* social, uma vez que o acesso à educação ainda não se encontrava universalizado (GARCIA; MOREIRA, 2012). Nessa compreensão, a escola era vista como uma extensão da vida da criança, ou seja, uma “minissociedade” cujas preocupações com os problemas sociais eram valorizadas em detrimento das tarefas de ensino e aprendizagem.

Os escolanovistas passaram a perceber que mudanças significativas seriam necessárias à configuração da educação progressista para suprir um ensino que levasse em consideração as necessidades de aprendizagem e a realidade dos estudantes, mas que ao mesmo tempo visse

o professor como um especialista, capaz de orientar a aprendizagem apresentando fatos e direcionando a construção de conhecimentos. Sob essa perspectiva, a renovação didática da época propunha a recriação das escolas ativas.

Partindo desse pressuposto, os educadores escolanovistas defendiam que o ensino poderia ser orientado pela pesquisa, facilitando aos alunos a ampliação dos conhecimentos acerca dos conteúdos, construindo aprendizagens e não apenas memorizando o discurso dos professores (ZAMUNARO, 2006). Os educadores das Ciências da Natureza ligados a esse movimento defenderam a centralidade da escola na construção do conhecimento compreendendo a importância do estudo científico vinculado à pesquisa. Enfatizavam a observação aliada à experimentação (SANTOS, 2011) sob a ideia da formação de “pequenos cientistas” em benefício do desenvolvimento às custas da Ciência. Essa característica foi disseminada nos currículos escolares brasileiros com maior ênfase nos anos 1960 e 1970, quando o período da ditadura afetou significativamente a configuração do ensino no Brasil.

A Reforma Francisco Campos (1931-1932), durante o governo provisório de Getúlio Vargas, entre outras atribuições, criou o Conselho Nacional de Educação e definiu a organização do ensino superior e do ensino secundário. Em relação ao último, as novas bases teriam o propósito de suplantiar a natureza propedêutica passando a abranger uma função educativa, moral e intelectual do adolescente. Via-se a necessidade de inovar o ensino de acordo com as demandas do desenvolvimento industrial. Segundo Silva e Pereira (2011), em consonância com a Reforma Benjamin Constant, o ensino secundário passou a ser seriado e constituído de dois ciclos: o curso fundamental (com duração de cinco anos, comum a todos os estudantes, tinha como objetivo preparar o homem para a vida em sociedade, formando o cidadão como um todo) e o curso complementar (com duração de dois anos, tinha o intuito de preparar o estudante para ingressar nos cursos superiores). Assim, ficou estabelecido um currículo enciclopédico e um sistema avaliativo marcado pela rigidez (ROMANELLI, 2007).

Krasilchik (2000) define que entre as décadas de 1950 e 1970 o método científico era caracterizado a partir da ideia da existência de uma sequência fixa e básica de comportamentos, cujos objetivos buscavam a identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, o que permitiria chegar a uma conclusão e levantar novas questões. Por isso a solução de problemas é um dos componentes essenciais do ensino de Ciências. Isso está explícito nas diferentes nomenclaturas para as estratégias e abordagens didáticas propostas, como “Ciência posta em prática”, “método da redescoberta”, “método de projetos”, que almejavam fazer questionamentos, encontrar

alternativas de resposta, planejar e organizar experimentos que permitissem optar por alguma resposta e partindo daí para produzir outros questionamentos, construindo conhecimentos (KRASILCHIK, 2000).

A denominação “Ensino por Investigação” é usada de forma ampla depois de 1950 por projetos curriculares apoiados pela Fundação Nacional de Ciências (NSF) dos EUA.

Nos anos 1950, em um período pós Segunda Guerra Mundial, a necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico provocou impactos significativos na sociedade, na economia em geral e inclusive no currículo escolar. Via-se nas abordagens didáticas anteriores a esse período que o ensino de Ciências tinha perdido o rigor acadêmico e não viabilizava o desenvolvimento intelectual dos alunos (DEBOER, 2006).

Segundo Grandy e Duschl (2007), o objetivo era estabelecer um currículo que desenvolvesse nos alunos a capacidade de pensar como cientistas e se preparar para uma carreira em Ciências, Matemática e Engenharia. Assim, surgiram discursos destacando a importância da investigação como perspectiva de ensino (KRASILCHICK, 2012), o que era um reflexo da situação mundial, com o início do período da Guerra Fria.

Deboer (1991) indica que a educação progressiva declinou ao final dos anos 1950 por causa da escassez de pessoal técnico durante a Segunda Guerra Mundial - havia uma demanda muito grande por cientistas e engenheiros. Os EUA viam a segurança nacional ameaçada em decorrência da Guerra Fria. Assim a educação norte-americana afastou-se das temáticas com relevância social e aproximou-se de um domínio das disciplinas tradicionais.

Segundo Krasilchik (2000), enquanto acontecia a Guerra Fria (anos 1960), os EUA fizeram investimentos inéditos de recursos humanos e financeiros para vencer a batalha espacial, já que a União Soviética havia lançado ao espaço, na órbita terrestre, o satélite Sputnik em 1957. Esses esforços foram mobilizados para produzir projetos de primeira geração no ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o Ensino Médio, tendo como justificativa a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço. Isso estava atrelado à educação básica na qual os cursos pudessem identificar e incentivar os jovens talentos a seguir carreiras científicas.

Até então, o ensino brasileiro era um modelo de transmissão de conhecimentos, no qual as aulas teóricas eram embasadas nos produtos finais positivos e benéficos da Ciência, caracterizando o conhecimento científico como um resultado, uma verdade acabada e absoluta (DELIZOICOV; ANGOTTI, 2000). Apesar dos esforços dos pensadores brasileiros que viam na filosofia deweyana melhores possibilidades para o desenvolvimento educacional, “não se discutia a relação da Ciência com o contexto econômico, social e político e tampouco os

aspectos tecnológicos e as aplicações práticas” (KRASILCHIK, 2012, p.21). Ou seja, valorizava-se o ensino científico propedêutico.

Para o Brasil, o escolanovismo trouxe propostas educacionais que visavam a transformação dos métodos tradicionais por metodologias ativas, proporcionando maior liberdade e autonomia para que o aluno participasse ativamente do processo de construção de conhecimentos. Tal perspectiva de ensino das Ciências possibilitaria a melhoria na qualidade do ensino escolar para facilitar o ingresso desses estudantes nas universidades, formando-se melhores profissionais aptos a contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Essa é uma das críticas ao modelo do progressivismo na educação, pois tinha-se como finalidade na educação básica a formação de uma elite instruída para aprimorar o Brasil (KRASILCHIK, 2012). Deboer (1991) sinaliza que ao final da década de 1960 um novo conceito emergiu: a AC, cujas proposições sugeriam novas ênfases no estudo da Ciência e suas relações com a vida e as ações humanas. Seria o “novo progressivismo”, nas palavras do autor.

No contexto educacional brasileiro de desenvolvimento econômico, mudanças sociais, crescente urbanização e necessidade de mão de obra qualificada, a primeira versão da Lei de Diretrizes e Básicas da Educação Nacional (LDB) foi publicada em 1961. Havia uma dualidade no ensino secundário de segundo ciclo (atual Ensino Médio): ao mesmo tempo em que existia um ensino de caráter propedêutico, voltado para as minorias da elite, havia um ensino profissionalizante para atender à demanda da revolução industrial, sendo que o laboratório e a realização de experimentos era priorizada em detrimento de aulas expositivas. A postura de investigação, observação de fenômenos, elucidação de problemas e introdução de aulas práticas começavam a ser enfatizados no ensino das Ciências, buscando que o aluno pesquisasse com o intuito de promover a sua participação na descoberta (KRASILCHIK, 2012), o que na verdade se constituía em reproduzir os passos dos cientistas na realização de experimentos científicos utilizando protocolos prontos com resultados previstos.

A primeira versão da LDB orientou muitas mudanças na década de 1960 ao permitir certa descentralização das decisões curriculares, que antes estavam concentradas no governo federal. Além disso, instituiu a presença da disciplina Ciências devido ao caráter universal, valor formativo e utilidade prática. A lei assumia uma concepção de crítica ao ensino tradicional, teórico, livresco e baseado na memorização, que induzia à passividade dos estudantes. Defendia um ensino mais atualizado, em sintonia com os avanços científicos e tecnológicos com a utilização de uma metodologia ativa, inspirada no escolanovismo, com

preponderância de aulas práticas em que os estudantes pudessem ‘aprender fazendo’, incorporando o processo de investigação científica na formação do cidadão. Assim, essa lei colaborou para a abertura de caminhos a serem trilhados para o processo de renovação no ensino de Ciências e Biologia (TEIXEIRA, 2008).

Em contrapartida, no período da ditadura militar, adotou-se um discurso voltado para a necessidade de modernizar o país. O ensino de Ciências era considerado componente essencial na formação dos trabalhadores, conforme orientava a Lei Federal nº 5.692 de 1971, que reformulou parcialmente a LDB de 1961. A promulgação dessa lei fixou as diretrizes e bases para a educação básica, de forma a servir à formação do trabalhador, permeando o currículo com disciplinas instrumentais/profissionalizantes. Isso determinou ainda mais a fragmentação do ensino, em meio à crise que se desenrolava na economia brasileira. Essa perspectiva educacional é o tecnicismo que incorpora fins práticos para a educação, visando uma formação para as necessidades do mercado de trabalho (KRASILCHIK 2000).

A disciplina de Ciências Naturais passou a ser obrigatória nas oito séries do primeiro grau e as Ciências Físicas e Biológicas passaram a ser oferecidas no segundo grau, abarcando Biologia, Física e Química (SILVA; PEREIRA, 2009). Essas disciplinas tinham a função de incentivar a desenvoltura do espírito crítico por meio do exercício do método científico, assim os cidadãos seriam formados para pensar de forma lógica e crítica sendo capazes de tomar decisões com base em informações e dados (KRASILCHIK 2000).

Até o início de 1970 as contribuições de Piaget, Dewey, Bruner, Vygotsky e outros pesquisadores cognitivistas influenciaram a configuração dos materiais didáticos. Nessa fase os grandes projetos de ensino gerados especialmente pelos norte-americanos e países europeus giravam em torno de envolver os alunos como protagonistas em atividades de caráter investigativo (SÁ; LIMA; AGUIAR JÚNIOR, 2011).

A investigação ascendeu nos currículos brasileiros a partir de meados dos anos 1970 e tem ganhado cada vez mais espaço como estratégia para o ensino de Ciências, caracterizando a aprendizagem a partir da concepção construtivista, centrando no aluno a construção de conhecimentos (ROCHA; SCHNETZLER, 2006). Nesse contexto, em concordância com o pensamento progressista de Dewey, a Ciência passou a ser pensada como um produto da realidade econômica, política e social, ao passo que o ensino científico deveria assumir a postura de fornecer subsídios para a interpretação crítica dessa realidade (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Nesse período a integração dos conteúdos começou a ser considerada interdisciplinaridade, dando forma às primeiras conceituações do termo,

constituindo-se num primeiro passo para a interação entre as pessoas, condição essencial para a efetivação de um trabalho interdisciplinar (ALVES, 2013).

O EI começou a desempenhar o papel de subsidiar o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas específicos que tinham importância social em detrimento de somente disciplinar o raciocínio indutivo que a Ciência priorizava até então, por meio do pensamento positivista. Para que isso começasse a ter efetividade possibilitando vivenciar a democracia, segundo Rodrigues e Borges (2008), a educação precisaria passar a fornecer as habilidades e a disposição para formular questões significativas e importantes para os jovens, pois uma vez que haja características colaborativas na sociedade democrática, os estudantes também precisam desenvolver a capacidade de investigar de forma cooperada.

No final da década de 1970 surgiram iniciativas como a criação do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LAPEF) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Dessa criação partiu a ideia para a formação, em 2001, do projeto ABC da Educação Científica – Mão na Massa, nos moldes do projeto francês *La Main à la pâte*⁶, que tem parcerias pelo mundo todo, incentivado pela Academia Brasileira de Ciências. Esse órgão tem incentivado desde meados de 2001 o desenvolvimento de projetos em educação em Ciências para promover a melhoria do ensino nas escolas brasileiras em todos os níveis, através de conhecimentos construídos por meio da investigação científica, o que se baseia no construtivismo e norteia os objetivos do projeto Mão na Massa.

Segundo Krasilchik (2000, p.89):

Entre 1960 e 1980, as crises ambientais, o aumento da poluição, a crise energética e a efervescência social manifestada em movimentos como a revolta estudantil e as lutas antissegregação racial determinaram profundas transformações nas propostas das disciplinas científicas em todos os níveis do ensino. As implicações sociais da Ciência incorporaram-se às propostas curriculares nos cursos ginásiais da época e, em seguida, nos cursos primários. Simultaneamente às transformações políticas ocorreu a expansão do ensino público que não mais pretendia formar cientistas, mas também fornecer ao cidadão elementos para viver melhor e participar do breve processo de redemocratização ocorrido no período. A admissão das conexões entre a Ciência e a sociedade implica que o ensino não se limite aos aspectos internos à investigação científica, mas à correlação destes com aspectos políticos, econômicos e culturais. Os alunos passam a estudar conteúdos científicos relevantes para sua vida, no sentido de identificar os problemas e buscar soluções para os mesmos.

⁶ Georges Charpak tomou a frente dessa iniciativa na França em 1996, propondo a renovação do ensino científico por meio do favorecimento da experimentação, observação e investigação para crianças, partindo de fenômenos e fatos do cotidiano, utilizando materiais simples. A proposta consistia em privilegiar uma interação entre ação e reflexão concretizada pela elaboração de um caderno de experiências, através do que seria possível desenvolver a educação científica e ações sociais, características inerentes de uma educação cidadã com debates entre as crianças, escuta recíproca e formação do pensamento crítico (CHARPAK, 1998).

Nos anos 1980 o ensino de Ciências esteve voltado para os resultados promovidos pelas mudanças sociais causadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico (KRASILCHIK, 2012). Numerosos estudos passaram a enfatizar o processo individual de construção do conhecimento por parte do aluno, tendo como base as teorias cognitivistas (Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel, entre outros), focadas na aprendizagem ativa dos alunos, principalmente quanto às suas concepções alternativas. Assim deixava-se de lado o comportamento passivo e receptivo e o ensino passava a ser visto como promotor de mudanças conceituais na estrutura cognitiva (SCHNETZLER, 2002).

Ao final dessa década nos EUA foi elaborado o projeto *Science For All Americans*, pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS). Na proposta, os autores recomendavam que o ensino de Ciências deveria estar a par com a natureza da investigação científica, definindo que os estudantes aprenderiam por meio de procedimentos como: observar, anotar, manipular, descrever, elaborar perguntas e buscar respostas para elas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Como Hodson (1993) aponta, as preocupações currículo eram focadas quase que exclusivamente na aquisição de conhecimento científico a fim de familiarizar os alunos com as teorias, conceitos e processos científicos. No entanto, na década de 1980 e 1990 a orientação foi modificada e passou a ser incluído no currículo componentes que orientam o ensino da Ciência para aos aspectos sociais e pessoais do próprio estudante (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Em decorrência da necessidade de aprimorar o progresso científico e tecnológico, em 1996 iniciou-se nos EUA o desenvolvimento do documento *National Science Education Standards* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000), funcionando como guia para a compreensão da investigação como uma atividade escolar na qual os alunos poderiam gerar conhecimento para compreenderem como os cientistas estudavam, entendendo como o conhecimento era gerado pela Ciência por meio da AC. Ao se envolver no *inquiry*, os estudantes descrevem objetos e eventos, fazem perguntas, constroem explicações e testam-nas em relação ao conhecimento científico atual e comunicam suas ideias aos outros. Eles identificam suas suposições, usam pensamento crítico e lógico e consideram explicações alternativas. Desta forma, os alunos desenvolvem ativamente sua compreensão da Ciência, combinando o conhecimento científico com raciocínio e habilidades de pensamento (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000).

Ao final dos anos 1990, no Brasil foram desenvolvidas as primeiras versões os PCN, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) conforme as normatizações da LDB. Estes são os

principais documentos norteadores das propostas para a educação básica, trazendo orientações que sinalizam a importância das estratégias de ensino que buscam a interpretação científica da realidade.

Diante do cenário de transformações na educação mundial, as influências que modificaram o pensamento educacional brasileiro conduziram nosso país a refletir acerca da necessidade de possibilitar a formação do professor reflexivo e pesquisador de sua própria prática educativa, pois o professor passou a ser visto como capaz de assumir o papel de pensar no que faz, de estar comprometido com a profissão, desenvolvendo autonomia, sendo participativo e reflexivo (VIEIRA, 2012).

As tendências principais que caracterizaram a evolução do ensino de Ciências no cenário mundial, de 1950 até os anos 2000, está resumido no quadro abaixo, adaptado conforme leitura de duas obras de Krasilchik (2000; 2012).

Quadro 1 - A evolução das tendências no ensino de Ciências ao longo das décadas

Tendências no ensino	Situação mundial				
	1950	1960	1970	1980	1990-2000
Objetivos da educação básica	Formar elite por meio de programas rígidos.	Formar cidadãos.	Formar trabalhadores.	Formar cidadão-trabalhador	Formar cidadão-trabalhador-estudante.
Influências no ensino	Escola Nova.	Comportamentalismo.	Comportamentalismo cognitivista.	Cognitivismo construtivista	Cognitivismo construtivista.
Concepção de Natureza da Ciência	Atividade neutra.	Ênfase na Ciência como um processo.	Valorização do pensamento lógico-crítico.	Produto do contexto econômico, político, social	Implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.
Metodologias recomendadas e objetivos do ensino de Ciências	Atividades no laboratório para transmitir informações atualizadas.	Atividades de laboratório mais discussões de pesquisa para vivenciar o método científico.	Projetos e resolução de problemas	Jogos, simulações, resolução de problemas	Atividades lúdicas e exercícios no computador, uso de internet para pesquisa.

Fonte: os autores, adaptado de Krasilchik; 2000, 2012.

Há contínuos esforços no ensino para que se construa uma abordagem da natureza da Ciência como um processo e o método científico como norteador das atividades em sala de aula. Contudo, o EI ainda não está bem estabelecido no Brasil, principalmente em decorrência de aspectos presentes na formação inicial de professores. Nos EUA há uma ênfase maior na utilização de atividades investigativas, sendo que em nosso país essa tendência é pouco predominante como estratégia didática. Da mesma forma, é pouco abordada nos documentos oficiais de ensino como aqueles que norteiam as políticas curriculares para a educação básica. Prevaecem as abordagens tradicionalistas do currículo, apesar de todas as mudanças e propostas ao longo das últimas décadas, não só no Brasil, mas também nos sistemas educacionais de países em vários níveis de desenvolvimento.

Esses pressupostos indicam uma admissão de que o objetivo do ensino é basicamente transmitir informações, sendo que cabe ao professor apresentar a organização do conteúdo de forma atualizada de maneira a facilitar a aquisição de conhecimentos. Essa é uma perspectiva enciclopédica, pois a criticidade e a reflexão ganham espaço limitado no cotidiano da sala de aula. Em contrapartida, o EI é uma alternativa ao ensino tradicional baseado na memorização. O estabelecimento dessa estratégia didática constitui-se em um desafio para a atualidade.

2.3 OS REFLEXOS DA ESCOLA NOVA NAS POLÍTICAS CURRICULARES ATUAIS

Ao refletirmos sobre as transformações sociais, políticas e econômicas que ocorreram no Brasil desde os anos 1930, desejamos dialogar com as possibilidades que as políticas curriculares trazem para o fazer pedagógico. Nesse sentido, é importante considerar as mudanças possíveis promovidas pela Escola Nova, vindo a contribuir com a educação básica, especialmente na consolidação da escola pública como espaço de construção de aprendizagens e contextualização dos saberes. Assim, o movimento escolanovista trouxe influências significativas para a reformulação da LDB refletindo nas políticas curriculares atuais de valorização das juventudes para a transformação social.

O EI passou por modificações ao longo das décadas em função das demandas políticas, econômicas e sociais que influenciaram no cenário educacional a nível mundial. Percebemos uma ênfase maior no uso de atividades investigativas pelos norte-americanos, visto que no Brasil essa é uma tendência ainda pouco predominante e menos enfatizada nos documentos oficiais de ensino (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Uma das heranças significativas da Escola Nova é o caráter socializador que confere à educação, ou seja, aprende-se em sociedade e a escola deve ser um ambiente social que favorece aprendizagens, o que na visão de Dewey era troca de experiências. Assim, a escola adquire destaque na formação para a vida, para a democracia, um espaço onde se espera que as pessoas possam expressar-se livremente. Nisso reside o entendimento de que a educação precisa atender as necessidades de cada um, pois um dos aspectos mais importantes que norteia o pensamento deweyano ressalta que os educandos aprendem a partir das sensações e percepções que os objetos educacionais provocam. Isto significa que as crianças aprendem por meio da experiência e durante a vivência dessas experiências.

A Escola Nova centra as necessidades dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, posicionando-se contra os programas rígidos, o ensino acadêmico e propedêutico. Considerando a formulação de um currículo que atendesse a essas configurações, Lourenço Filho defendia certo padrão nacional como um “currículo mínimo”, mas com bastante liberdade para que as coisas se organizassem de acordo com necessidades e interesses das crianças.

O propósito essencial do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova era uma reconstrução educacional voltada ao desenvolvimento integral do indivíduo, visando a formação de pessoas que pudessem participar na sociedade como cidadãos atuantes. Isso requeria uma educação dinâmica, não estática, a partir da qual o aluno não era um mero repetidor daquilo que o professor transmitia, mas sim agente transformador do conhecimento.

A partir da década de 1930 alicerçaram-se caminhos para uma educação emancipatória com bases em uma prática educativa ativa e comunicativa, com princípios alicerçados no desenvolvimento de competências para o diálogo e o consenso fundamentados na razão crítica (LIBÂNEO; OLIVEIRA; TOSCHI, 2012, p.136). Havia uma incessante preocupação em transmitir valores e formar cidadãos instruídos para a vida, que tivessem consciência de seu papel na sociedade, surgindo da luta pela garantia do direito à educação, a necessidade de uma escola para todos, comum e única, alicerçada nas bases de uma sociedade democrática.

Segundo Persich, Oliveira e Tolentino-Neto (2016), o que se almejou quando o escolanovismo emergiu no Brasil têm pontos convergentes com as mudanças que desejamos hoje. O ensino escolar continua contribuindo para a formação de sujeitos capazes de aprender e pensar permanentemente em um contexto de adventos tecnológicos e modificações na produção e organização do trabalho. Da mesma forma, a educação básica segue promovendo qualificação profissional e tecnológica ao mesmo tempo em que desenvolve atitudes e disposições para a vida na sociedade da tecnologia. As escolas atuais persistem

desenvolvendo conhecimentos, habilidades, capacidades e qualidades para a prática da cidadania ética, crítica, consciente e de forma autônoma e solidária (LIBÂNEO; OLIVEIRA; TOSCHI, 2012, p.63).

A educação que representa o processo dinâmico de aprimoramento do ser humano não avançou muito comparativamente de 1920 a 1930. A escola pública ainda falha na sua promessa de corrigir as assimetrias e diferenças sociais que atravessam o país. As propostas do Manifesto de 1932 ainda não se concretizaram tendo se materializado algumas mudanças, mas de forma isolada e não como propunha o movimento. Muitas das ideias defendidas continuam tendo validade como afirmação de valores e objetivos a serem alcançados ou como orientações para a realização da pesquisa educacional.

Os ideais da Escola Nova encontram-se presentes também no construtivismo, mais enfatizado nos processos de ensino e aprendizagem a partir dos anos 1990. É importante destacar, que dentre as correntes inerentes à Escola Nova, o pragmatismo de Dewey foi a mais influente e a que mais compreendeu as questões sociais, especialmente as relações entre o trabalho e a educação.

Na intenção de dar novos significados para as práticas escolares, propôs-se a reconfiguração curricular em áreas de conhecimento. Essa perspectiva tinha suporte no objetivo de facilitar o desenvolvimento dos conteúdos, indicando o surgimento de possibilidades concretas de interdisciplinaridade e contextualização. Além disso, os PCN para o Ensino Médio sinalizam que, a partir dos adventos tecnológicos que caracterizaram os anos 1990, a educação brasileira passou a enfrentar um novo desafio em relação ao ensino: as novas tecnologias. Tais adventos ampliaram a disponibilidade e o acesso à informação e o significado do conhecimento escolar passou a ser questionado, requerendo novos parâmetros para a formação dos cidadãos.

Era necessária uma renovação na educação escolar, pois o modelo propedêutico e cartesiano que visava a transmissão de informações acumuladas ao longo das gerações não dava conta de formar pessoas aptas a atuar na sociedade emergente. Nesse cenário, estabeleceu-se um consenso de que “a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação” (BRASIL, 2000, p.5).

Em consonância, estão os documentos estadunidenses influenciados de maneira mais direta pelas ideias de John Dewey, como o documento *National Science Education Standards* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996) que define os padrões nacionais para a

educação científica. As orientações do documento consideram a investigação como uma atividade escolar voltada para a geração de conhecimento, tendo em vista a compreensão dos alunos quanto ao trabalho dos cientistas e para entenderem as ideias científicas. Ou seja, compreender o conhecimento gerado pela Ciência, envolvendo observações, proposição de hipóteses, pesquisa teórica, planejamento de investigações, uso de ferramentas para coletar, analisar e interpretar dados, proposição de respostas, explicações e predições e a comunicação dos resultados obtidos durante o processo investigativo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000). Assim, no ambiente escolar, os alunos podem participar de atividades que abrangem determinados aspectos do processo investigativo para compreenderem de que formas o conhecimento do mundo natural é formulado, construindo a própria capacidade de conduzir uma investigação completa.

No cenário brasileiro, conforme Gouw, Franzolin e Fejes (2013), temos nos PCN o termo “investigação” como o estudo de um determinado tópico de interesse da turma, envolvendo o levantamento de questões, coleta de dados, registros, análise e elaboração de conclusões, estando essa dinâmica de ensino recomendada desde a Educação Infantil e Ensino Fundamental.

Apesar das contribuições do escolanovismo, como o ensino público e gratuito, à educação laica e integral que contemple o mundo do trabalho, o quadro teórico do movimento encerra profundos limites. Esses relacionam-se ao pragmatismo produtivista da lógica capitalista na qual a proposta da Escola Nova se mantinha refém.

Nessa via, os documentos que compõem o PNFEM⁷ indagam a respeito dos movimentos que são necessários para a valorização das potencialidades do currículo organizado a partir da centralidade do conhecimento científico (BRASIL, 2013a).

Segundo Persich, Oliveira e Tolentino-Neto (2016), os caminhos da educação brasileira se delinearão a partir da difusão do movimento escolanovista e da assinatura do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, vindo ao encontro das ideias do PNFEM. Conforme os autores, há uma convergência quanto à formação humana integral voltada para a cidadania, tendo a escola uma importante função social porque percebe nos estudantes os agentes da própria aprendizagem. Tais percepções valorizam os métodos ativos de ensino-aprendizagem. A partir dessa noção, o movimento das Escolas Novas iniciou transformações

⁷ O programa tem como objetivo promover a formação continuada dos professores e coordenadores pedagógicos que atuam no Ensino Médio da rede estadual de ensino em todo o Brasil. A proposta baseia-se na LDB e nas DCN, sendo trabalhado em material didático-pedagógico na forma de cadernos formativos que foram disponibilizados online para os professores. As formações aconteceram em 2014 e 2015 e os participantes receberam certificação.

no sistema educacional do Brasil cujos princípios impulsionaram a ampliação de políticas curriculares que contribuíram com realizações percebidas no cenário atual.

Concordamos que as escolas desempenham papel imprescindível na formação humana: são ambientes ideais para as aprendizagens que propiciam criticidade na interpretação da realidade, por isso o ensino de Ciências voltado para a cidadania e desenvolvido por meio da cidadania, tende a cumprir a função democrática na construção das sociedades. Nesse sentido, o EI foi introduzido no Brasil no contexto do escolanovismo e ganhou notoriedade ao longo da história da construção curricular no país por se tratar de uma estratégia de ensino que se enquadrava nos objetivos da formação cidadã.

Ao pensar a necessidade de realizar um ensino contextualizado baseado no exercício da cidadania, não se pode limitar-se à transmissão de resultados sobre os produtos da Ciência. Acima de qualquer objetivo, o ensino de Ciências deve oportunizar a todos os estudantes o desenvolvimento de capacidades que despertam a inquietação frente ao desconhecido, conduzindo-os a buscar explicações lógicas por meio de hipóteses testáveis. Através dessa dinâmica, o educador cria na sala de aula um ambiente propício para que os alunos desenvolvam postura crítica, assumam posicionamentos em discussões, realizem julgamentos e tomem decisões baseadas em critérios claros e fundamentados em conhecimentos científicos. Sendo assim, é perceptível a importância da seleção dos conteúdos, os quais devem ser ressignificados e percebidos em seu contexto educacional específico (BIZZO, 2009).

3 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Os debates sobre o potencial do EI como estratégia didática têm se ampliado nas últimas décadas, inclusive quanto às produções acadêmicas em educação em Ciências no Brasil. No entanto, esse cenário já é conhecido nos EUA, pois o *inquiry* está no centro das atividades recomendadas pelos Padrões Nacionais para a Educação em Ciências do país (*National Science Education Standards*) e das recomendações da AAAS.

Na Europa o contexto aproxima-se ao que se vê nos estados norte-americanos. Desde a década de 1980 a proposta curricular nacional apresentava orientações para o desenvolvimento de atividades de investigação em Ciências. Em contrapartida, no Brasil, os PCN indicam a partir de 1996 orientações que podem ser consideradas correspondentes, mesmo que de formas diversas e/ou implícitas (SÁ, 2009; SÁ; LIMA; AGUIAR JÚNIOR, 2011). O ensino de Ciências por investigação na educação básica é amplamente recomendado pela Academia Brasileira de Ciências, sendo que a nível global a investigação é recomendada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), entre outras organizações internacionais (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2007).

A aprendizagem baseada na investigação pode ser construída de forma eficiente por meio de estratégias de aprendizagem ativa centrada no estudante. Desde o surgimento do termo investigação, houve uma polissemia de significados para defini-lo (GORMALLY et al, 2009). Na literatura encontramos que o EI também é chamado Ensino por Descoberta, Aprendizagem por Projetos, Resolução de Problemas, Aprendizado Baseado em Problemas⁸, Ensino Investigativo⁹, Ensino pela Pesquisa, entre outros termos.

Apesar das diversas nomações e conceitos conforme as influências de autores contribuintes, predomina na comunidade científica que a perspectiva do ensino com base na investigação tem por princípio possibilitar o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, bem como a cooperação entre eles, além de tornar possível que compreendam a natureza do trabalho científico (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Nas próximas seções apresentamos as potencialidades do EI na Educação Básica, ressaltando as aproximações com a natureza da ciência e produção do conhecimento científico para a formação cidadã.

⁸ Também conhecido pela sigla PBL que, na língua inglesa, significa *Problem-Based Learning*.

⁹ Conhecido em inglês como *Inquiry Based Science Education*, ou pela sigla IBSE.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Dewey encorajava os professores de Ciências a utilizar o EI como uma estratégia didática para uma educação democrática que atendesse às necessidades de aprendizagem das crianças e jovens. Ele recomendava que se fizesse o estudo de problemas relacionados com as experiências dos estudantes e dentro das suas capacidades intelectuais, assim, eles teriam condições de ser aprendizes ativos na busca por respostas (BARROW, 2006).

Segundo Souza e Martineli (2009), o pensamento reflexivo sugerido por Dewey apresenta fases definidas: dúvida, hesitação, dificuldade mental que dá origem ao ato de pensar, e o ato de pesquisar para encontrar material que esclareça a dúvida. Nisso reside a necessidade de cultivar atitudes favoráveis por meio de métodos de investigação, a saber: espírito aberto, sem preconceito e disponível para o novo, ou seja, absoluto interesse pelo objeto; responsabilidade que desencadeia a busca por pontos, pela significação e pela conclusão do trabalho (TIBALLI, 2003).

Conforme Deboer (2006), EI é uma abordagem pedagógica nos moldes das investigações científicas, assemelhando-se ao trabalho dos cientistas porque incentiva os estudantes a questionar, investigar e resolver problemas no ambiente escolar, assim como os pesquisadores o fazem nos laboratórios, trabalhos de campo, pesquisas bibliográficas e discussões com os pares. Bem como os cientistas buscam entender o mundo natural por meio de investigações, nas aulas investigativas os estudantes tentam avançar seus entendimentos acerca dos princípios e métodos da Ciência. Entretanto, no caso dos estudantes da educação básica, a investigação não requer que eles se comportem exatamente como os cientistas: as investigações científicas servem de metáforas para o que acontece nas aulas. De tal forma, as atividades educativas podem ser planejadas para ensinar a natureza da Ciência como um processo.

As atividades investigativas promovem a aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais. Ambos envolvem a construção do conhecimento científico e a compreensão da natureza da Ciência, além do desenvolvimento de conteúdos atitudinais. Por isso, há características imprescindíveis em tais atividades, por exemplo o engajamento dos estudantes para realizar as atividades; a formulação de hipóteses, pelas quais é possível identificar os conhecimentos prévios; a busca por informações por meio dos experimentos, por consultas bibliográficas ou na internet para ajudar a resolução do problema; a comunicação dos estudos para os colegas ou públicos diversos. Em relação à última característica, esta reflete um

momento de grande importância na divulgação do conhecimento, tal como ocorre na Ciência. Isso contribui para que o aluno compreenda, além do conteúdo, a natureza do conhecimento científico desenvolvido por metodologias específicas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Segundo Azevedo (2004) as atividades de investigação partem de uma situação problematizadora para então conduzirem o estudante à reflexão, discussão e argumentação. Por meio dessas elaborações, pode-se construir conhecimento pela interação das dimensões pensar-sentir-fazer. Essa visão reafirma que “a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto à aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos” (AZEVEDO, 2004, p.21), em corroboração com as afirmações de Bybee (2000).

Há significativos trabalhos na área do ensino de Ciências revelando que os estudantes aprendem mais sobre a Ciência e internalizam melhor os conhecimentos conceituais quando se sentem participantes de investigações científicas (HODSON, 1992). Conforme Carvalho (2013, p.132) deve-se construir a percepção de que a investigação está presente como uma característica central “da produção do conhecimento científico, utilizá-la nas aulas de Ciências é uma maneira de ensinar não só o conteúdo científico, mas também as características que compõem a natureza desse conhecimento”. Em suma, as aulas investigativas têm como característica principal a criação de um ambiente favorável para que os educandos participem ativamente nos processos de aprendizagem. Eles percebem que o conteúdo é relevante para sua vida fora da escola e vice-versa, em corroboração às ideias deweyanas.

Azevedo (2004) define que uma atividade investigativa permite que os estudantes se envolvem na reflexão, discussão, relato, explicação, aspectos inerentes às investigações científicas que devem fazer sentido para esses jovens, daí a importância de o professor apresentar um problema que servirá de ponto de partida para os estudos subsequentes.

Parece consenso entre pesquisadores e professores de Ciências Naturais que as atividades experimentais devem permear as relações ensino-aprendizagem, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes (GIORDAN, 1999; LABURÚ, 2006). Carrascosa et al (2006) defendem que a atividade experimental é um dos aspectos-chave do processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Portanto, à medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais (JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Por meio de atividades investigativas, o estudante é envolvido como pesquisador na busca por respostas, o que confere um caráter dinâmico a essas ações, fazendo uso de experimentos e outras atividades práticas e coletivas. Em razão do exposto, o EI vem ao encontro da concepção construtivista¹⁰ dentro da teoria de educação cognitivista de Vygotsky, a qual valoriza os processos dialógicos que acontecem em aula, bem como a importância das interações entre os sujeitos na construção de significados (CARVALHO, 2013).

Segundo Cachapuz et al. (2011), ao propor a aproximação construtivista deseja-se promover a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento. Sob esse olhar, organizar a aprendizagem significa orientar a construção de conhecimentos envolvendo investigações orientadas, na perspectiva de ensino pela pesquisa. Conforme os autores:

O consenso construtivista na Educação em Ciência tem a sua origem em muitas investigações específicas relativas a diferentes aspectos do processo de ensino/aprendizagem das Ciências, tais como a aprendizagem dos conceitos, a resolução de problemas, o trabalho experimental ou as atitudes em relação e para com a Ciência (...). Essas investigações têm sido desenvolvidas com vista a melhorar os fracos resultados do paradigma de aprendizagem por recepção/transmissão, seriamente questionado pela investigação (CACHAPUZ et al, 2011, p.109-110).

Abd-El-Khalick et al. (2004) afirmam que não se pode esperar simplesmente que os estudantes dominem um conjunto de habilidades relacionadas à investigação. Mas sim deve-se incentivá-los para que desenvolvam compreensões sobre as investigações científicas, concebam projetos de pesquisa válidos, percebendo que as investigações podem assumir muitas formas e que a noção de um "método científico" universal e processual é uma representação imprecisa do empreendimento científico.

Conforme Sasseron e Carvalho (2011), tal estratégia didática proporciona construção de uma visão mais adequada da natureza da Ciência e do trabalho científico. Isso ocorre porque a prática providencia a manipulação de materiais e ferramentas durante as atividades, observação de fenômenos, análise de dados e o emprego de linguagens para comunicar as hipóteses, sínteses e conclusões. Nas palavras de Trivelato e Tonidandel (2015, p.102-103):

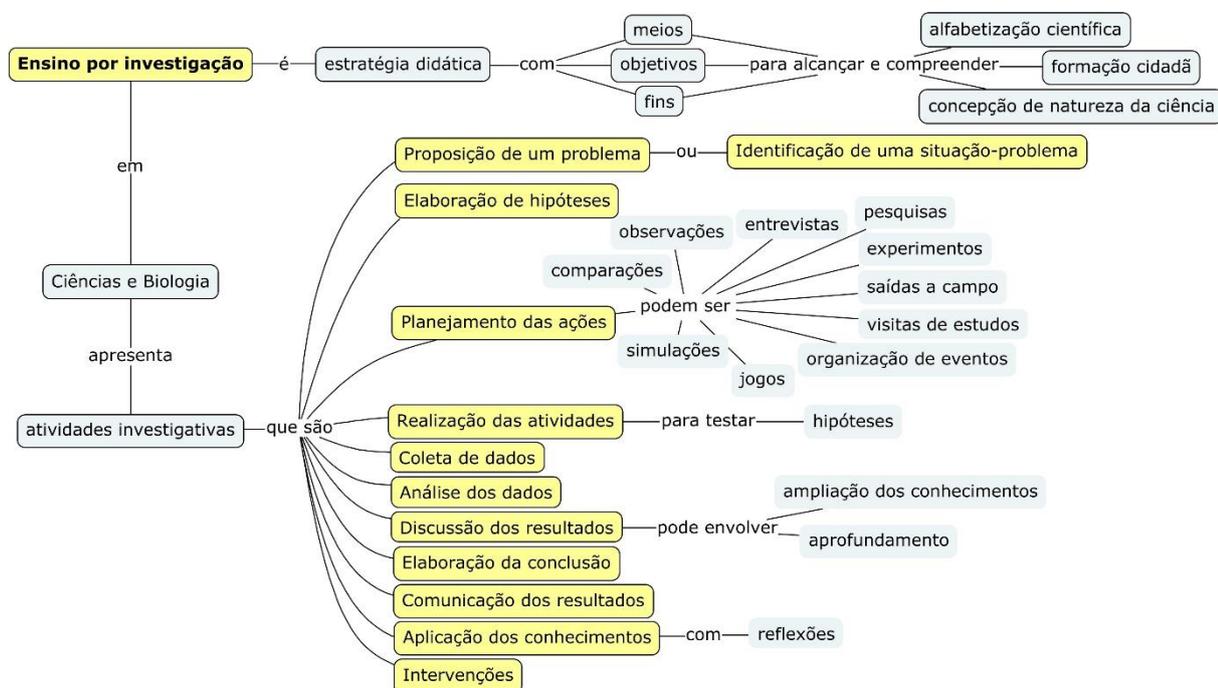
Uma característica marcante nas atividades investigativas é a preocupação com o processo de aprendizagem dos estudantes, que têm seu foco deslocado da aquisição de conteúdos científicos para a sua inserção na cultura científica e para o

¹⁰ O auge do construtivismo e dos projetos de trabalho ocorreu nos anos 1980, quando se deu grande relevância à ideia de que o conhecimento existente exerce poderosa influência em como se adquire novo conhecimento, o que levou a considerar importante "situar" o que se ensina para facilitar a aprendizagem. Assim, os projetos poderiam favorecer capacidades relacionadas com: autodireção; inventiva; formulação e resolução de problemas; integração; tomada de decisões; e comunicação interpessoal (HENRY, 1994).

desenvolvimento de habilidades que são próximas do “fazer científico”. É importante que, além dos aspectos relacionados aos procedimentos como observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, as atividades investigativas incluam a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica.

Em resumo, elaboramos de forma elucidativa e deixamos exposto neste trabalho o mapa conceitual abaixo para evidenciar os conceitos fundamentais que definem as etapas e atividades investigativas desenvolvidas nesta pesquisa.

Figura 1 – Mapa conceitual da proposta de ensino por investigação



Fonte: os autores.

3.2 COMPREENSÃO DE NATUREZA DA CIÊNCIA E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

John Dewey, no início do século XX, não mencionava o ensino de Ciências de forma específica, mas já apresentava a perspectiva da investigação no contexto escolar. A seu ver, o ensino investigativo se constituía na execução do método científico na direção de uma sociedade predominantemente democrática visando o desenvolvimento social. O que Dewey defendia vinha ao encontro do que se pensava como modelo de desenvolvimento muito comum naquela época, no qual os conhecimentos científicos conduziram a sociedade ao

progresso, ao desenvolvimento social. Dessa forma, recomendava-se que a educação básica trabalhasse a atividade científica desde os anos iniciais (ANDRADE, 2011).

As prospecções de Dewey passaram a ser consideradas em certa medida nas reformulações curriculares no sentido de valorizar os conhecimentos científicos no ensino-aprendizagem por meio de estratégias investigativas na educação básica. É fundamental reconhecermos o conhecimento científico como essencial para a formação de cidadãos, haja visto que a educação científica contribui para ampliar a capacidade de compreensão e de atuação no meio sócio-histórico (SCHEID; PERSICH; KRAUSE, 2009).

Compreende-se natureza da Ciência como um conjunto de valores e pressupostos inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (LEDERMANN; ZEIDLER, 1987). Para Petrucci e Dibar Ure (2001), um dos fins básicos da educação científica é proporcionar meios para que os estudantes construam uma compreensão adequada da natureza da Ciência. Nesse sentido, pesquisas realizadas no Brasil nas últimas décadas indicam que estudantes não demonstram a imagem de Ciência que a educação científica deveria proporcionar (PETRUCCI; DIBAR URE, 2001; SCHEID; PERSICH; KRAUSE, 2009). A concepção inadequada sobre natureza da Ciência pode ser resultado do ensino de Ciências tradicionalmente adotado, caracterizado por salientar os produtos da atividade científica sem mencionar os processos que proporcionaram aos cientistas a produção desses conhecimentos (BASTOS, 1998).

Para Saunders (2001) a apropriada compreensão da natureza da Ciência oportuniza a formação de cidadãos capazes de interagir na sociedade. Faz-se necessário oferecer oportunidades para que os estudantes compreendam a natureza do conhecimento científico, incluindo seu potencial e limitações. Assim, os jovens podem tornar-se aptos a fazer com que a Ciência alcance seus objetivos e para se tornarem competentes para decidir coletivamente de forma democrática. Por isso é imprescindível a AC, na qual se constrói um “nível mínimo de compreensão em Ciência e em tecnologia que as pessoas devem ter para operar a nível básico como cidadãos e como consumidores na sociedade tecnológica” (SABBATINI, 2004).

Desse modo, Freire-Maia (2000) recomenda que desde a educação básica os professores iluminem a mente dos estudantes com problemas científicos e projetos de pesquisa, passando a ideia que nem tudo está elucidado, que as explicações não são absolutamente corretas ou únicas, que as teorias se encontram em contínuo processo de renovação e aperfeiçoamento, que qualquer pessoa é capaz de realizar investigações capazes de elucidar certos problemas.

Abd-El-Khalick (2013) salienta que vivemos uma realidade na qual o ensino científico nas escolas se desenvolve sob um cenário de crescente *accountability*¹¹ no qual os testes e a avaliações prevalecem como parâmetros para mensurar a qualidade do ensino. Diante disso, é preciso tornar a compreensão de natureza da Ciência um componente integrado e significativo do ensino científico, o que pode ser alcançado com o desenvolvimento dos conhecimentos sobre Ciência, por meio do entendimento do que é *inquiry* e desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico.

Para contribuir com o cumprimento dos objetivos de melhorar a concepção de natureza da Ciência dos estudantes em idade escolar e engajá-los em autênticas atividades investigativas, é crucial que os professores ensinem sobre natureza da Ciência através da Ciência.

Nesse rumo, Furió et al (2001) designam o conceito de AC como o domínio que a população deve ter dos conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para se desenvolver na vida diária, ajudar a resolver os problemas e necessidades de saúde e sobrevivência básicos, tomar consciência das relações complexas entre Ciência e sociedade, considerando a Ciência como parte da cultura do nosso tempo. Os autores debatem que o ensino das Ciências deve contribuir para a consecução dos objetivos da AC, com a compreensão dos conhecimentos, procedimentos e valores que permitem aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as utilidades das Ciências e suas aplicações na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos como as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

No entendimento de Chassot (2003), assimilar o que é a Ciência contribui para que possamos controlar e prever transformações que ocorrem na natureza, para adquirirmos condições de propor formas de construirmos melhor qualidade de vida. Nas palavras do autor: “a intenção é colaborar para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida” (CHASSOT, 2003, p.91). Ou seja, “seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a

¹¹ O conceito *accountability* é recente no vocabulário brasileiro e é associado, frequentemente, à transparência, à prestação de contas e à responsabilização, podendo ser compreendido como responsabilidade objetiva ou a obrigação de responder por algo, expressando uma capacidade de resposta e possibilidade de punição. Um sistema de *accountability* se baseia em padrões que deixam claro aquilo que os alunos devem saber e informar aos atores sobre esses padrões e em que medida as escolas estão conseguindo alcançá-los. Estudos têm mostrado que a implementação de mecanismos dessa natureza, nos termos em que se apresenta o conceito de *accountability*, ao invés de provocar a melhoria dos sistemas e das unidades escolares, tem ao contrário, produzido efeitos perversos como o aprofundamento da seletividade, da exclusão e da competitividade entre as escolas (AFONSO, 2010).

leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo - e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor (CHASSOT, 2003, p.94).

Auler (2003, p.69) dialoga sobre o conceito de Alfabetização Científico-Tecnológica assumindo que “deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, potencializando para uma ação no sentido de sua transformação”.

Nessa direção, Trivelato e Tonidandel (2015) indicam que a educação científica deve proporcionar ao cidadão a capacidade de analisar situações cotidianas, a compreensão de problemas e desafios socioeconômicos e ambientais para que tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos. Esse entendimento traz à tona as “práticas comuns da comunidade científica como a utilização de dados que passam a constituir evidências na construção de novos conhecimentos” (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p.103), sendo que as autoras indicam que um jeito de favorecer a AC é por meio da disposição de situações nas quais os educandos possam vivenciar essas práticas. Mediante isso, é possível a proposição ou a identificação de problemas de investigação no campo de determinados modelos explicativos e conceituais, transformando dados em evidências ao mesmo tempo em que se dá a articulação dessas evidências como tentativa de respostas a problemas.

Ao pensarmos a educação científica como um processo dinâmico que requer constantes atualizações e reflexões que envolvem o entendimento de processos da realidade e do cotidiano, não podemos esquecer de considerar com a devida importância o papel das TIC como ferramentas úteis nos processos de ensino-aprendizagem.

A intensificação no uso das tecnologias pela sociedade tem questionado os paradigmas de ensino e aprendizagem tradicionais. Isso está impulsionando o emprego das TIC na educação de forma crescente, já que os estudantes atuais já nasceram conectados ao computador, internet e dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*). A educação para a nova juventude requer abordagens diferenciadas, que concentrem a atenção dos jovens de forma a integrar os aparatos tecnológicos como ferramentas colaborativas ao ensino escolar.

Para Scheid e Reis (2016, p.130):

a utilização das TIC para tornar as aulas mais interessantes e o aprendizado mais significativo tem sido objeto de muitos estudos. Soma-se a isso, o potencial dessas ferramentas na mobilização de diversas competências cruciais para a formação científica e atuação cidadã desses estudantes (...). A escola precisa ter presente sua finalidade democrática e emancipadora, e levar em consideração as dimensões sociais e políticas do ensino (...) deverá politizar os estudantes, portanto, não deverá ser sobre a cidadania, mas, para e na cidadania.

Diante dos significados da AC e o papel das TIC nos processos de ensino-aprendizagem, destacamos a importância do EI para desenvolver nos estudantes a compreensão da realidade vivida e auxiliar na elaboração de consciência sobre a atuação cidadã. Esses pressupostos cumprem as funções da educação científica para e na cidadania, pois alfabetizar(-se) cientificamente significa construir ciência a respeito das responsabilidades enquanto cidadãos; internalizar valores que nos conduzam à atuação social pelo bem-estar coletivo; pensar criticamente sobre as informações que acessamos e sobre o conhecimento que chega até nós, especialmente, nesse caso, os saberes construídos na escola; colocarmos-nos no papel ativo na transformação da realidade.

Esses objetivos podem se tornar reais na educação em Ciências à medida que os professores investirem no ensino e na aprendizagem com potencial para a AC. As atividades investigativas baseiam-se em fatos e evidências para a interpretação do universo, trabalhando no entendimento da Ciência que pode ser melhor utilizada pela humanidade como um fator positivo e benéfico para o desenvolvimento social, político, econômico, ambiental.

3.3 PROJETOS DE TRABALHO

Na perspectiva do pragmatismo pensava-se que a criança deveria ser colocada no centro do currículo, pois ela significaria o ponto de partida e o centro de toda atividade escolar, denotando respeito a sua personalidade. Para Moreira (2012, p.78) a educação é vista:

como crescimento, crescimento como vida e, conseqüentemente, educação como vida. [...] Currículo é visto como parte de um processo educativo que dura por toda a vida. Nesse processo, as experiências passadas afetam o presente, são transformadas e afetam o futuro. Homem e sociedade modificam-se e assim também a vida. [...] O currículo deve centrar-se em atividades, projetos e problemas.

Firmado nestas concepções, William Kilpatrick desenvolveu a pedagogia de projetos, na qual propunha um trabalho cujas experiências que os educandos vivenciavam eram de vital importância para que eles aprendessem os conteúdos. Considerava que a criança só aprendia aquilo que fazia sentido para ela, de acordo com seu cotidiano, ou seja, através da ligação entre teoria e prática seria possível dar sentido às hipóteses e teorias científicas (SPRINGER; SOARES, 2008). Assim, o progressivismo pedagógico abordava a aprendizagem pelo método da resolução de problemas: uma situação problemática, ou questão com potencial para ser problematizada, poderia se originar do contexto dos estudantes.

O método de projetos tem princípios embasados na compreensão de que o ato de educar está inseparavelmente relacionado às atividades da vida, constituindo-se numa ação que se apropria do cotidiano dos alunos. Lourenço Filho (1978) destacava que essa pedagogia detinha grande relevância na atividade própria dos estudantes, adequando a pesquisa e o trabalho aos níveis de desenvolvimento dos mesmos. Assim, se observava a personalidade e as características de cada um, além de compreender que a ação de educar não deveria ser desconectada das atividades da vida real.

Lourenço Filho citava Kilpatrick para elucidar que as atividades eram intencionais com a finalidade de projetar e realizar ações respeitando a personalidade, numa perspectiva de ideal democrático de vida em sociedade:

A nova educação acentua a atividade finalista (...). Para realizar uma atividade finalista produtora, a unidade típica dos procedimentos escolares deverá ser, portanto, o propósito pessoal, porque ao mesmo tempo que respeita a personalidade apoia a democracia, cultivando os atributos necessários ao seu exercício: respeito por si mesmo, autodireção, iniciativa, ação dirigida pelo pensamento, autocrítica e persistência (KILPATRICK apud LOURENÇO FILHO, 1978, p.201).

Essa forma de pensar os processos de ensino-aprendizagem indica que o início do aprendizado ocorre a partir de uma situação problemática relacionada à vida do educando, fornecendo explicações dialógicas que não poderiam ser satisfeitas com o ensino fragmentado dos conteúdos (HERNÁNDEZ, 1998). Hernández (1998, p.61) situa a importância dos projetos de trabalho cuja dimensão simbólica permite:

a) Aproximar-se da identidade dos alunos e favorecer a construção da subjetividade, (...) considerar que a função da Escola NÃO É apenas ensinar conteúdos, nem vincular a instrução com a aprendizagem. b) Revisar a organização do currículo por disciplinas e a maneira de situá-lo no tempo e no espaço escolares. O que torna necessária a proposta de um currículo que não seja uma representação do conhecimento fragmentada, distanciada dos problemas que os alunos vivem e necessitam responder em suas vidas, mas, sim, solução de continuidade. c) Levar em conta o que acontece fora da Escola, nas transformações sociais e nos saberes, a enorme produção de informação que caracteriza a sociedade atual, e aprender a dialogar de uma maneira crítica com todos esses fenômenos.

Seguindo as intencionalidades percebidas na pedagogia de projetos, é possível tecermos relações entre o EI e os primórdios da inserção da pesquisa na sala de aula. Dewey advogava uma educação escolar baseada na democracia para a construção de uma sociedade cidadã, o que acreditamos ser possível atingir por meio de estratégias didáticas que valorizam a construção de habilidades de argumentação, aprendizagem emancipatória, coletiva e

autônoma, sistematização dos conhecimentos e aplicação de conceitos científicos para a resolução de desafios. As estratégias didáticas que propiciam o desenvolvimento dessas características consistem em valorizar as atitudes de investigadores que os estudantes podem adquirir ao longo do processo inovador de ensino-aprendizagem.

Dewey salientava que os projetos não precisavam necessariamente seguir uma série de passos definidos, mas haviam etapas necessárias em cada ato de pensamento integral: recolher os dados de um problema ou fatos de uma dada situação; observar e examinar esses fatos; elaborar hipóteses ou soluções possíveis, escolhendo a que melhor se encaixa no contexto. Por fim, verificava-se a ideia elaborada pela sua aplicação em outras observações ou novas experiências, podendo começar por qualquer uma das etapas e voltar atrás quando necessário (LOURENÇO FILHO, 1978).

Nos anos 1920, já se tinha como ideias que sustentavam os projetos o ponto de partida com uma situação problemática, vincular os processos de ensino e aprendizagem ao mundo fora da escola e dar opções quanto à fragmentação das matérias (HERNÁNDEZ, 1998). Ao último pressuposto, Dewey sugere condições que caracterizam os projetos: a) o interesse do aluno deve ser considerado desde que se defina um objetivo para a atividade; b) valor significativo da atividade; c) no decurso do projeto deve constar problemas que despertem nova curiosidade, criando uma demanda de informação e a necessidade de seguir aprendendo; d) ter Ciência da margem de tempo disponível.

Nesse sentido, encontramos a perspectiva de ensino pela pesquisa, na qual Demo (2011, p.37) considera “uma definição pertinente de pesquisa poderia ser: diálogo inteligente com a realidade, tomando-o como processo e atitude, e como integrante do cotidiano”. O autor refere-se à pesquisa como princípio científico e educativo, pois “faz parte integrante de todo processo emancipatório, no qual se constrói o sujeito histórico autossuficiente, crítico e autocrítico, participante, capaz de reagir contra a situação de objeto e de não cultivar os outros como objeto” (DEMO, 2011, p.43). Da mesma forma, a pesquisa pode ser um recurso para motivação e envolvimento dos estudantes nos processos de ensino-aprendizagem (MACIEL, 2005).

Partindo da conjectura que a pesquisa conduz os estudantes à aprendizagem investigativa autônoma e científica, Cachapuz, Praia e Jorge (2000) indicam que o EI visa reproduzir de alguma forma a atividade científica, permitindo que os alunos questionem, pesquisem e resolvam problemas, formulando hipóteses e criando meios de investigar as respostas até encontrarem explicações para seus questionamentos.

O EI promove a busca da informação necessária por meio de discussões, num ambiente em que o professor se identifica como orientador de cada passo realizado em conjunto com os educandos, abandonando o processo curricular pautado na memorização e na divulgação de ideias prontas. Trata-se da procura por respostas partindo-se de problemas reais com significado para os estudantes e para a comunidade (VIEIRA, 2012).

Ao refletirmos acerca das possibilidades que as metodologias ativas de aprendizagem oferecem aos educandos, não podemos deixar de mencionar a importância de levar em consideração a realidade dessas juventudes, seus interesses e desejos. O modelo de ensino-aprendizagem pautado na recepção/transmissão acaba por afastá-los da concepção de Ciência dinâmica, em constante construção, inacabada, feita por seres humanos - homens e mulheres - em contextos de vida talvez parecidos com os seus. Ou seja, ensinar Ciências pela repetição é podar a criatividade e tornar a Ciência algo estático, distante da realidade dos nossos estudantes, afirmando o estereótipo de cientista masculino, solitário, desleixado com a aparência e preocupado com descobertas e experimentos de laboratório.

Hernández (1998) afirma que propor aprendizagens que se relacionem com a vida dos estudantes e professores, sendo interessante para eles, deve ser um aspecto norteador da educação. Todavia, ir por esse caminho não significa que os conhecimentos devem partir dos interesses dos alunos ou do que os alunos gostariam de estudar, pois isso indicaria reduzir as possibilidades de aprendizagem como apêndices, limitando as construções futuras e promovendo uma contextualização de forma parcial ou fragmentária. Pelo contrário:

Essa concepção supõe que a educação escolar possa possibilitar a aquisição de estratégias de conhecimento que permitam ir além do mundo tal como estamos acostumados a representá-lo, por meio de códigos linguísticos e sinais culturais estabelecidos e “dados” pelas matérias escolares e pela bagagem outorgada pelo grupo social ao qual pertence. Essa visão do conhecimento é uma forma de teoria ou ideologia para interpretar a realidade, que se encontra limitada, em boa parte, pela persistência do currículo acadêmico organizado por disciplinas como única forma possível de levar adiante o ensino (HERNÁNDEZ, 1998, p.27-28).

3.4 O INTERESSE DOS ESTUDANTES

A escola que procurar promover um ensino pautado nas descobertas e na investigação precisará estar aberta à construção de um currículo centrado nos interesses das crianças. A revisão e atualização desse currículo deve ser um processo contínuo e permanente, estabelecendo maneiras de ensinar a importância da relação entre conhecimento humano e experiência social. Isso faz referência a uma das críticas de Dewey sobre as escolas públicas

que ignoravam os interesses e as experiências dos educandos, utilizando uma linguagem artificial alienadora, quantificando a aprendizagem por meio de testes avaliativos. Isso acontecia em detrimento do ensino-aprendizagem para a promoção da contextualização, unificando conteúdos em torno das experiências vividas (TEITELBAUM; APPLE, 2001).

Ao considerar o interesse do estudante como uma das condições para a aprendizagem, John Dewey definiu o conceito de “reconstrução da experiência” ao levar em conta aquilo que o educando já conhece como ponto de partida para a aprendizagem. A experiência vivida anteriormente é reestruturada através das interações com o professor e com os colegas. Assim, vê-se a educação como um processo contínuo de investigação originando-se em problemas reais de interesse para a turma. As soluções, novos fatos e ideias sobre essas problemáticas possibilitam novas experiências, gerando novos conhecimentos úteis para orientar novas investigações para novos problemas que vêm a surgir, constituindo-se em um processo de espiral (SANTOS, 2011).

Nessa perspectiva,

O ensino de Ciências só pode ser efetivo se o professor e alunos tiverem consciência das concepções que têm sobre os fenômenos que querem estudar. Assim, uma das etapas iniciais do ensino é a de levantar opiniões e permitir que os estudantes procurem explicar com suas palavras o que conhecem sobre os mais diferentes fenômenos estudados pela Ciência (BIZZO, 2012, p.159-160).

Isso nos remete ao conceito de experiência com valor educativo elaborado por Dewey, definido como o trabalho com temas que partem do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula, ou seja, de sua experiência cotidiana. Assim, percebemos a importância de os professores conhecerem as experiências e realidades dos estudantes para que possam introduzir mais conceitos científicos, ampliando as informações que eles já possuem.

Segundo Lourenço Filho (1978) para que os projetos atingissem resultados educativos desejados, seria conveniente este ser proposto pelos próprios estudantes cujos propósitos fossem estimulados e coordenados pela ação educativa da escola. Nas classes em que os educandos estivessem habituados à passividade, as iniciativas demorarim a surgir, podendo ser propostas pelo professor.

Nessa via, para que o ensino seja significativo, é importante que a atividade de investigação faça sentido para o estudante. Ele precisa saber os motivos que o levam a estudar os fenômenos apresentados e, para isso, o professor deve apresentar um problema sobre o que será investigado (CARVALHO, 2004) ou, de forma mais efetiva, ser colocado pelos próprios alunos ou por eles assumidos, para que haja o pertencimento do aluno em relação àquela

problemática. O problema deve ter “significado pessoal, pois só assim temos a razoável certeza de que correspondem a dúvidas, a interrogações, a inquietações – de acordo com seu nível de desenvolvimento e de conhecimentos” (CACHAPUZ, 2011, p.74).

Um dos aspectos percebidos por Dewey ao ver o educando como centro dos processos de aprendizagem foi considerar o professor como responsável pela criação de problemas para os alunos discutirem, refletirem e proporem alternativas para a melhoria de sua vida bem como de toda a sociedade através da mobilização de conhecimentos científicos apreendidos na escola. Isso vem ao encontro do que Young (2007) caracteriza como “conhecimento poderoso”, útil para aumentar o repertório cultural e engrandecer as experiências de vida.

Hernández (1998) considera a sala de aula como um cenário com uma cultura própria. Esta se define frente aos diversos discursos decorrentes das situações de aula, que apresentam o interesse e a paixão como virtudes fundamentais e o desenvolvimento racional como um aspecto do pensamento, não como a única maneira de interpretar e conceituar a realidade. Isso ocorre porque os problemas para aprender e pensar são compreendidos como interações complexas “entre personalidades, interesses, contextos sociais e culturais e experiências de vida”, o que deveria servir como subsídio para o debate acerca da concepção cartesiana do ensino, especialmente no Ensino Médio (HERNÁNDEZ, 1998, p.32).

Segundo a concepção de educação de Hernández (1998), o que o aluno deve aprender não pode ser decidido e organizado por um grupo de especialistas, mas sim partindo-se de conceitos ou ideias-chave com potenciais problematizadores, porque não apresentam resposta única. Esses temas devem ir além das matérias escolares permitindo que sejam explorados no sentido de aprender a descobrir relações, interrogar-se sobre os significados das interpretações dos fatos e continuar aprendendo. Isso torna as disciplinas curriculares uma referência para orientar e não um ponto de chegada.

Pensando na importância de verificar o desempenho dos estudantes em leitura, Matemática e Ciências, procurando entender seus condicionantes, foi desenvolvido o *Programme for International Student Assessment (PISA)* pela *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*, considerado hoje a principal referência internacional para medição de desempenho escolar. No Brasil, o desempenho dos estudantes nestas provas tem sido bastante baixo e não tem se modificado ao longo do tempo. A avaliação foi aplicada periodicamente (até 2015) a amostras nacionais de estudantes de 15 anos, faixa etária em que concluem o ensino fundamental e ingressam no Ensino Médio (TOLENTINO-NETO, 2008).

Os resultados da aplicação do PISA no Brasil revelam que 29% dos estudantes não conseguem usar conhecimentos científicos em situações familiares e outros 34,4% possuem conhecimento científico muito limitado, a ponto de só poder ser aplicado em algumas situações familiares (SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2009). Apesar desses baixos índices revelados no PISA que indicam carências na AC dos jovens brasileiros, esses estudantes, assim como nos demais países da América Latina, manifestam interesse em relação à Ciência de uma maneira geral. Entretanto, eles têm dificuldade em compreender efetivamente o que é Ciência e como fazer uso de conceitos e abordagens científicas para explicar situações.

O PISA funciona de maneira a medir o desempenho estudantil produzindo indicadores em conjunto com outros instrumentos a nível nacional como o Censo Escolar, para coleta de informações estatísticas: o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), prova que avalia os estudantes bienalmente, e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Por outro lado, inexistem avaliações capazes de indicar ou medir os interesses, posturas e desejos dos alunos, ou seja, a “voz dos estudantes” (TOLENTINO-NETO, 2008). Visando descobrir o que pensam os jovens em relação à Ciência e ao ensino científico, emergiu o instrumento *The Relevance of Science Education* (ROSE), que, de forma comparativa, a nível internacional, busca pesquisar os fatores vistos pelos estudantes como importantes no aprendizado de Ciência e tecnologia (TOLENTINO-NETO, 2008).

Segundo revelam os dados do PISA, as escolas brasileiras não estão conseguindo propagar as atitudes e competências mínimas de tipo científico para uso cotidiano, tampouco estão formando estudantes aptos a seguir uma carreira profissional como cientistas e pesquisadores (SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2009). No entanto, os estudantes brasileiros, de maneira geral, não necessitam de estímulos para valorizar a Ciência e reconhecer sua importância, eles já o fazem naturalmente, conforme demonstram os dados do projeto ROSE-Brasil: de maneira geral e também nas cidades amostradas no Brasil (Tangará da Serra/MT e São Caetano do Sul/SP): meninas interessam-se muito por saúde e meninos por tecnologia (TOLENTINO-NETO, 2008). Essas conclusões nos permitem indicar que a educação em Ciências está deixando a desejar quanto de forma geral, sendo necessário concentrar esforços no sentido de alfabetizar cientificamente os jovens brasileiros por meio das atividades que potencializam o interesse pela Ciência.

Segundo Moreira (1983), a investigação realizada com o objetivo da resolução de problemas deve ter por base a ação dos alunos. Devem ser oportunizados momentos de ação, promovendo um ensino acompanhado de ações e demonstrações que o levem a um trabalho

prático, incentivando que os alunos reflitam, discutam, expliquem, relatem. Isso confere ao processo de ensino-aprendizagem o caráter de investigação científica.

Frente às argumentações, com essa pesquisa desejamos divulgar as potencialidades do EI no Ensino Médio por meio do uso de materiais e instrumentos disponíveis na maioria das escolas públicas do Brasil. Ainda, deseja-se mostrar os desafios que acompanham a realização de práticas inovadoras e como estes podem ser transpostos no dia a dia nas escolas. Para argumentar a respeito dessas potencialidades e desafios, teceremos aproximações com as políticas curriculares que configuram a educação brasileira diante do contexto histórico apresentado.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa encontra-se no campo da produção de conhecimentos no âmbito da educação em Ciências. Trata-se de uma investigação que visa apresentar alternativas e sugestões que atendam às necessidades de um ensino contextualizado por meio de atividades inovadoras para os estudantes. Por meio deste trabalho, intenciona-se a busca por um ensino científico de qualidade que promova a emancipação dos educandos. Soma-se a isso o entendimento de que é preciso superar certas práticas desenvolvidas nas escolas que geram desinteresse dos estudantes pela Biologia, conseqüentemente produzindo resultados insatisfatórios nas aprendizagens.

Acreditamos que a mudança almejada é possível pelo incentivo às práticas educativas com a finalidade de formar estudantes com a capacidade de resolver problemas científicos, atuar em sociedade e questionar suas decisões, bem como, identificar os aspectos históricos, sociais e culturais das Ciências, tendo meios para optar, agir e produzir resultados no meio em que vivem.

Diante do exposto, a pesquisa caracteriza-se sob os fundamentos teóricos da abordagem qualitativa, por meio do método da pesquisa-ação. Encontram-se agregados diversos métodos de pesquisa, incluindo a pesquisa de campo sob o enfoque de estudo de caso, utilizando como procedimento inicial a pesquisa exploratória bibliográfica e documental. Quanto aos objetivos da pesquisa de uma maneira geral, na investigação predomina o cunho explicativo, embora apresente pesquisa exploratória em fase inicial. A seguir explicitaremos em detalhes cada procedimento metodológico adotado.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

De acordo com Gil (2008), a pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou explicativa. Desenvolveu-se inicialmente pesquisa exploratória com levantamento de informações de uma determinada situação para buscar maior familiaridade com o problema para explicitá-lo. Nessa etapa fez-se levantamento bibliográfico para definição de conceitos e métodos, obtiveram-se dados através da leitura de documentos (políticas públicas educacionais com relevância para o delineamento do trabalho).

A pesquisa assumiu também a forma de estudo de caso, com objetivos no âmbito explicativo, tendo sido desenvolvida com levantamento de dados, registros e análises do

objeto de estudo, de modo a situar suas causas e efeitos, aprofundando o conhecimento da realidade para explicar a razão, o porquê das coisas (GIL, 2008).

Segundo Neves (1996), a pesquisa qualitativa não pretende enumerar ou medir eventos, por isso normalmente não se emprega instrumentos estatísticos na análise dos dados. O foco de interesse é a obtenção de dados descritivos por meio de contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de análise. Nessa perspectiva, é frequente que o pesquisador procure compreender os fenômenos segundo a ótica dos participantes da situação de estudo, para, então, elaborar sua interpretação acerca dos fenômenos observados.

Quanto aos pressupostos que definem a abordagem qualitativa, a pesquisa baseia-se em Lüdke e André (2015, p.6), pois ao considerar o contexto da pesquisa em educação em Ciências:

Cada vez mais se entende o fenômeno educacional como situado dentro de um contexto social, por sua vez, inserido em uma realidade histórica, que sofre toda uma série de determinações. Um dos desafios atualmente lançados a pesquisa educacional é exatamente o de tentar captar essa realidade dinâmica e complexa do seu objeto de estudo, em sua realização histórica.

Conforme as autoras, os estudos com abordagem qualitativa em educação usam frequentemente a observação participante, em contrapartida ao que ocorre em outras pesquisas científicas com aplicação de questionários a grandes amostras e aferição de resultados por análises experimentais (LÜDKE; ANDRÉ, 2015). A observação participante situa o pesquisador em contato com a realidade estudada, sendo que a possibilidade de ouvir, entrevistar e questionar as pessoas possibilita maior aprofundamento das informações coletadas na pesquisa de campo. Nesse contexto, a análise documental serve para complementar os dados obtidos, apontando novos aspectos da realidade pesquisada. Entretanto, segundo Severino (2007), independentemente do método, o rigor científico deve persistir, estando o pesquisador sempre atento à exatidão e veracidade das informações que constrói ao longo do processo.

De acordo com Severino (2007), a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de consultas nos registros disponíveis decorrentes de pesquisas prévias, em documentos como livros, artigos, teses, leis, diretrizes e outros instrumentos que se constituem como fonte de informações para embasar a pesquisa. Embasados nessa natureza de obtenção de informações, realizou-se também a leitura analítica de algumas produções da área para fundamentar as concepções que caracterizam a pesquisa.

De forma complementar, realizou-se análise documental para embasar os dados coletados e desvelar aspectos do problema de pesquisa, bem como fundamentar afirmações e declarações (LÜDKE; ANDRÉ, 2015). Segundo Severino (2007), a leitura de textos de natureza documental é feita tendo em vista que os conteúdos ainda não tiveram nenhum tratamento analítico, são ainda matéria-prima, a partir da qual o pesquisador vai desenvolver sua investigação e análise. Com suporte nessa categoria de fontes, analisamos dois documentos oriundos de políticas curriculares voltadas para o Ensino Médio da atualidade a nível nacional: PNFEM e PCN. Desenvolveu-se a primeira fase da investigação (pesquisa bibliográfica e documental) com o objetivo de verificar as discussões atuais que circundam a temática que é objeto de estudo neste trabalho: refletir sobre os avanços e os entraves que permeiam o EI no campo da educação em Ciências, o potencial da interdisciplinaridade e a pedagogia de projetos como norteadores do ensino de Biologia no Ensino Médio.

No que se refere ao estudo de caso, este se concentra no estudo de um caso ou situação particular que o pesquisador considera representativo dentre um conjunto de casos semelhantes (SEVERINO, 2007), ou seja, torna possível generalizar resultados (MEIRINHOS, OSÓRIO; 2010). Com essa definição, delimitou-se o campo de atuação dessa pesquisa pela escolha de um caso particular para estudá-lo com profundidade e significância. Para tanto, optamos por uma situação bastante representativa, pois essa modalidade de pesquisa deve ser capaz de fundamentar uma generalização para situações análogas, autorizando conclusões (SEVERINO, 2007). Além disso, trata-se de um trabalho de campo não experimental, com investigação empírica baseada em raciocínio indutivo no desenvolvimento de explicações que podem ser generalizadas, não ficando restritas ao caso em estudo. Para a triangulação dos dados utiliza-se a sequência didática elaborada, os registros em diário de campo (portfolio) da professora pesquisadora e as respostas dos alunos para o questionário investigativo. Em relação à triangulação da pesquisadora, os dados coletados e as análises iam sendo apresentadas ao grupo de pesquisa e discutidas com a professora participante da escola.

Conforme Lüdke e André (2015), o estudo de caso refere-se à investigação de um caso delimitado que pode ser similar a outros, mas é ao mesmo tempo distinto porque há um interesse próprio na situação em estudo. As autoras afirmam que o estudo de caso deve atender algumas características fundamentais. A primeira delas implica visar à descoberta, pois o pesquisador tem conhecimento teórico inicial e segue mantendo-se atento a novos elementos importantes que podem surgir no decorrer da investigação. Assim, o quadro teórico originário serve de moldura para aspectos que podem vir a incorporar a pesquisa na medida

em que o estudo vai avançando. Além disso, segundo as autoras, um estudo de caso deve enfatizar a interpretação em contexto retratando a realidade de forma completa e profunda; usar uma variedade de fontes de informação; revelar experiências do pesquisador durante o estudo permitindo generalizações naturalísticas; representar os diversos pontos de vista presentes numa situação social, visualizando a realidade sob diferentes perspectivas, dando ao leitor elementos para que elabore suas próprias conclusões; utilizar linguagem mais acessível.

Severino (2007) alerta que, num estudo de caso, os dados devem ser coletados e registrados com rigor e seguindo todos os procedimentos da pesquisa de campo para que sejam fidedignos na representação da realidade. Em relação a essa metodologia, Gil (2008) explica que se trata de um tipo de investigação em que o pesquisador realiza o levantamento de dados no local onde os fenômenos ocorrem.

Partindo do exposto, as pesquisas em educação com abordagem qualitativa têm se delineado ao longo do tempo como uma forma de investigar a própria prática pedagógica. A partir dessas configurações emergiu a pesquisa-ação, sobre a qual debruçam-se os métodos de desenvolvimento e análises da presente pesquisa, conforme as prospecções de Thiollent (2011) e Tripp (2005) que corroboram e são citados neste trabalho porque complementam as ideias um do outro. Thiollent (2011) pontua três aspectos a serem atingidos na pesquisa-ação: a resolução de problemas; a tomada de consciência e a produção de conhecimento. Essa forma de conduzir a pesquisa permite aos pesquisadores compreenderem a situação e intervir na mesma, visando modificá-la, por isso assumimos uma postura ativa no envolvimento com os sujeitos investigados. Tal posicionamento assume a função de compreender o contexto, as consequências e as causas do fenômeno em estudo, da mesma maneira tornando possível a transformação de uma condição inicial por meio da averiguação das bases sobre as quais essas modificações seriam plausíveis.

Thiollent (2011) explica a existência de objetivos práticos de natureza imediata na pesquisa-ação, o que incita a busca de soluções quando for possível e acompanhar ações correspondentes, ou ao menos fazer progredir a consciência dos participantes em relação à existência de soluções e obstáculos. Essas características inerentes ao método da pesquisa-ação estão pautadas no espírito científico das investigações porque abrangem a compreensão da situação, seleção dos problemas, busca de soluções internas, aprendizagem dos participantes, valorizando o qualitativo e o diálogo.

A pesquisa-ação é uma intervenção porque tem a presença de mediações que são desenvolvidas simultaneamente ao processo de pesquisa. Abrange processos de natureza

qualitativa dos quais o autor participa ativamente, envolvendo-se em ações planejadas cujo objetivo é a modificação da situação em foco. Estes estudos podem implicar em processos de intervenção escolar em que o autor é o professor-pesquisador ou pesquisador-participante, que busca algum tipo de transformação da realidade. Por esse motivo, na pesquisa-ação se trabalha com problemas concretos, identificados em uma situação imediata, com instrumentos diversificados de coleta de dados (questionários, diários de campo, entrevistas...), valorizando feedbacks, modificações, ajustes e redefinições, quando a ocasião necessitar.

A pesquisa-ação educacional contribui para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar o ensino e, em decorrência, o aprendizado dos seus alunos. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação (TRIPP, 2005). Conforme Thiollent (2011), cada fase de operação do processo de investigação na pesquisa-ação contém diversos métodos e técnicas para coletar e interpretar dados, o que permite o uso de pesquisa documental, entrevistas, questionários, produção textual etc.

Dessas possibilidades temos a pesquisa na ação como uma estratégia que permite melhorar o conhecimento de situações-problema e introduzir decisões para a mudança que melhore a prática. Assim, a principal contribuição da pesquisa-ação é incorporar à aula a indagação sobre os problemas reais. Segundo Tripp (2005), isso significa estar próximo às preocupações e às ideias (não necessariamente os interesses) dos estudantes, seja porque surgem no contexto da sala de aula (tomado no amplo sentido, e não como o entorno imediato), seja porque o professor os apresenta como um membro qualificado do grupo. Conforme Hernández (1998), o melhor caminho para ensinar alguém a pensar (a aprender compreensivamente) é mediante a pesquisa, observando o contexto social do qual os estudantes procedem e as vias, estratégias ou percursos que possam tomar no momento de buscar versões dos fatos que lhes permitam interpretar a realidade.

Thiollent (2011) sugere que em cada situação de investigação os pesquisadores junto aos demais participantes definam o que se pode fazer, planejando as ações da pesquisa de forma flexível, podendo seguir os seguintes caminhos da maneira que melhor se organize o trabalho do grupo envolvido.

No quadro abaixo, de nossa autoria, desenvolvemos as tarefas que cumprimos com base nas definições de Thiollent (2011), conforme elaboração nossa a partir da interpretação das definições do autor.

Quadro 2 – Organização da pesquisa-ação

(continua)

Tarefas	Definição	Ações que desenvolvemos
Fase exploratória	Primeiros contatos com os participantes para identificar suas expectativas, as características e problemáticas da situação, o perfil dos sujeitos de pesquisa e outros aspectos relevantes. Definição da(s) estratégia(s) metodológica(s) e divisão das tarefas consequentes. Estabelecimento dos principais objetivos da pesquisa.	Contato com professores de escolas que faziam parte do grupo de pesquisa em educação em Ciências. Diagnósticos das escolas e turmas que participariam do projeto. Definição da metodologia da pesquisa e forma de análise dos dados.
Definição do tema da pesquisa	O tema deve ser definido de modo simples, sugerindo os problemas e o enfoque que serão selecionados. Ao definir o tema e os problemas iniciais, ocorre o enquadramento dos mesmos num marco referencial amplo de natureza teórica para nortear a pesquisa. Nesta fase, a pesquisa bibliográfica é necessária sendo possível o intercâmbio de saberes de especialistas nos assuntos implicados.	O tema foi definido como “análise da água”. A problemática inicial consistia no desafio de propor estratégias de ensino atrativas ao estudante da educação básica, oferecendo aos professores maneiras práticas, acessíveis e instrutivas para o ensino interdisciplinar.
Colocação dos problemas	Trata-se de definir uma problemática na qual o tema escolhido adquira sentido.	Definição do problema de pesquisa: Quais são os potenciais do EI no Ensino Médio e como as políticas curriculares atuais abordam essa estratégia de ensino?
Construção da teoria	Aquisição de uma visão clara acerca do quadro teórico que implica nas decisões da pesquisa.	As teorias que definiram a pesquisa bibliográfica e documental guiam-se pelos conceitos de pedagogia de projetos, interdisciplinaridade, EI, Educação Ambiental (EA), AC, contextualização, uso de TIC.

Quadro 2 – Organização da pesquisa-ação

(continuação)

Formulação de hipótese(s)	A partir da formulação da(s) hipótese(s), o pesquisador identifica as informações necessárias, evita a dispersão, focaliza determinados segmentos do campo de observação, seleciona os dados etc. São hipóteses sobre o modo de alcançar os objetivos, ocorrendo sua verificação somente na prática.	O EI favorece a formação cidadã, promovendo AC na construção do conhecimento científico. As políticas curriculares atuais contemplam a investigação como uma forma de educar em Ciências com vistas à formação cidadã por meio da contextualização e da interdisciplinaridade.
Seminário(s)	Tem o papel de auxiliar a decidir sobre o processo de investigação. Centraliza as informações coletadas e discute as interpretações. As informações são reunidas para auxiliar na elaboração de diretrizes de pesquisa e de ação, que serão testadas na prática.	O grupo de pesquisadores e interessados reunia-se semanalmente para debates, leitura de artigos, definição de tarefas e discussão dos dados coletados.
Delimitação do campo de observação empírica	Essa delimitação em que se aplica o tema da pesquisa é objeto de discussão entre os interessados e pesquisadores, podendo se relacionar com um quadro de atuação no caso das escolas.	As escolas que desenvolveriam o projeto foram definidas conforme interesse em trabalhar a temática do projeto e contribuir para o tema central da pesquisa.
Coleta de dados	É efetuada pelos pesquisadores sob controle do seminário central. Os instrumentos podem ser questionários, entrevistas, observação, diários e pesquisa de campo etc. Implica a busca de informações que são julgadas necessárias para o andamento da pesquisa.	Realizou-se questionários, pesquisa de campo, observação participante, registros fotográficos, anotações em diário de campo (portfolio).

Quadro 2 – Organização da pesquisa-ação

		(conclusão)
Aprendizagens	O contexto das pesquisas em educação vem acompanhado de ações de educar, comunicar e organizar. A aprendizagem dos participantes é facilitada pelas contribuições dos pesquisadores e especialistas.	O conteúdo era trabalhado em sala de aula atrelado às atividades investigativas propostas no projeto, no decorrer do ano letivo.
Saber formal/saber informal	O estudo da relação entre os saberes informal/formal visa estabelecer (ou melhorar) a estrutura de comunicação entre os universos culturais dos especialistas e dos interessados. O participante conhece os problemas e as situações nas quais está vivendo e o especialista tem saber sempre incompleto.	Conhecemos as concepções espontâneas dos estudantes sobre determinados conceitos pertinentes para as aulas, assim foi possível compreender o contexto de vida dos educandos.
Plano de ação	Para corresponder ao conjunto de seus objetivos, a pesquisa-ação deve se concretizar em alguma forma de ação planejada.	Portfolio com registros dos seminários e planejamentos, cronograma e definição de conteúdos norteou o planejamento das ações. Os dados iam sendo coletados conforme o andamento do projeto.
Divulgação externa	Além do retorno da informação aos grupos implicados, é possível divulgar a informação externamente em canais apropriados como conferências e congressos.	Participação dos pesquisadores em eventos de divulgação científica. Envolvimento dos estudantes em mostras pedagógicas e organização de evento na própria escola. Participação em prêmio a nível nacional com gravação de vídeo para divulgação. Criação de página na internet para acesso público.

Fonte: os autores, conforme definições de Thiollent (2011).

Thiollent (2011) considera que a pesquisa-ação parte da articulação entre a produção de conhecimentos e o processo de conscientização para o enfrentamento de problemas sociais. O autor debate que pesquisa-ação, além da participação, supõe ação planejada que nem sempre é vista nas propostas de pesquisa participante. Assim, toda pesquisa-ação é participativa, pois a participação das pessoas envolvidas nos problemas investigados é absolutamente necessária; mas nem toda pesquisa participante é pesquisa-ação, podendo os pesquisadores serem meros observadores das situações investigadas. A pesquisa-ação se constitui em uma alternativa às pesquisas convencionais, na qual o pesquisador ouve e compreende a situação que se propõe a estudar e modificar.

Conforme Tozoni-Reis (2008, p.163):

Consideremos a necessidade de reconhecer o potencial investigativo da metodologia da pesquisa-ação. Esse potencial se expressa pela principal característica da metodologia, que permite – mais do que permitir, ela exige – a articulação profunda e radical entre a produção de conhecimentos e a ação educativa. Isso significa dizer que a metodologia da pesquisa-ação refere-se a um tipo especial de produção de conhecimentos, comprometida com a ação intervenção no espaço social em que realiza a investigação. No caso da pesquisa-ação em educação, a compreensão, pela investigação, do fenômeno educativo articula-se à ação de educar, isto é, o fenômeno educativo é investigado no próprio processo de educar. Trata-se, portanto, de radicalizarmos na superação da neutralidade da pesquisa científica: o ato investigativo está comprometido, profundamente, com o ato educativo crítico, transformador e emancipatório.

Em concordância, Tripp (2005) define que a pesquisa-ação é proativa com respeito à mudança estratégica. É ação baseada na compreensão, alcançada por meio da análise de informações de pesquisa. Assim, é participativa na medida em que inclui todos os estão envolvidos nela, de uma forma ou de outra, e é colaborativa em seu modo de trabalhar, pois “funciona melhor com cooperação e colaboração porque os efeitos da prática de um indivíduo isolado sobre uma organização jamais se limitam àquele indivíduo” (TRIPP, 2005, p.454).

Por isso a pesquisa-ação é um processo corrente, repetitivo, no qual o que se atinge em cada etapa fornece o ponto de partida para aprimorar o ciclo seguinte, sendo a reflexão parte integrante do processo continuamente. Assim, segundo o mesmo autor, “o processo começa com reflexão sobre a prática comum a fim de identificar o que melhorar. A reflexão também é essencial para o planejamento eficaz, implementação e monitoramento, e o ciclo termina com uma reflexão sobre o que sucedeu” (TRIPP, 2005, p.454).

Ao propiciar a prática reflexiva, Tripp (2005) recomenda que se documente o progresso da pesquisa-ação pela compilação de um portfólio, já que frequentemente se produzirão dados sobre os efeitos de uma mudança da prática durante, antes e depois da

implementação. Embora o autor não indique os passos metodológicos da produção desse portfólio, recomenda que sejam registrados “resultados de testes em educação ou índices de satisfação (...) ou as atas de reuniões” (TRIPP, 2005, p.449).

Com o intuito de realizar registros pertinentes ao longo dos acontecimentos, produzimos um portfólio no formato de diário de campo, desvinculado de outras correntes metodológicas. Neste material, as percepções relacionadas aos eventos da pesquisa foram descritas conforme data, local e pessoas envolvidas, bem como as atas das reuniões e seminários que foram realizados. Esse caderno configura-se como um portfólio contendo impressões, emoções, anseios, projeções, planejamentos, debates, relatos, conclusões, questionamentos e opiniões sobre as etapas de desenvolvimento da pesquisa, conforme contato dos pesquisadores com os sujeitos investigados. A escrita desse material foi de importância fundamental para a identificação de aspectos da realidade que poderiam ser refletidos e modificados para a etapa subsequente. O registro das percepções dos estudantes e dos demais sujeitos envolvidos direta ou indiretamente na pesquisa foi de significativa relevância para a interpretação das situações que ocorreram, fornecendo subsídios para o planejamento das atividades e adaptação de outras para a produção de resultados satisfatórios.

Seguindo Tripp (2005), o relatório das realizações encontra-se implícito nas entrelinhas das sequências de ensino produzidas para cada nova situação de aprendizagem, além de estar escrito na forma do portfólio produzido pela professora pesquisadora.

Na introdução do relatório ficam explicitadas as intenções do pesquisador e os benefícios previstos. O reconhecimento implica a investigação de trabalho de campo e revisão da literatura: a pesquisa bibliográfica e documental. Por meio da pesquisa de campo, coletamos dados referentes a situação investigada e aos participantes. O desenvolvimento do projeto constituiu os ciclos da pesquisa sobre os quais incidia o planejamento inicial dos primeiros passos de cada ação, a implementação, o relato sobre os participantes, o local da pesquisa, as motivações e acontecimentos. Os resultados de cada ciclo descrevem a melhoria planejada com uma base racional do(s) método(s) de produção de dados, apresentação, análise, discussão dos resultados já alcançados, explicações e implicações. A avaliação consiste num processo de análise da mudança na prática (o que funcionou ou não funcionou e por quê) e da pesquisa (em que medida foi útil e adequada). A conclusão, como etapa final do relatório, apresenta quais foram as melhorias práticas alcançadas, implicações e recomendações para a prática profissional do pesquisador e de outros; o que foi aprendido no processo, implicações e recomendações para fazer o mesmo tipo de trabalho no futuro.

Essa perspectiva nos remete à preocupação de Dewey em definir a prática reflexiva sobre a qual o professor deveria se inclinar, a fim de exercer a ação reflexiva. Essa é entendida como a consideração dos aspectos que norteiam suas práticas, os motivos que as justificam e as consequências a que conduzem. A ação reflexiva é um processo que envolve intuição e emoção, além da busca por soluções lógicas para os problemas.

Embasados nesses referenciais teóricos e metodológicos, buscamos rigor científico para o trabalho utilizando técnicas alinhadas aos métodos de pesquisa científica para viabilizar resultados fidedignos.

4.2 COMO SURTIU O PROJETO CONEXÃO DELTA

As discussões que permeiam essa pesquisa surgiram em abril de 2015, durante as reuniões do Grupo Inter-institucional Desempenho Escolar e Inclusão Acadêmica (IDEIA) do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). À época, o grupo realizava discussões na área do ensino de Ciências, procurando dinâmicas inovadoras, interessantes e de baixo custo para a educação básica, sob coordenação do professor doutor Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto.

Buscamos elaborar as atividades na temática “análise da água” devido à abrangência do tema, podendo ser abordado de forma disciplinar, interdisciplinar ou multidisciplinar. A partir disso, desenvolvemos protocolos acessíveis para estudantes da educação básica no estudo das águas. As atividades foram planejadas diante da realidade da maioria das escolas públicas do país: laboratórios de Ciências com estrutura inadequada, frequentemente abandonado ou inexistente, falta de tempo dos educadores para planejar atividades, dificuldade em contextualizar o conteúdo e escassez de verbas para compra de materiais.

Desses debates, emergiu a possibilidade de analisar a viabilidade e o potencial das atividades elaboradas como um projeto de pesquisa. Desde então, adaptamos os protocolos à luz do EI e o formatamos como um projeto investigativo. Assim emergiu o projeto Conexão Delta: uma proposta de EI com abordagens interdisciplinares a partir do estudo dos recursos hídricos, contextualizando as aprendizagens pela significação dos conhecimentos escolares. O nome foi escolhido pelo grupo porque remete aos recursos hídricos (delta indica um terreno formado pela desembocadura de rios) e ao uso de TIC (conexão significa ligação).

As investigações permitem tecer relações com a realidade da escola, além de aproximar os estudantes da vivência do método científico. Ao mesmo tempo em que

possibilita a pesquisa teórica para explicar fatos e fenômenos, o projeto sugere práticas e saídas a campo. De forma integrada, busca-se promover a compreensão do processo de produção de resultados, a importância da socialização dos conhecimentos e como proceder para a divulgação das investigações, cumprindo a função social da pesquisa científica. Essa forma de trabalho possibilita ensinar e aprender por meio de procedimentos oriundos do método de trabalho dos cientistas, o que possibilita aos estudantes sentirem a importância do engajamento coletivo para a produção do conhecimento e da socialização dos saberes.

O projeto viabiliza a promoção da AC e EA, porque favorece o estudo da realidade e a interpretação crítica do contexto, na ótica dos conhecimentos científicos. Isso provém da contextualização, pois a mobilização dos conhecimentos construídos é subsídio para a tomada de decisões frente a determinadas situações, influenciando as atitudes na vida em sociedade.

Os protocolos foram construídos nas reuniões do grupo de pesquisa e os bolsistas encarregaram-se de elencar os aplicativos e *sites* com potencial para o ensino-aprendizagem. Além disso, conforme as atividades iam sendo efetivadas nas escolas, adequações iam sendo feitas para tornar as práticas mais efetivas conforme o aproveitamento dos estudantes.

4.3 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

É importante destacarmos que esta pesquisa foi viabilizada a partir do cadastramento do projeto de pesquisa no Gabinete de Projetos (GAP) do Centro de Educação (CE) da UFSM. A proposta inicial foi submetida para concorrência no edital número 008/2015 PROBIC/FAPERGS/UFSM, tendo sido contemplada com uma bolsa de iniciação científica para aluno de graduação, com duração de 12 meses com início em julho de 2015. Assim, o projeto contou com uma bolsista durante seis meses e outro bolsista pelo restante do tempo.

Ressaltamos que o projeto de pesquisa obteve aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSM por meio de cadastramento no Sistema Plataforma Brasil, mantido pelo Ministério da Saúde, sob o registro do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 52245315.0.0000.5346 e parecer consubstanciado do CEP número 1.544.901 de 15/05/2016.

As escolas nas quais o trabalho foi desenvolvido foram contatadas previamente. Essas instituições concordaram com o desenvolvimento da pesquisa enviando cartas de autorização. Anteriormente à coleta de dados, cada estudante recebeu um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) com a finalidade de explicar de que forma seria o envolvimento na

pesquisa e para que os pais/responsáveis, no caso dos menores de idade, tivessem ciência do projeto, suas implicações éticas, objetivos e atividades, autorizando ou não a participação.

4.4 A PRODUÇÃO DOS DADOS

O projeto foi pensado para ser realizado por professores que se interessassem por livre adesão. No primeiro semestre de 2015 foram enviados convites por *e-mail* para professores com quem o grupo de pesquisa mantinha contato, esclarecendo que a proposta poderia ser adaptada conforme a prática educativa do professor, considerando as séries e o contexto da escola. Nesse momento inicial cinco professores, além da pesquisadora, interessaram-se em fazer parte do projeto, sendo orientados sobre o andamento das atividades e como elas poderiam se encaixar no trabalho pedagógico da escola sem interferir na organização curricular. Três professores trabalhavam Ciências com séries finais do Ensino Fundamental em escolas privadas de Santa Maria e os demais trabalhavam em instituições públicas.

No ano seguinte uma professora que passou a frequentar as reuniões do grupo IDEIA mostrou interesse em desenvolver o projeto em três escolas públicas de Santa Maria. Também em 2016, uma professora de uma escola privada em Santo Ângelo interessou-se em participar do projeto com uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental. Nessa mesma cidade, a pesquisadora visitou três escolas públicas municipais que se localizavam perto de corpos d'água para apresentar o projeto.

Diante das assertivas, o projeto foi desenvolvido em duas escolas: Colégio Militar de Santa Maria (CMSM) e Colégio Estadual Pedro II em Santo Ângelo, RS. Nessa, a pesquisadora atuava como professora e na outra, uma participante esporádica do grupo de pesquisa e estava à frente do Clube de Ciências.

Na escola em Santo Ângelo onde a pesquisadora atuava como docente o projeto envolveu duas turmas (301 e 302) de terceiro ano do Ensino Médio Politécnico¹². A turma 301 participou de setembro a dezembro de 2015 e a turma 302 envolveu-se de maio a dezembro de 2016, sob orientações da pesquisadora enquanto professora de Biologia e Seminário Integrado¹³.

¹² Constituiu-se uma proposta de redesenho curricular para as escolas públicas estaduais, implantada pela Secretaria Estadual da Educação no estado do Rio Grande do Sul em 2011. Apresenta componentes curriculares articulados em áreas do conhecimento para melhorar a qualidade do ensino, visando diminuir os níveis de evasão e repetência, buscando a formação ética e desenvolvimento intelectual do estudante para atuar em sociedade como cidadão crítico e consciente (OLIVEIRA; PERSICH, 2015).

¹³ Surgiu em 2011 nas escolas públicas estaduais do Rio Grande do Sul, proveniente da proposta didática do Ensino Médio Politécnico. Foi pensado como um espaço destinado a aprendizagens pela pesquisa por meio da

Na escola em Santa Maria o projeto aconteceu com uma configuração diferenciada. As atividades foram feitas no mês de outubro de 2015 e, posteriormente, em maio de 2016, no turno inverso, durante encontros semanais do Clube de Ciências que duravam 1h30min.

É importante ressaltar que o foco deste trabalho reside nas análises da configuração interdisciplinar do projeto na escola santo-angelense. A edição piloto em 2015 orientou o planejamento das atividades no ano seguinte. Na segunda versão, a realização do projeto teve duração mais extensa e, por isso, mais possibilidades de abordagens interdisciplinares.

Se por um lado no Colégio Estadual Pedro II o trabalho aconteceu integrado ao conteúdo, no CMSM a proposta foi diferente. Nessa escola, as práticas aconteceram paralelamente às aulas com estudantes das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio que formavam o Clube de Ciências. Assim, o enfoque desta pesquisa encontra-se nos resultados alcançados com a edição do projeto no Colégio Estadual Pedro II em 2016.

Os instrumentos para coleta de dados foram selecionados com base nos pressupostos da abordagem qualitativa. Para a obtenção dos dados adotou-se a técnica de questionário para os participantes e a produção de uma sequência didática que norteou o projeto. Soma-se a isso os instrumentos cujas características são inerentes à pesquisa-ação: observações diretas, anotações da professora pesquisadora no diário de campo e diagnóstico avaliativo em relação ao envolvimento dos estudantes. A análise da sequência didática dá-se com base em Carvalho (2011; 2013) e no que dizem duas políticas curriculares que norteiam o Ensino Médio no Brasil: os PCN pertinentes a essa etapa da educação básica e o PNFEM.

As atividades desenvolvidas no CMSM ressaltam as variadas possibilidades por meio das quais se pode analisar a qualidade ambiental, verificar as características dos recursos hídricos, utilizar TIC e realizar atividades práticas. Diante desses argumentos, justifica-se o enfoque das análises e resalta-se a riqueza das possibilidades que o EI proporciona em cenários educacionais diferentes.

4.4.1 A escola e os estudantes

O Colégio Estadual Pedro II situa-se em um bairro periférico da cidade de Santo Ângelo, a noroeste do Rio Grande do Sul. Atualmente a escola possui 600 alunos distribuídos

integração entre diferentes áreas do conhecimento para a construção de projetos. Estes deveriam ser elaborados a partir de pesquisa que explicitasse uma necessidade e/ou uma situação problema, dentro dos eixos temáticos transversais (RIO GRANDE DO SUL, 2011). De forma que não se encontrava explicitamente como esse espaço deveria se organizar no currículo escolar, foi definido como um componente curricular sob a regência de um único professor.

no Ensino Fundamental, Ensino Médio e Técnico em Secretariado. Além das salas de aula, a escola possui refeitório e cozinha, auditório, área coberta para recreação, laboratório de informática, laboratório de Ciências, biblioteca, sala multimídia, área externa com campo de futebol, quadra coberta, quadra de basquete e pomar. O laboratório não era utilizado antes de 2013, ano em que a pesquisadora passou a trabalhar na escola, e por esse motivo era utilizado para depósito de materiais diversos. O espaço foi reorganizado em 2014 com as atividades do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo Ângelo/RS, também recebendo auxílio para compra de mobília por meio do Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI)¹⁴. A estrutura conta com seis microscópios ópticos, vidrarias diversas, quadro branco, bancadas, bancos, murais, pia e armários.

No ano de 2015 participaram 31 estudantes, 17 meninas e 14 meninos com idades entre 15 e 17 anos. As atividades iniciaram em setembro e foram finalizadas em dezembro.

Em 2016 participaram 18 jovens com idades entre 16 e 18 anos. Eram 11 meninas e 7 meninos. As atividades foram de maio a dezembro. A partir da convivência com esses estudantes, é possível afirmar que a turma é unida e afetiva. O pouco número de alunos facilitou o trabalho coletivo e em grupos, além de que os estudantes eram dinâmicos, responsáveis e demonstravam alegria em participar das atividades. A maioria tinha residência nas proximidades da escola e todos tinham acesso à internet, o que facilitou o trabalho porque os alunos tinham familiaridade com muitos instrumentos utilizados para as pesquisas.

Nas duas edições do projeto aconteceram aulas interdisciplinares sobre conteúdos de Biologia, Geografia, História e Sociologia, utilizando o espaço do Seminário Integrado para pesquisas. Tais componentes curriculares tinham como professoras regentes a pesquisadora (em Biologia e Seminário Integrado) e uma professora participante para os demais.

As educadoras preocuparam-se em criar espaços para que a turma pudesse questionar, observar, dialogar e expor suas ideias. As práticas eram incorporadas conforme as professoras sentiam necessidade a partir das reflexões sobre as práticas. Nisso reside o embasamento da pesquisa-ação, da prática reflexiva e do EI, pois é no decorrer das aulas que emergem desafios

¹⁴ Instituído em 2009, parametrizado pelo Plano de Desenvolvimento da Educação, alinhado às diretrizes e metas do Plano Nacional de Educação 2014-2024 e à reforma do Ensino Médio. O objetivo é apoiar e fortalecer os sistemas de ensino no desenvolvimento de propostas curriculares inovadoras no Ensino Médio, disponibilizando apoio técnico e financeiro para disseminar um currículo dinâmico, flexível, que atenda às expectativas e necessidades dos estudantes e às demandas da sociedade atual. Busca promover a formação integral e fortalecer o protagonismo juvenil com a oferta de atividades que promovam a educação científica e humanística, além do aprimoramento da relação teoria e prática, da utilização de novas tecnologias e o desenvolvimento de metodologias criativas e emancipadoras (BRASIL, 2009).

para que os estudantes mobilizem conhecimentos já construídos e se tornem abertos para aprender novos conhecimentos. Isso ocorre à medida que percebem que os conhecimentos prévios não explicam completamente o que precisam compreender.

4.4.2 As professoras

Sou licenciada em Ciências Biológicas pela URI campus Santo Ângelo em 2011 e especialista em Análises Clínicas Microbiológicas. Atuo como professora de Biologia no Colégio Tiradentes da Brigada Militar de Santo Ângelo. Desde o meu ingresso no Magistério Público Estadual do Rio Grande do Sul, em dezembro de 2012, trabalhei no Colégio Estadual Pedro II com as disciplinas de Ciências, Biologia e Seminário Integrado, encerrando minhas atividades nesta escola em dezembro de 2016. Minha trajetória como pesquisadora em educação em Ciências iniciou durante a graduação (de 2008 a 2010), quando fui bolsista de iniciação científica orientada pela professora Neusa Maria John Scheid. Depois de formada, já atuando como professora no Colégio Estadual Pedro II, tive a oportunidade de ser supervisora do PIBID Biologia no ano de 2014, sob a coordenação da professora Briseidy Marchesan Soares. Ao iniciar a carreira docente na educação básica fui acolhida pela colega Luthiane Miszak Valença de Oliveira, experiente educadora em Ciências humanas, aberta ao trabalho coletivo que se tornou uma grande amiga e uma das construtoras deste trabalho. A convivência com essas educadoras teve fundamental influência em minha decisão em ingressar no mestrado.

A professora participante Luthiane Miszak Valença de Oliveira formou-se em 2007 no curso Normal em Nível em Médio. No ano seguinte começou a atuar como docente na Educação Infantil. Concluiu a Licenciatura em História URI Santo Ângelo/RS em 2012, ano em que a educadora começou a lecionar História, Sociologia, Seminário Integrado e Geografia no Colégio Estadual Pedro II. Durante a formação em nível de graduação realizou seus primeiros contatos com a regência e desenvolveu os primeiros projetos interdisciplinares na Educação Infantil e a partir 2010 nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental na rede estadual de ensino. Formou-se no curso de Especialização Lato Sensu em Orientação Educacional, no período de 2012 a 2014 na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo, RS. Os saberes construídos ao longo do curso foram fundamentais para expandir as compreensões sobre a docência, e especialmente sobre a pesquisa em Educação. Essa construção de saberes bem como as necessidades apresentadas em sua prática

pedagógica nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio desde o ano de 2012, levaram a educadora a iniciar seus estudos no curso de Mestrado em Educação, na UFFS campus Chapecó, SC, em 2014. Tal estudo direcionou a educadora a realizar suas pesquisas e produções no campo das políticas educacionais e do ensino de História no Ensino Médio no Rio Grande do Sul.

4.4.3 A construção da sequência de ensino investigativa

O ensino e a aprendizagem de Biologia possibilitam engrandecer o entendimento da vida. Uma das contribuições das atividades investigativas é subsidiar a compreensão da singularidade dos seres vivos e sua atuação no mundo, especialmente relativo à vida humana em função de sua capacidade de intervir no meio e transformá-lo. Ao passo que os conceitos científicos são apreendidos e a aprendizagem vai sendo construída, a compreensão das Ciências da Natureza como uma área promissora, dinâmica, com avanços contínuos, pode favorecer o desenvolvimento de formas de pensar e agir que construam os posicionamentos dos estudantes sobre o mundo, podendo participar da sociedade de modo consciente.

4.4.4 O projeto Conexão Delta

Carvalho (2011; 2013) indica o planejamento de uma SEI tem por objetivo principal a criação de ambientes de aprendizagem para que a construção do conhecimento científico possa acontecer. Por meio delas, é possível propiciar condições em sala de aula para identificar os conhecimentos prévios para que novos conhecimentos sejam aprendidos. Os estudantes devem reconhecer suas ideias e sentirem-se à vontade para discuti-las na turma, conscientes da necessidade de ampliar seu campo de saberes, construindo o conhecimento científico para além do conhecimento espontâneo.

As SEI propostas por Carvalho (2013) sugerem atividades para trabalhar um tópico específico em um período determinado. Nesse trabalho, adaptamos a SEI para atender a temática do projeto durante o ano letivo. Tanto em 2015 como em 2016 as atividades seguiram a sequência proposta com acréscimos e modificações de um ano para outro, com vistas de atender o interesse dos estudantes e ampliar as contextualizações.

O foco das análises situa-se nos detalhamentos das atividades investigativas que compõem as etapas da SEI na edição de 2016. Fazemos relação com as recomendações dos principais documentos curriculares que norteiam a educação escolar brasileira, além de tecer

associações com as características inerentes ao EI para a promoção da cidadania e da AC. Assim, a SEI que é o projeto Conexão Delta configura-se como um produto do mesmo, podendo servir de guia para que professores abordem tópicos relacionados, além de obterem orientações de como avaliar os estudantes em cada etapa. O delineamento das atividades encontra-se explicitado no quadro 3, de autoria própria, e as análises das etapas descritas serão desenvolvidas nas próximas seções.

Quadro 3 – Organização das atividades investigativas

(continua)

Atividades investigativas	Realizações	Avaliação
Problemas de investigação	Problematizações: como está a qualidade ambiental dos recursos hídricos em nossa cidade? Há seres vivos na água que bebemos e o que isso influencia em nossas vidas? Qual a origem da água potável? Como é o saneamento básico no município, estado, país e no mundo atualmente ao longo da história?	Interação com colegas, participação nas reflexões, anotações no caderno, resolução de casos investigativos em grupos.
Elaboração de hipóteses	Hipóteses levantadas pelos estudantes: há microrganismos em grande quantidade na água sem tratamento; a definição de pH é usada para caracterizar as águas; a qualidade dos recursos hídricos pode ser definida com experimentos e visualização em microscópio; a presença de poluição indica má qualidade ambiental; água sem tratamento transmite doenças.	Exposição das ideias na turma, discussão em pequenos grupos e reelaboração de hipóteses coletivas.
Práticas	Saídas a campo no arroio Itaquarinchim. Determinação do pH da água. Visita de estudos às Estações de Tratamento de Água e Esgoto. Cultura de amostras de água em gelatina. Observação em microscópio. Visita ao laboratório de zoologia da URI. Seminário sobre ciclos biogeoquímicos e conferência “Ambiente & Vida” na escola. Entrevistas com moradores do entorno do arroio Itaquarinchim nos bairros próximos à escola.	Trabalho em grupos, preparação e uso dos materiais, divisão de tarefas, postura de investigadores, relatos em forma de relatório, participação no seminário e na conferência com apresentação de trabalho. Apresentação das entrevistas com áudios, transcrição e carta cessão.

QUADRO 3 – Organização das atividades investigativas

(continuação)

Coleta dos dados	Fatores abióticos e bióticos observados nas saídas a campo. Observação e identificação de microrganismos que cresceram nas culturas de água em gelatina. Observação de microcrustáceos, protozoários, fungos microscópicos, bactérias, algas e matéria orgânica nas amostras de água em microscópio óptico.	Anotação nos cadernos, registro de dados na planilha <i>online</i> , fotografias, vídeos, relatórios.
Análises dos dados e discussão	Comparações dos resultados em relação à amostras diferentes de água por meio da cultura de microrganismos, microscopia, seres vivos bioindicadores, pH, sedimentos, cor da água, odor... Apresentação das entrevistas debatendo como as pessoas percebem, usam e cuidam dos recursos naturais em nossa cidade.	Argumentação para explicar as diferenças nos resultados, buscando explicações para os parâmetros encontrados. Integração durante o trabalho coletivo. Uso de conceitos científicos.
Elaboração de conclusões	Escritas nos cadernos, desenhos, relatórios, debates, identificação das fotografias e filmagens, questionamentos durante os eventos.	Capacidade de relacionar as descobertas com o cotidiano, utilizando conceitos científicos para explicar o contexto real. Generalização de explicações a partir dos resultados dos experimentos.
Comunicação dos resultados e conclusões	Atividade integrada com estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Margarida Pardelhas. Conferência Ambiente & Vida na escola com convidados palestrantes. Seminário sobre os ciclos biogeoquímicos na turma.	Argumentações sobre os resultados. Uso de TIC. Organização da conferência. Apresentação do seminário. Interação com os estudantes da EMEF.

QUADRO 3 – Organização das atividades investigativas

(conclusão)

Aplicação dos conhecimentos	Elaboração de relatório, produção textual, esquemas e desenhos explicativos, avaliações teóricas interdisciplinares, apresentação de seminário, monitoria das atividades com estudantes da escola municipal, resolução dos casos investigativos.	Elaboração da planilha de dados no <i>GoogleDrive</i> . Relatório e registros. Avaliações e casos investigativos. Explicações para as descobertas. Apresentação de trabalhos.
Ampliação dos conhecimentos e Intervenções	Participação em plantio de mudas de árvores nativas com entidades engajadas em ações em prol do ambiente. Participação no Prêmio Respostas para o Amanhã com gravação de vídeo para divulgação e conquista de um <i>notebook</i> para a escola. Entrevistas com pessoas da comunidade relacionando aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos que influenciaram as transformações ao longo do tempo. Atividades na EMEF.	Capacidade de significar as atividades nas atitudes e perceber comportamentos inadequados em si mesmo e na sociedade. Interação com a comunidade. Divulgação das análises e conclusões.

Fonte: os autores.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo discutiremos as bases sobre as quais assentou-se a pesquisa. Explicaremos o planejamento e a efetivação do projeto Conexão Delta no Colégio Estadual Pedro II em 2016, detalhando a SEI que orienta o projeto e sua fundamentação didático-metodológica. Além disso, tais atividades serão analisadas à luz das políticas curriculares atuais voltadas para o Ensino Médio. Por fim, faremos a análise das respostas dos estudantes para o questionário avaliativo sobre sua participação no projeto.

Diante do exposto no capítulo anterior, além da pesquisadora, outros educadores interessaram-se em envolver suas escolas no projeto. O fato de apenas duas escolas terem efetivamente se envolvido pode ser atribuído às limitações dos professores. Quatro professores de escolas privadas (três em Santa Maria e uma em Santo Ângelo) que mostraram entusiasmo inicial foram desestimulados a levar a ideia aos seus gestores. Sobretudo, três professores sentiram-se limitados em relação às análises de água porque as instituições não se localizavam perto de corpos d'água. Já a educadora cuja escola situa-se próxima a um arroio em Santo Ângelo teve dificuldades ao organizar o planejamento para o estudo do meio. Pode-se explicar essa desistência porque o currículo escolar, nesse caso, engessa-se de forma que os professores sentem-se limitados a trabalhar determinados conteúdos durante o ano letivo.

Duas professoras de diferentes escolas públicas estaduais de Santa Maria mantiveram contato com a pesquisadora por *e-mail*. Entretanto, não encontramos momentos em que pudessemos nos reunir a fim de planejar e explicitar as atividades, pois ambas cumpriam o horário de planejamento na escola e não tinham disponibilidade para participarem das reuniões do grupo IDEIA. Isso pode indicar o quanto a organização do planejamento docente coletivo representa um desafio, em especial, para as instituições públicas estaduais do Rio Grande do Sul. A ausência de espaços para debates acerca da educação pública e da qualidade do ensino aliena os educadores em relação às estratégias didáticas, além de não haver condições de trabalho que permitam a permanência de situações formativas. Somente a professora da instituição federal de educação básica (CMSM) manteve o interesse em fazer parte do projeto. Pode-se justificar tal adesão porque a educadora apresentava menor carga horária em sala de aula, podendo dedicar mais tempo ao planejamento da prática docente, inclusive dedicar-se às atividades do Clube de Ciências da escola. Principalmente, acreditamos que esse envolvimento vem ao encontro da valorização do professor como profissional da educação, uma concepção das instituições federais de ensino principalmente em relação aos espaços para formação continuada e organização do trabalho docente. Nessa

via, as escolas básicas federais sinalizam o quanto é possível avançarmos na concretização das políticas públicas para efetivação das estratégias didáticas. Uma vez que a profissão “professor” é valorizada, respeita-se o planejamento como parte substancial do trabalho docente, incentiva-se a busca por formação continuada como qualificação profissional, além de contribuir abrindo espaços para as trocas de experiências também na formação inicial de professores (por meio de grupos de pesquisa e programas como o PIBID, por exemplo).

Em 2016 buscou-se parcerias para as análises de água com algumas escolas que se localizavam no entorno de corpos d’água em Santo Ângelo. Essa ideia surgiu quando a SEI estava em andamento e as educadoras perceberam o potencial dos estudantes em envolver a comunidade em suas investigações. Além disso, o estudo do meio em pontos diferentes da cidade possibilitaria observações comparativas que contribuiriam para a elaboração das conclusões referentes às análises. Assim, a pesquisadora foi a três escolas municipais: uma às margens do arroio Tchungum; uma próxima ao arroio Santa Bárbara; outra perto da região central onde passa o arroio Itaquarinchim, distante cerca de 4km do Colégio Estadual Pedro II.

Na primeira escola o contato foi feito com a coordenação e a direção. A pesquisadora foi bem recepcionada, inclusive conduzida a conhecer o laboratório de Ciências bem estruturado, com equipamentos básicos e materiais em bom estado de conservação. O projeto foi compreendido com entusiasmo, pois a instituição já havia se envolvido em ações de conservação ambiental há alguns anos, quando a administração pública e os moradores do bairro reuniram-se para limpeza do arroio, construção de horta comunitária, área de lazer e pista de caminhada. No entanto, as atividades não tiveram continuidade e os empreendimentos ficaram abandonados em situação de depredação. O projeto Conexão Delta trouxe a oportunidade para a escola retomar esse movimento, desde que os professores assumissem compromisso com as atividades. No momento em que a pesquisadora apresentou o projeto para uma das professoras, ela explicitou dificuldades em executar as práticas porque as turmas tinham muitos alunos e o laboratório de Ciências carecia de materiais adequados. Percebeu-se que, mesmo com apoio das equipes coordenadora e diretiva, os professores não se sentiram seguros para se envolverem em atividades inovadoras. Alegam que o trabalho coletivo limita-se às reuniões pedagógicas e conselhos de classe, não bastando o apoio dos gestores, sendo necessárias formações continuadas voltadas para a inovação da prática docente, criando espaços de orientação, estímulo e acompanhamento contínuo.

A escola municipal situada perto do arroio Santa Bárbara é conhecida por desenvolver um projeto de preservação ambiental há cerca de dez anos, com a parceria de pessoas da

comunidade, uma Organização Não Governamental (ONG) da cidade e das secretarias municipais de educação e meio ambiente. A pesquisadora foi recebida pela secretária da escola que escutou detalhes sobre o projeto e repassou uma cópia impressa à direção. No segundo contato, a funcionária informou que a equipe diretiva não tinha interesse em se envolver no projeto porque já participava de ações que envolviam a preservação do arroio Santa Bárbara. Acreditamos que o desinteresse pode ter acontecido porque não houve contato pessoal da pesquisadora com a direção da escola. Isso limitou a compreensão de como a escola poderia se envolver nas atividades, de forma a enriquecer o trabalho já desenvolvido ao longo dos anos.

A escola municipal próxima ao ponto central do arroio Itaquarinchim recebeu a pesquisadora com entusiasmo. A coordenadora fez questão de compreender os detalhes do projeto e estabelecer um cronograma prévio para os estudos do meio, além de demonstrar interesse em uma formação continuada sobre interdisciplinaridade. Tanto a direção como a professora de Ciências foram abertas para diálogo desde a apresentação do projeto. Acreditamos que essa abertura pode estar relacionada com o apoio que os professores sentem quando desejam inovar as práticas pedagógicas. Esse apoio vai além da disponibilização de tempo para o planejamento coletivo. Implica a equipe gestora estar lado a lado dos docentes na busca de estratégias que aproximem os estudantes da educação científica, o que foi demonstrado no desejo de oferecer condições para a formação continuada. Assim, a escola participou em algumas atividades do projeto e a continuidade foi interrompida porque a professora precisou afastar-se das atividades docentes por motivos de saúde.

Observando os contextos diferenciados em que se situam o CMSM e o Colégio Estadual Pedro II, não é nossa intenção comparar resultados. Partimos da hipótese que o EI propicia construção do conhecimento científico de forma dinâmica, considerando o contexto de vida e os interesses dos estudantes. Assim, reunimos dados para debater a organização da SEI, focando a análise das intervenções em 2016 no Colégio Estadual Pedro II porque foi nesta escola que o projeto adquiriu formatação curricular com abordagens interdisciplinares.

5.1 CARACTERÍSTICAS DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Embora não exista um roteiro fixo e definido ou um exemplo que satisfaça todas as dimensões pertinentes a uma investigação no ensino de Ciências, há características que ajudam na organização das atividades investigativas, como: perceber situações abstratas,

construir e esclarecer um problema, formular e testar hipóteses, aplicar e avaliar teorias científicas, propiciar a obtenção e a avaliação de evidências, atuar na solução, valorizar o debate e argumentação, permitir múltiplas interpretações (CARVALHO, 2011). Os estudantes envolvem-se ativamente e o professor atua como guia e facilitador (BARROW, 2006).

Carvalho (2011) enumera aspectos que devem estar presentes em uma SEI que valoriza o jovem como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, a partir da visão piagetiana sobre construção de conhecimento. Uma SEI prevê a criação de condições para que os estudantes construam conhecimento científico, devendo apresentar alguns pontos importantes: 1) proposição de questões/problemas como ponto de partida para a organização do pensamento; 2) passagem da ação manipulativa para a ação intelectual (e vice-versa); 3) levar à tomada de consciência de seus atos para a resolução do problema; 4) passagem pelas etapas de elaboração das explicações científicas passando a conceitualizar o conteúdo com auxílio do professor.

As etapas recomendadas para que uma atividade seja de investigação estão explicadas no quadro 4, elaborado por nós, conforme revisões na literatura (CARVALHO, 2011; CARVALHO, 2013; SIQUEIRA, 2015; AZEVEDO, 2004; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Em relação ao progresso das etapas, pode ocorrer durante uma aula ou durante um período maior, envolvendo mais de um problema que pode ser resolvido simultaneamente ou que determine a passagem para a etapa subsequente. O desenvolvimento das etapas em espiral é permitido com a intenção de respeitar a subjetividade de cada estudante, seu ritmo de aprendizagem e seu tempo de integração com os colegas, bem como sua acomodação em relação ao uso de instrumentos de laboratório e ferramentas tecnológicas.

Quadro 4 – Etapas que compõem uma atividade investigativa

(continua)

Momentos	Características	Ações dos estudantes	Ações dos professores	Sugestão de avaliação
Proposta do problema	Identificar um problema que introduz o tópico desejado. O problema relacionar-se diretamente ao contexto de vida e a partir dele surgir um tema que norteará o trabalho didático.	Proposição do problema de pesquisa conforme seus interesses e contexto de vida.	Elaboração do problema de forma que a turma sintam-se com motivos para se interessar em investigar, refletindo.	Interpretação de artigos em revistas de divulgação científica, reportagens de jornais locais, sínteses ou relatórios a partir das percepções críticas do contexto.
Elaboração de hipóteses	Levantamento das concepções espontâneas e conhecimentos prévios dos estudantes.	Elaboram respostas ou explicações para o problema.	Oportunizar que a turma explique, dialogue, fale, perceba a limitação dos conhecimentos prévios.	Escrita de hipóteses, discussão, reelaboração de hipóteses coletivas; capacidade de se expressar.
Planejamento da resolução do problema	Distribuição ou definição de materiais e instrumentos; organização em grupos; planejar a resolução do problema.	Programar o que fazer conforme o que têm disponível para resolver o problema.	Promover a integração dos grupos, fornecer materiais e instrumentos adequados, propiciar ambiente criativo.	Organização, como usam os materiais, se há integração, identificar espíritos de liderança.
Realização de práticas	Testar as hipóteses com experimentos, pesquisas, saídas a campo, observações...	Executar as atividades.	Verificar se entenderam o problema, integrar com outros campos do conhecimento.	Capacidade de trabalhar em grupos, preparação e uso dos materiais, divisão de tarefas, postura de investigadores.

QUADRO 4 – Etapas que compõem uma atividade investigativa

(continuação)

Coleta dos dados	Coletar dados de formas diversas (pesquisa de campo, questionário, entrevista, observações, experimentos...).	Organizar a forma de coleta de dados e registro.	Verificar o andamento dos grupos, orientando-os nas suas observações.	Avaliar de que forma os grupos usam diferentes instrumentos para anotações e registro dos dados.
Análise dos dados e discussão	Conectar os registros e os resultados dos experimentos e práticas para analisar os dados e iniciar a formulação da(s) conclusão(ões).	Analisar o que anotaram e registraram em relação ao problema e às hipóteses elaboradas.	Estabelecer interações valorizando as opiniões, reforçando a dimensão coletiva do trabalho científico, criando ambiente favorável para a expressão e para a curiosidade.	Argumentação, trabalho coletivo, sistematização dos conhecimentos, mobilização dos conceitos científicos para a argumentação, interpretação da realidade, aplicação dos conhecimentos.
Elaboração da conclusão	Sistematizar as descobertas e os conhecimentos construídos para elaborar as conclusões acerca dos resultados observados na busca da resolução do problema.	Debater as descobertas, elaborar sínteses explicativas e argumentos apontando possíveis soluções para o problema, comparando as hipóteses e resultados.	Demonstrar que a conclusão de uma pessoa ou um grupo pode não ser suficiente, ao mesmo tempo em que atribui responsabilidades individuais e coletivas para a construção do conhecimento.	Poder de síntese, diálogo com colegas, capacidade de ouvir, falar e organizar as ideias, espírito de liderança, organização dos conhecimentos, de que maneira chegaram à conclusão, aplicabilidade da conclusão ao cotidiano.

QUADRO 4 – Etapas que compõem uma atividade investigativa

(continuação)

Comunicação dos resultados	Comunicar as descobertas implica divulgar os conhecimentos construídos de diversas maneiras. Decide-se para quem, como, quando, onde, podendo-se usar de maquetes, modelos, apresentações, relatórios, eventos...	Planejar a maneira de informar os resultados da pesquisa e as conclusões elaboradas.	Organizar os estudos para sistematizar os conhecimentos, questionando para que participem construindo estilos de comunicação, valorizando a oralidade e a escrita.	Avaliar as respostas para: “Como vocês resolveram o problema?”; Por que vocês acham que deu certo?”; “Como vocês explicam os resultados?”. Avaliar a capacidade de uso de TIC.
Aplicação e ampliação dos conhecimentos	As investigações não precisam ocorrer somente por meio de experimentos, mas também por observação e comparação e pela construção de narrativas históricas. Aplicar o conhecimento é constatar a aprendizagem e ancorá-la a novos conhecimentos para explicar o mundo. A ampliação acontece	Mobilizar os conhecimentos construídos para aplicação nas situações cotidianas e resolução de problemas reais. Incorporar os conceitos científicos e explicações para	Oferecer novas situações e problematizações para verificar a capacidade em mobilizar os conceitos científicos na resolução de novos problemas e na interpretação de novos fenômenos que se relacionam com as pesquisas e o conteúdo. Propor	Observar a ampliação do vocabulário dos estudantes, a construção de instrumentos interpretativos em outras linguagens (matemática, arte, língua portuguesa...), relatórios, esquemas, mapas conceituais ou outras formas de registro como o uso de TIC, a forma de argumentação para responder à

QUADRO 4 – Etapas que compõem uma atividade investigativa

(conclusão)

	quando os estudantes se deparam com novas situações para interpretar e novos problemas para resolver, ampliando suas construções prévias para outros contextos. Isso pode ocorrer concomitante à etapa de comunicação, pois os estudantes podem ampliar os conhecimentos participando de seminários e conversa com especialistas.	argumentar a respeito de novas situações e novos contextos que surgem, ampliando a capacidade de compreensão.	momentos de interação com novas situações, novos contextos para motivar a criatividade e ampliar as percepções dos estudantes. Isso pode acontecer por meio da organização de seminários ou outros eventos.	novas problemáticas. Envolvimento e participação em evento ou conversa com especialistas sobre o assunto estudado.
Intervenções	É a aplicação dos conhecimentos construídos do ponto de vista social, a partir das reflexões sobre o processo. Pode ser feita por meio de ferramentas virtuais ou atuação junto à comunidade.	Agir aplicando os saberes construídos na prática do cotidiano. Planejar ações na escola, na comunidade.	Desenvolver cooperação e formas simples de ensino mútuo.	Autoavaliação, intervenções práticas, artísticas, locais, participação em ações na comunidade.

Explicamos as descrições acima com proposições de Azevedo (2004), Carvalho (2011; 2013), Trivelato e Tonidandel (2015). As autoras propõem que as práticas de investigação devem contemplar alguns momentos que, preferencialmente, devem iniciar com a proposta do problema para estimular a curiosidade científica dos estudantes. Se for definido em forma de pergunta, esta não deve ser muito específica para que possa gerar uma discussão mais ampla.

A problematização deve ser encarada como a primeira etapa do processo investigativo, haja visto que ao elaborar ou identificar com os estudantes uma situação-problema para que seja resolvida, o professor dá espaço para que a turma possa raciocinar e construir conhecimento. Nesse momento, ele transfere a tarefa de raciocinar para o aprendiz e torna-se o sujeito orientador no sentido de encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013).

Em consonância com Freire¹⁵: problematizar é superar o olhar fundado no senso comum, sendo essencial que se crie condições para que o dia a dia possa ser problematizado na escola. É necessário que a curiosidade ingênua seja problematizada, aproximando-se aos poucos de uma curiosidade epistemológica (FREIRE, 1996), sabendo que essa passagem envolve um processo de instigar os educandos, incitar sua curiosidade, fazer emergir questões científicas que podem ser investigadas, criar situações-problema para que sejam buscadas soluções na perspectiva científica, percebendo que o senso comum não é suficiente para explicar a realidade, oferecendo aos alunos oportunidades de perceberem que a realidade pode ser compreendida através de um olhar diferenciado (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2013) orienta que em seguida à problematização inicial vem o levantamento de hipóteses que devem ser emitidas pelos alunos como soluções do problema por meio de discussões, partindo-se para a elaboração do plano de trabalho, ou seja, o planejamento das atividades. É quando os estudantes decidem a maneira como a experiência será realizada, como será feita a coleta de dados e como verificarão as hipóteses. No *inquiry* as crianças são confrontadas com fenômenos reais cuja interpretação depende em apoiar-se em seus conhecimentos anteriores, nas suas observações, experiências e representações resultantes para então requisitar que desenvolvam suas próprias hipóteses (CHARPAK, 1998).

¹⁵ Nesse sentido, Lourenço Filho (1978) dialoga a respeito da escola tradicional que acreditava que o educando pudesse acumular dados de observações ou informações, aplicando-os por associação quando houvesse necessidade para criar princípios gerais, posteriormente vindo os problemas como forma de verificar o ensino ocorrido. Via-se nos projetos um ato problemático onde se exprimia uma situação de vida real, vindo o problema antes dos princípios para despertar o exercício do pensamento com valor funcional. Por isso os projetos implicam a globalização dos conhecimentos, sendo ativos por excelência, se desenvolvendo melhor se for em comunidade.

A montagem dos experimentos, as saídas e vivências formam a etapa mais prática do trabalho que propicia a coleta de dados. Nesse momento o professor percorre os grupos e possibilita discussões sobre a obtenção dos dados. Diante da realização do que foi planejado na etapa anterior, faz-se a análise dos dados obtidos, utilizando gráficos, figuras, relatórios, planilhas, fotografias, entrevistas, vídeos, pesquisas, textos, para que os alunos possam realizar a explicação desses dados em relação ao problema inicial (CARVALHO, 2013).

A construção do conhecimento é dada numa perspectiva social e temporal. Por isso é importante fazer observações comparativas através das narrativas históricas. Nesse sentido, os dados não precisam ter origem necessariamente em um experimento, mas pode-se buscar informações e coletar dados “a partir de observações do mundo natural, de comparações entre fenômenos, de fontes de pesquisas diversas (livros, internet, filmes), de jogos ou simulações entre outros, dependendo da pergunta inicial e também o tipo de resposta que se deseja alcançar” (CARVALHO, 2013, p.150). Depois é formulada a conclusão, construindo respostas ao problema inicial a partir dos dados obtidos e analisados, podendo discutir a validade ou a refutação das hipóteses iniciais. Na comunicação dos resultados pretende-se que os estudantes partilhem o conhecimento construído com um público mais ampliado.

Adaptamos as últimas etapas do quadro com base no trabalho de Siqueira (2015). A autora realizou uma pesquisa sobre a metodologia *Inquiry-Based Science Education* (IBSE)¹⁶ que estabelece sete etapas para o desenvolvimento de atividades investigativas. Frente a isso, na aplicação e ampliação, a autora sugere que os conhecimentos obtidos devem ser ampliados por meio do contato com especialistas, possibilitando o esclarecimento de dúvidas relativas à pesquisa. Assim, objetiva-se que os alunos mobilizem os conhecimentos construídos nas fases anteriores, aplicando-os em novas situações. Desse modo, pretende-se que a turma desenvolva uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos conceitos, relacionando as novas experiências com as anteriores.

As intervenções podem acontecer simultaneamente à outras etapas. Siqueira (2015) apresenta essa fase como Ativismo, podendo culminar em ações coletivas. Contudo, durante todo o processo devem ser criadas oportunidades para que os estudantes sintam a sua participação valorizada. Para isso, recomenda-se a criação de formas de divulgação na

¹⁶ A metodologia IBSE (*Inquiry-Based Science Education* ou Educação Científica Baseada em Investigação) consiste em envolver os estudantes em pesquisas integrando a teoria e a prática para construir o conhecimento a partir da resolução de problemas. Os procedimentos fundamentam-se em Rodger Bybee (2000) e na proposta desenvolvida pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, que apresenta sete etapas (chamadas 7 Es): *Engage* (Envolvimento), *Explore* (Exploração), *Explain* (Explicação), *Elaborate* (Ampliação), *Evaluate* (Avaliação), *Exchange* (Partilha) e *Empowerment* (Ativismo) (SIQUEIRA, 2015).

internet por meio das TIC para comunicar suas ideias além do engajamento em ações promovidas na comunidade em que vivem (SCHEID; REIS, 2016).

5.2 RELAÇÕES DAS POLÍTICAS CURRICULARES COM O PROJETO CONEXÃO DELTA

Em relação ao início da SEI, utilizamos os PCN de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental que, embora argumente sobre o trabalho de 1º ao 9º ano, é adequado para tecermos análises no contexto dessa pesquisa em relação à problematização. O documento indica que:

É necessário que os modelos trazidos pelos alunos se mostrem insuficientes para explicar um dado fenômeno, para que eles sintam necessidade de buscar informações e reconstruí-los ou ampliá-los. (...) O professor poderá promover a desestabilização dos conhecimentos prévios, criando situações em que se estabeleçam os conflitos necessários para a aprendizagem (...). Coloca-se, assim, um problema para os alunos, cuja solução passa por coletar novas informações, retomar seu modelo e verificar o limite dele (...). A problematização busca promover mudança conceitual. Sabe-se que nem sempre ela ocorre; frequentemente concepções alternativas se preservam. Ainda assim, pode haver aprendizagem significativa dos conceitos científicos. Ao solucionar problemas, os alunos compreendem quais são as ideias científicas necessárias para sua solução e praticam vários procedimentos (BRASIL, 1997, p.77-78).

Ao valorizar a escuta sobre os conhecimentos prévios dos estudantes em cada etapa do projeto Conexão Delta, propiciava-se momentos de reflexão sobre a incapacidade dessas concepções em explicar os fatos e fenômenos. Assim a turma dava-se conta da relevância do conhecimento científico para compreender a realidade e interpretar as diversas linguagens do mundo. O senso comum passa a conviver/dividir espaço com explicações científicas e os entendimentos iam ampliando-se ao passo que as descobertas eram desenvolvidas ativamente.

O problema de pesquisa que guiou o projeto era sobre a qualidade da água no contexto da cidade de Santo Ângelo. Assim, os estudantes fizeram investigações sobre o arroio Itaquarinchim, principal recurso hídrico do município, estudando o ecossistema do mesmo para relacionar com os conteúdos curriculares.

Nesse sentido, Moreira (1983) indica que a investigação realizada com o objetivo da resolução de problemas prioriza a ação dos alunos. Devem ser oportunizados momentos de autonomia para os estudantes, isso se dá por meio de ações e demonstrações que os levem a trabalhos práticos. Essa condução incentiva a reflexão, discussão, elaboração de explicações e relatos, conferindo ao processo de ensino-aprendizagem o caráter de investigação científica.

Nessa via, para auxiliar na resolução dos problemas de pesquisa e também como forma de aplicação dos conhecimentos construídos, as professoras elaboraram sete casos investigativos, ou seja, sete situações-problema para os estudantes resolverem em pequenos grupos. Cada caso narrava uma situação que os estudantes conheciam do cotidiano ou por meio da mídia. A partir da história apresentada, eram feitas perguntas abertas e fechadas que relacionavam os conteúdos estudados de forma interdisciplinar.

A resolução de situações-problema em sala de aula proporciona o desenvolvimento de liberdade e autonomia intelectuais. Nesse processo, além de trabalhar conhecimentos curriculares, pode-se abranger aspectos ligados à coletividade, como por exemplo questões morais e éticas (SASSERON, 2015).

Além de envolver o aluno em narrações contextualizadas, apresentando historicidade e relação com o cotidiano, para que um caso investigativo seja considerado adequado para o desenvolvimento de habilidades de investigação, devem estar presentes algumas características. Herreid (1998) cita alguns aspectos que devem estar contidos em tais situações-problemas, a citar: a) contar uma história com uma linha temporal; b) ter um centro de interesse e despertar questionamentos; c) ser atual ou pelo menos estar situado nos últimos cinco anos; d) criar empatia com os personagens principais; e) incluir citações e narrativas; f) ser relevante para o leitor, contendo situações que sejam do conhecimento dos estudantes; g) ter utilidade pedagógica; h) provocar conflitos para gerar discussões; i) forçar uma decisão; j) pode ser generalizável; k) ser curto para prender a atenção.

Nesse sentido, Graham (2010) recomenda que os casos investigativos devem suscitar discussões e reflexão acerca de um problema aberto que não limite os estudantes a apenas uma resposta certa. Além disso, deve provocar diferentes opiniões, perspectivas e debates a partir da conexão com os conhecimentos prévios.

Para enriquecer as análises da SEI construída, dialogamos sobre as aproximações com a prática interdisciplinar, a contextualização e o EI abordados nos PCN para o Ensino Médio e no PNFEM. A escolha desses documentos deu-se em função da relevância dos mesmos para o cenário da pesquisa levando em conta a estrutura curricular atual do Ensino Médio.

Os PCN para o Ensino Médio propõem a formação geral em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular ao invés do simples exercício de memorização (BRASIL, 2000). Essas definições emergiram com o objetivo da formação cidadã em conformação com as demandas da sociedade, em um cenário de invenções e descobertas científicas que se tornam obsoletas em pouco tempo. Apesar de não citar EI como

estratégia didática, o documento ressalta a importância dos espaços de aprendizagens para que os estudantes possam desenvolver a capacidade de questionar os processos naturais e tecnológicos, fazendo interpretações e prevendo evoluções, assim desenvolvendo o raciocínio e a capacidade de aprender. Assim, o aluno deve ser capaz de:

formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas; desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais; utilizar instrumentos de medição e de cálculo; procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema; formular hipóteses e prever resultados; elaborar estratégias de enfrentamento das questões; interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações; articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar; entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais; fazer uso dos conhecimentos (...) para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas; aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida (...) (BRASIL, 1999, p.12).

Encontramos nas orientações educacionais complementares (PCN+), para as Ciências da Natureza no Ensino Médio (BRASIL, 2002), sugestões para abordagens de tópicos em Biologia na forma de unidades temáticas. Um dos temas contidos no documento e apreciado na SEI que compõe o projeto Conexão Delta é “interação entre os seres vivos”. Nele encontra-se inserido o subtema “a interdependência da vida” que sugere práticas enriquecedoras, algumas das quais destacamos porque estão contempladas nas atividades do projeto: identificar pela análise de um ambiente conhecido as características de um ecossistema, descrevendo os seres vivos existentes; reconhecer que os seres vivos em um ecossistema mantêm entre si múltiplas relações de convivência; avaliar o significado das interações estabelecidas entre os indivíduos para o conjunto das espécies e para o funcionamento do sistema; fazer um levantamento de dados, para registrar informações referentes às condições ambientais (luminosidade, umidade, temperatura, chuvas, características da água); organizar os dados obtidos para relacioná-los às condições ambientais, em tabelas e/ou gráficos e interpretá-los (BRASIL, 2006a).

As atividades do projeto que se relacionam com essa temática foram: saídas a campo para estudo do meio, análises da água (pH, microscopia, temperatura, cultura de microrganismos) e caracterização do ambiente (características abióticas, componentes bióticos, luminosidade, umidade no ar, temperatura ambiente). As anotações dos dados foram feitas no caderno e posteriormente em planilhas no *GoogleDrive*.

Sobre a viabilidade do trabalho interdisciplinar para o tópico “ecologia”, foi possível abordar conceitos inerentes a poluição e desequilíbrios nas cadeias alimentares, ciclos

biogeoquímicos, dinâmica de populações, sucessão ecológica, biomas brasileiros, ambientes aquáticos, poluição, degradação ambiental, ações e interferências antrópicas no ambiente, fenômenos climáticos, saúde pública, biotecnologia, movimentos sociais. As saídas a campo permitiam que a curiosidade dos estudantes guiasse o andamento do conteúdo, por isso o tópico “seres vivos” também pôde ser trabalhado de forma a aproveitar as atividades práticas para a construção de conceitos.

No contexto do PNFEM, o registro de dados em tabelas consiste em tarefa que requer aprendizagem e significação para a reelaboração do conhecimento em uma forma de linguagem diferente. Para esse processo de transformação “é necessário criar estratégias em sala de aula para que o estudante exerça o seu direito à significação social de formas de linguagem típicas da área de Ciências da Natureza” (BRASIL, 2014, p.14). Esse procedimento envolve habilidades de interpretar, construir, afirmar e refutar argumentos que associam evidências e dados empíricos às explicações e teorias. Ao vivenciar situações argumentativas em atividades dialógicas que incitam tecer relações entre evidências e explicações, valoriza-se o desenvolvimento do pensamento individual e transmite-se o caráter social da construção do conhecimento científico escolar.

O caderno do PNFEM sobre as Ciências da Natureza debate que as investigações autênticas oportunizam aos estudantes elaborar questões de interesse, compreender o procedimento experimental, coletar, registrar e analisar dados, construir explicações com base nesses dados e no conhecimento teórico ou prévio (BRASIL, 2014). Quando tais situações ocorrerem em grupos, as interações sociais contribuirão com a negociação e o compartilhamento de significados, com a elaboração de uma concepção social e coletiva da Ciência e o uso de diversas formas de linguagem e argumentação.

A respeito do tema “interação entre os seres vivos” inserido nos PCN+ e abordado na SEI é “desorganizando os fluxos da matéria e da energia: a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais”. O tópico relaciona a análise de diversas fontes de informação com o estudo do meio, sugerindo analisar a maneira como o ser humano interfere nos ciclos naturais da matéria de forma a propiciar a degradação em detrimento da sustentabilidade; analisar dados sobre os fenômenos climáticos e uso de insumos agrícolas, associando-os às interferências humanas nos ciclos naturais dos elementos químicos; avaliar diferentes medidas que minimizem os efeitos das interferências humanas nos ciclos da matéria; descrever as características de regiões poluídas, identificando as principais fontes poluidoras do ar, da água e do solo; fazer um levantamento de dados relativos às condições da água onde vivem os alunos e compará-los com outros locais; propor, debater e divulgar junto à comunidade

medidas que podem ser tomadas para reduzir a poluição ambiental, distinguindo as de responsabilidade individual e as de responsabilidade coletiva e do poder público. No projeto Conexão Delta as atividades propostas que se alinham aos PCN+ foram: o estudo do meio, pesquisas sobre os ciclos biogeoquímicos na natureza culminando em um seminário para a turma e posterior apresentação durante a conferência Ambiente & Vida na escola.

O crescimento da importância do conhecimento científico para o entendimento da vida, somado à multiplicação de suas interfaces com a sociedade, produziram a necessidade de desenvolver instrumentos para a difusão da ciência, visando à educação científica da população escolar, em especial. Congressos, feiras, mostras e jornadas científicas oferecem estímulo para aprofundar estudos, buscar novos conhecimentos; repetição de experiências realizadas em sala de aula; montagem de exposições com fins demonstrativos; oportunidade de proximidade com a comunidade científica; para iniciação científica; discussão de problemas sociais e integração escola-sociedade (BRASIL, 2006b). No cenário atual, diante de um consenso sobre o papel da Ciência e da educação como alavancas do processo de desenvolvimento do país, os eventos de divulgação dos trabalhos de pesquisa científicas oriundos das escolas públicas contribuem para a popularização da ciência. Soma-se a isso a difusão das realizações dos estudantes para que a comunidade conheça o trabalho de qualidade realizado nas escolas, fortalecendo a interação sociedade-escola.

As mostras pedagógicas são eventos realizados em escolas, universidades ou espaços na comunidade com a intenção de fazer uma exposição de trabalhos dos estudantes e oportunizar um diálogo com os visitantes. Assim, cria-se um ambiente para a discussão de conhecimentos, metodologias de pesquisa e sobre a criatividade dos alunos envolvidos (MANCUSO, 2000). Tais eventos configuram-se também como formação para os professores à medida que oferecem oportunidades de discussão das práticas pedagógicas, seja por apresentação ou pela discussão e nos momentos de avaliação (GONÇALVES, 2000).

Os eventos dos quais os estudantes participaram foram: 1) seminário na sala de aula, para a turma, sobre os ciclos biogeoquímicos e suas relações com o cotidiano em nossa cidade; 2) conferência Ambiente & Vida, no auditório da escola, para todos os alunos do Ensino Médio diurno, com convidados que explanaram sobre a Bacia Hidrográfica do rio Ijuí, Resíduos Sólidos, Arborização Urbana e Agrotóxicos na Natureza; 3) mostra de trabalhos na URI apoiada pela 14ª Coordenadoria Regional do Ensino (CRE), com participação de três estudantes; 4) mostra pedagógica regional do 9º Núcleo do Centro dos Professores do Estado

do Rio Grande do Sul (CPERS/Sindicato), com a apresentação de duas estudantes; e 5) mostra pedagógica estadual do CPERS/Sindicato com a participação de duas alunas.

A conferência “Ambiente & Vida” foi planejada pelos estudantes e pelas duas professoras. Teve a participação de três conferencistas que fazem parte de órgãos ambientais ou entidades relacionadas à preservação do meio ambiente. Os envolvidos foram: um técnico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS) cuja fala foi sobre insumos agrícolas e impactos ambientais, um engenheiro florestal à frente da Associação de Reflorestamento (ARFOM) e do Conselho Municipal do Meio Ambiente (COMDEMA) e um integrante do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Ijuí. Da conferência participaram todos os estudantes do Ensino Médio. O momento foi de esclarecimentos e diálogo ante as responsabilidades individuais e coletivas dos cidadãos e do poder público frente às problemáticas ambientais do município.

A participação no prêmio Respostas para o Amanhã potencializou para que os alunos sentissem a importância das construções realizadas. Eles perceberam que seu trabalho fazia sentido em um contexto mais amplo e, por meio de suas reflexões, suas próprias atitudes e saberes tinham se modificado e estavam servindo de inspiração para outras pessoas.

Tal prêmio é um concurso a nível nacional promovido pela Samsung e apoiado pela UNESCO entre outras entidades. O projeto Conexão Delta foi selecionado para a 2ª etapa da premiação, ficando entre os 25 projetos escolhidos no Brasil e cinco projetos da Região Sul, a partir de uma seleção que envolveu 330 trabalhos de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. A escola foi contemplada com um notebook e, para concorrer na etapa final do prêmio, a turma elaborou um vídeo para concorrer com os demais 24 projetos.

Esse material foi produzido com auxílio de um jornalista que se disponibilizou voluntariamente. O interesse na produção do vídeo surgiu através de convite feito pela professora ao profissional que, por morar no bairro onde se localiza a escola e conhecer o trabalho desenvolvido pela educadora, se prontificou em auxiliar a turma. Essa colaboração exemplifica o potencial de ação social que o projeto apresenta. As gravações foram feitas à beira do arroio Itaquarinchim e no laboratório de Ciências da escola.

Outra temática de grande relevância nos PCN+ contemplada no projeto é “qualidade de vida das populações humanas”. Nela insere-se o subtema “saúde ambiental” que sugere: analisar dados sobre condições de saneamento básico; correlacionar os dados de saneamento com a as doenças infectocontagiosas e parasitárias; pesquisar sobre as principais formas de tratamento de água utilizadas; fazer um levantamento sobre as principais formas de destino do esgoto e lixo no município e avaliar as vantagens e desvantagens de cada uma; relacionar o

reaparecimento de determinadas doenças (como a dengue) e outras doenças com a ocupação desordenada dos espaços urbanos e a degradação ambiental; levantar dados sobre as principais doenças endêmicas da região em que os alunos moram (BRASIL, 2002).

O assunto “saúde ambiental” foi amplamente trabalhado por meio de estudos e debates sobre saneamento básico ao longo da história do Brasil, doenças transmitidas por vetores relacionados à poluição e saneamento básico, visita à Estação de Tratamento de Água (ETA) e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), entrevistas com pessoas da comunidade que moravam perto do arroio para saber, dentre outros questionamentos, sobre a incidência de dengue no seu bairro.

A última temática dos PCN+ que sugere atividades investigativas abordadas nesse trabalho é “diversidade da vida” com o subtema “organizando a diversidade dos seres vivos”. Este sugere reconhecer as principais características dos seres vivos, identificando especificidades relacionadas às condições ambientais (BRASIL, 2002). Todos os seres vivos observados nas saídas a campo eram estudados de forma a relacionar sua ocorrência e a biodiversidade com as condições ambientais, especialmente os bentônicos e bioindicadores. Realizou-se uma visita de estudos ao laboratório de zoologia da URI. Durante a visita, a turma observou animais de diversos grupos taxonômicos em microscópios estereoscópios (lupas), tecendo relações com a taxonomia, as características das espécies, ocorrência no ambiente e papel ecológico. Além disso, nos estudos do meio no arroio Itaquarinchim os estudantes coletaram amostras de água e observaram no microscópio, também realizando cultura microbiológica das amostras. Os seres vivos observados foram pesquisados e o que se descobriu foi a capacidade de indicar qualidade ambiental de algumas espécies, por exemplo: pulgas-d’água (*Daphnia* sp.), ciclopes (*Cyclop* sp.), protozoários e diatomáceas presentes na água vista em microscópio; fungos filamentosos e leveduras nas culturas microbiológicas; líquens nas árvores e rochas dos locais de coleta; no ponto de coleta central havia biguás, anelídeos *Tubifex* sp. e larvas de mosquitos da família Chironomidae; alevinos, libélulas, insetos-jesus, no ponto de coleta próximo à escola, em bairro longe do centro.

O envolvimento de estudantes em atividades como pesquisas, experimentos, saídas a campo, demonstrações, seminários, permite alcançar diferentes propósitos. Independente das abordagens escolhidas, para ser considerado como tal, o ensino de Ciências por investigação deve envolver os estudantes em: atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos; experimentações e atividades práticas (incluindo a busca de informações);

atividades autorreguladas priorizando a autonomia dos educandos; comunicação e argumentação (CARVALHO, 2013).

Miguens e Garret (1991) listam objetivos com valor significativo para o trabalho prático: a) desenvolver competências de pesquisa assim como um cientista resolve problemas; b) adquirir habilidades para realizar investigações científicas verdadeiras; c) ampliar conhecimentos sobre fenômenos naturais por meio de novas experiências; d) facilitar o contato com a natureza e com o fenômeno estudado; e) proporcionar oportunidades para explorar a extensão e o limite de determinados modelos e teorias; f) comprovar experimentalmente ideias alternativas e aumentar a confiança ao colocá-las em prática; g) explorar e comprovar estruturas teóricas através da experimentação; h) desenvolver algumas destrezas científicas práticas, tais como observação e manipulação.

Os PCN+ fazem referência a atividades práticas que contribuem para o ensino científico. Assim, para alcançar alguns dos objetivos citados o documento recomenda:

Utilizar-se de diferentes meios – observação por instrumentos ou à vista desarmada, experimentação, pesquisa bibliográfica, entrevistas, leitura de textos ou de resenhas, trabalhos científicos ou de divulgação – para obter informações sobre fenômenos biológicos, características do ambiente, dos seres vivos e de suas interações estabelecidas em seus habitats (BRASIL, 2002, p.37)

Na visão de Miguens e Garret (1991), o termo atividades práticas indica o trabalho em aula ou atividade de campo realizado por estudantes. Pode envolver um certo grau de interação do professor, incluindo demonstrações, experimentos demonstrativos, experimentos práticos e investigações (projetos que contêm várias atividades).

No PNFEM a experimentação é vista como uma forma de abordagem pedagógico-curricular na área de Ciências da Natureza, implicando em “vivências que estimulem o estudante a refletir sobre a realidade a partir da relação com situações/fatos/processos que produzam dúvidas e questionamentos” (BRASIL, 2014, p.37). Atenta-se para o fato de que a ausência de atividades experimentais contribui para um ensino focado em definições conceituais que não saem do campo da abstração para os estudantes. Na educação em Ciências, os experimentos têm funções pedagógicas de ensinar Ciências, ensinar sobre as Ciências e ensinar a fazer Ciências, auxiliando muito para que o aluno possa adquirir e desenvolver conhecimentos teóricos e conceituais.

Nisso reside o objetivo da AC:

As explicações para os fenômenos concretamente observados em um experimento didático exigem o uso e o trabalho com os conceitos científicos, geralmente de caráter abstrato. A aprendizagem sobre a natureza das Ciências é favorecida uma vez que a atividade experimental proporciona o entendimento dos métodos e procedimentos das Ciências. Já o fazer Ciência, proporcionado por uma atividade experimental bem planejada, contribui para desenvolver os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas, ou seja, permite o aprendizado dos procedimentos científicos (BRASIL, 2014, p.37).

As investigações científicas podem ser planejadas e desenvolvidas por meio de práticas de laboratório e problemas escritos (CARVALHO, 2004). As atividades experimentais são caminhos para que os alunos percorram passos da investigação científica realizada por cientistas, tendo noção de que os saberes apreendidos conduzem as discussões referentes ao contexto escolar e familiar diante da temática investigada. Da mesma forma, esse tipo de dinâmica proporciona a oportunidade de reflexão sobre a qualidade de vida do cidadão, orientando-o para questionar e modificar sua situação diante das possibilidades que a Ciência e a tecnologia oferecem na atualidade (LEONOR; LEITE; AMADO, 2013). Essa visão é corroborada por Chassot (2011): a maior responsabilidade do professor ao ensinar Ciência é procurar que, através desse ensino, os alunos se transformem em cidadãos mais críticos.

Nos PCN+ (BRASIL, 2002) a sessão “Estratégias para a abordagem dos temas” faz menção a atividades que valorizam a postura do professor como mediador na identificação de problemas e busca de soluções. Assim, são recomendadas propostas como a experimentação, o estudo do meio, o desenvolvimento de projetos, os jogos, os seminários, os debates, a simulação que possibilitam a parceria entre professor e estudantes.

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (BRASIL, 2002, p.55).

Além das atividades de experimentação no laboratório de Ciências, pode-se incorporar ao trabalho investigativo o estudo do meio que implica uma atividade de campo para observação no local de estudos e coleta de dados. Segundo Trivelato e Silva (2014, p.33-34), o estudo do meio pode “articular a escola com aspectos físicos, culturais, biológicos, geográficos, históricos, entre outros”, que envolve algumas etapas para sua construção: mobilização na escola (decisão sobre o local e contribuições dos professores para o estudo interdisciplinar); visita prévia (os professores devem ir ao local de estudo antes dos estudantes para identificar opções de trabalho); planejamento (definição dos papéis atribuídos a cada envolvido, preparação dos roteiros de estudo e providência dos recursos necessários); pesquisa de campo (buscar novos diálogos com a realidade, utilizando todas as formas possíveis de registros, inclusive entrevistas); retorno à escola (processo de sistematização do trabalho de campo por meio de análise criteriosa do material coletado, momento em que as disciplinas oferecem contribuições e definem os conteúdos que serão trabalhados coletivamente); e o momento de criação coletiva (decisão sobre o produto do trabalho).

Na pesquisa de campo os estudantes saem da sala de aula e vão a diferentes espaços para descobrir, observar, perceber, comparar, recolher material para posterior atividade em sala de aula. A turma se dirige ao local onde o conhecimento pode ser descoberto por meio de visões diferentes sobre o meio, agora percebendo os fenômenos no local e buscando explicações para eles. Para os pesquisadores Miguens e Garret (1991) o melhor tipo de atividade prática é o trabalho em campo, pois dessa forma os estudantes podem observar e explorar o ambiente, criar hipóteses, coletar, verificar e discutir os dados obtidos, inclusive verificando, depois, com a literatura científica disponível e retornando ao local para novas comparações ou coletas. Em concordância, Dewey recomendava o estudo das Ciências Naturais com estudos feitos no campo, excursões, visitas, o conhecimento dos seres vivos em seu habitat natural, alternando essas atividades com observações microscópicas e outras atividades efetuadas nos laboratórios das escolas.

Os PCN das Ciências da Natureza para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) indicam estratégias para a abordagem de temas nas aulas de Biologia, recomendando que a realização de estudos do meio é motivadora porque desloca o ambiente de aprendizagem para fora da sala de aula, sendo que um estudo do meio significativo pode acontecer nas proximidades da escola ou até mesmo no pátio. Assim, o estudo do meio como estratégia para abordar temas de aula envolve levantamento de dados, pesquisando variados tipos de registros, referentes às condições ambientais; organizar os dados obtidos em tabelas e/ou gráficos e interpretá-los; buscar informações em diversas fontes de informação (textos científicos, reportagens

jornalísticas ou imagens); propor, debater e divulgar junto à comunidade; em uma determinada região (uma favela, um bairro, o entorno da escola) realizar estudos do meio; entrevistar os moradores; elaborar propostas visando à melhoria das condições encontradas.

Sobre o tema “interação entre os seres vivos”, encontramos o tópico “problemas ambientais brasileiros e desenvolvimento sustentável: uma relação possível?”. Este é abordado no projeto segundo as recomendações do documento: relacionar a dinâmica de populações com a sobrecarga ecológica e social dos sistemas; relacionar os padrões de produção e consumo com a devastação ambiental, redução dos recursos e extinção de espécies; apontar as contradições entre conservação ambiental, uso econômico da biodiversidade, expansão das fronteiras agrícolas e extrativismo; analisar propostas elaboradas por cientistas, ambientalistas, representantes do poder público referentes à preservação e recuperação dos ambientes. Em uma região da cidade, realizar estudos para: avaliar condições ambientais e saneamento básico, o modo de ocupação do solo, condições dos rios e córregos; entrevistar moradores ouvindo suas opiniões sobre as condições do ambiente, reclamações e sugestões de melhoria; elaborar propostas visando à melhoria das condições encontradas, distinguindo as de responsabilidade individual das que demandam a participação do coletivo ou do poder público; identificar instâncias da administração pública que poderiam receber reivindicações e encaminhá-las (BRASIL, 2006a).

Foram feitos estudos do meio (saídas a campo) no arroio Itaquarinchim e coletas de amostras de água para análise de presença de matéria orgânica, o que indicou a existência de liberação de esgoto nas águas do arroio. Os estudantes caracterizaram o município quanto às atividades potencialmente poluidoras, relacionando esse fato às políticas públicas municipais para resíduos urbanos (por exemplo o programa de coleta seletiva de lixo e cooperativa de reciclagem de materiais) e a ampliação do sistema de coleta de esgoto doméstico. Ao estudar o ambiente, a turma observou aspectos sobre a urbanização no entorno do rio e desmatamento das matas ciliares, além da identificação dos usos da água do arroio por meio de entrevistas com pessoas da comunidade. Ademais, a conferência realizada na escola com membros do poder público e entidades promoveu esclarecimentos quanto aos fatos observados na cidade e permitiu que o público presente identificasse os órgãos responsáveis para acionar em caso de degradação do ambiente que se configuram como crimes ambientais.

Os PCN de Ciências da Natureza para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) recomendam estudos do meio como estratégia motivadora porque desloca o ambiente de aprendizagem para fora da sala de aula. Se por um lado o ensino-aprendizagem de conceitos científicos se

faz necessário de maneira teórica, por outra via o estudo do meio significativo pode acontecer nas proximidades da escola cujas circunstâncias oferecem aos estudantes a oportunidade de avaliar as condições ambientais e relacioná-las com os conteúdos.

Para Young (2007, p.1297):

(...) se as escolas devem cumprir um papel importante em promover a igualdade social, elas precisam considerar seriamente a base de conhecimento do currículo, mesmo quando isso parecer ir contra as demandas dos alunos (e às vezes de seus pais). As escolas devem perguntar: “Este currículo é um meio para que os alunos possam adquirir conhecimento poderoso?”. Para crianças de lares desfavorecidos, a participação ativa na escola pode ser a única oportunidade de adquirirem conhecimento poderoso e serem capazes de caminhar, ao menos intelectualmente, para além de suas circunstâncias locais e particulares. Não há nenhuma utilidade para os alunos em se construir um currículo em torno da sua experiência, para que este currículo possa ser validado e, como resultado, deixá-los sempre na mesma condição.

Ao definir a função das escolas como promotoras da aquisição de conhecimento poderoso, o autor argumenta que há complementaridade entre esse papel das instituições de ensino e as ideias de democracia e justiça social, sendo o conhecimento escolar um instrumento para a obtenção da justiça social ao considerar o envolvimento ativo do aprendiz nesse processo. As escolas “capacitam ou podem capacitar jovens a adquirir o conhecimento que, para a maioria deles, não pode ser adquirido em casa ou em sua comunidade” (YOUNG, 2007, p.1294). O autor faz referência ao “conhecimento poderoso” que não pode ser aprendido em outro espaço que não seja a escola, cabendo ao currículo escolar estabelecer de que forma o conhecimento especializado é tratado pedagogicamente para se relacionar com o cotidiano. Assim, Young (2007) diferencia dois tipos de conhecimento: a) o conhecimento que depende do contexto, que se desenvolve ao resolver problemas específicos do cotidiano, podendo ser prático ou procedimental; b) conhecimento que independe do contexto, ou conhecimento teórico, que é desenvolvido para fornecer generalizações e universalidade, sendo relacionado às Ciências, sendo referido pelo autor como “conhecimento poderoso” que não pode ser adquirido em casa, ou seja, fora da escola.

Ao refletirmos as funções da escola para além da instrução de conteúdo, pensamos na sua importância para o desenvolvimento da sociedade em relação à tecnologia. Isso implica considerarmos a formação cidadã que Dewey defendia como a principal intencionalidade da educação em Ciências. O ensino científico é permeado de sentidos, não tendo caráter neutro quando falamos sobre o estudo das Ciências da Natureza para o desenvolvimento social, pois o entendimento dos conceitos científicos permite a compreensão dos fenômenos cotidianos para a ampliação da interpretação do mundo.

Já no caderno IV da etapa I do PNFEM, debate-se a interdisciplinaridade como uma possibilidade entre os componentes curriculares de uma mesma área. Incentiva-se a prática interdisciplinar entre componentes curriculares de áreas de conhecimento diversas (BRASIL, 2013b). Para tal, o currículo pode estar configurado na forma de disciplinas ou projeto(s) de trabalho, sem que haja prejuízo nos referenciais conceituais de cada área do conhecimento.

O programa sugere estratégias para viabilizar o trabalho interdisciplinar contextualizado, tendo em vista o aporte no fundamento epistemológico da relação parte-totalidade na produção da Ciência e no processo educativo. Entende-se a contextualização como uma forma de análise da realidade social com base no conhecimento sistematizado, tratando-se de um processo que provoca a investigação coletiva (BRASIL, 2013b).

O projeto contextualizou os recursos hídricos de forma a integrar os conceitos das disciplinas, oportunizando abordagens interdisciplinares entre as áreas de Ciências da Natureza e Ciências Humanas, por meio de experiências vivenciais que foram significativas para o ensino-aprendizagem. A observação de fenômenos e teorias adquiria significados próprios porque os cenários de estudos eram parte do cotidiano dos estudantes.

Para que seja possível questionar a realidade, é preciso partir do contexto de vivência dos educandos enfrentando as suas concepções prévias. Estas podem ser representações distorcidas ou equivocadas, apresentando limites como modelo de compreensão e explicação da realidade, restritos a determinados contextos. Por isso o processo de ensino-aprendizagem contextualizado é importante para estimular a curiosidade e fortalecer a confiança do educando. A contextualização deve ser ferramenta para que os estudantes tomem consciência da limitação de suas concepções prévias para explicar o mundo, estimulando a desconstrução de conceitos e reconstrução/apropriação de outros (BRASIL, 2013b).

Os PCN+ (BRASIL, 2002, p.56) recomendam o ensino por meio de projetos, pois:

contribui para a formação de hábitos e atitudes e para a aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que podem ser generalizados para situações alheias à vida escolar. Trabalhar em grupo produz flexibilidade no pensamento do aluno, auxiliando-o no desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar numa dada atividade, na aceitação do outro, na divisão de trabalho e responsabilidades e na comunicação com os colegas. Fazer parte de uma equipe exercita a autodisciplina e o desenvolvimento de autonomia e automonitoramento.

É possível abordar o EI por meio de **projetos pedagógicos** que envolvam a participação dos alunos em pelo menos uma das etapas da elaboração do mesmo (BRASIL, 2006a). Todas as etapas devem ser discutidas, com a delimitação clara do papel de cada um,

pois o envolvimento dos estudantes cria um comprometimento e uma responsabilidade compartilhada quanto à execução das atividades.

Segundo as orientações para as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2006a, p.49):

O aluno cuja competência investigativa tiver sido adequadamente desenvolvida na escola, ao deparar-se com situações problema para cuja solução os conhecimentos adquiridos são insuficientes, poderá recorrer a livros, à internet, ou consultar um especialista para encontrar respostas razoáveis. (...) Para isso, a contextualização e a interdisciplinaridade devem ser consideradas.

Nessa direção, visualizamos as possibilidades que a contextualização e a interdisciplinaridade oferecem para a educação em Ciências. O período atual é um indicativo de que isso é possível e cada vez mais necessário: há uma crise generalizada cujos reflexos na educação são perceptíveis em grande amplitude. Estamos em uma época de rupturas e questionamentos, um contexto que nos convida a recriar possibilidades, rever conceitos e concepções sob um olhar que acolha múltiplas perspectivas e rejeite explicações únicas, absolutas e verdades universais. Partindo dessa perspectiva, “formado no antigo sistema, o professor depara-se com situações para as quais não foi preparado e convive com o paradoxo de a um só tempo formar o sujeito, o ser individual capaz de refletir sobre sua realidade pessoal, e um cidadão do mundo” (FAZENDA, 2013, p.75-76).

Peña (2002) afirma que a interdisciplinaridade é exigência do mundo contemporâneo, pois auxilia na compreensão das transformações contínuas e busca dar sentido ao trabalho do professor, para que professor e aluno tracem um caminho planejado, elaborem novas atitudes, novos caminhos, novas pesquisas, novos saberes, novos projetos.

Nessa via, Fazenda (2013, p.87) define que “se o conhecimento fosse absoluto, a educação poderia constituir-se em uma mera transmissão e memorização de conteúdos, mas como é dinâmico, há necessidade da crítica, do diálogo, da comunicação, da interdisciplinaridade”. Sob essa ótica, a autora debate que a interdisciplinaridade caracteriza-se como a intenção que existe entre disciplinas na esfera do conhecimento, estratégias, metodologias e ensino-aprendizagem, assim, pode ser traduzida como um conjunto de interações efetivas e possíveis entre as disciplinas. Essa atitude pressupõe a percepção da Ciência como uma área do conhecimento dinâmica, ao passo que as sequências lineares e dadas nos livros didáticos não satisfazem a necessidade de busca.

Por conseguinte, a interdisciplinaridade deve ser abordada como uma atitude frente ao conhecimento, na busca do sentido do saber, procurando superar a insatisfação que a

fragmentação cria (FAZENDA, 2013). Nessa perspectiva, Fazenda (1994) afirma que o professor investigador com enfoque interdisciplinar estará recuperando sua autoestima e, assim, contagia toda classe, a escola e a comunidade.

Ao falar da importância de se trabalhar a interdisciplinaridade no viés de projetos de pesquisa, a autora indica que isso é possível quando diversas disciplinas se reúnem partindo de um mesmo objeto, a partir da criação de uma situação-problema no sentido de Freire (FAZENDA, 2013). Assim, a autora enfatiza a dinâmica da interdisciplinaridade como uma via de heterogeneidade, indicando que “um dos principais pressupostos para se caminhar interdisciplinarmente é o diálogo. Este deve ser reflexivo, crítico, entusiástico, que respeita e transforma” (FAZENDA, 2013, p.142).

Diante do exposto, ao pensarmos uma maneira efetiva de vivenciar a interdisciplinaridade, os projetos de trabalho se enquadram nessa perspectiva, pois:

Um pensar nesta direção exige um projeto em que causa e intenção coincidam. Um projeto interdisciplinar de trabalho ou de ensino consegue captar a profundidade das relações conscientes entre pessoas e coisas. Nesse sentido, precisa ser um projeto que não se oriente apenas para o produzir, mas que surja espontaneamente, no suceder diário da vida, de um ato de vontade. (...) No projeto interdisciplinar não se ensina, nem se aprende: vive-se, exerce-se. (...) O que caracteriza a atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa: é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir (FAZENDA, 1991, p.17-18).

Hernández (1998, p.89) indica que o EI como estratégia didática associada à pedagogia de projetos vincula-se à:

concepção de escolaridade em que se dá importância não só à aquisição de estratégias cognitivas de ordem superior, mas também ao papel do estudante como responsável por sua própria aprendizagem. Significa enfrentar o planejamento e a solução de problemas reais e oferece a possibilidade de investigar um tema partindo de um enfoque relacional que vincula as ideias-chave e metodologias de diferentes disciplinas. (...) Pela história da formação dos docentes do Ensino Médio e a articulação departamental dessas Escolas, (...) não costumam ser realizados, quando seriam uma interessante alternativa para enfrentar os problemas gerados pela diversidade dos alunos dessa etapa. (...) A noção de “trabalho” provém de Dewey e Freinet e de sua ideia de conectar a Escola com o mundo fora dela.

Nesse sentido, os pressupostos da LDB indicam a preocupação com um currículo voltado à formação para a inserção na vida adulta, apoiado em competências básicas para essa finalidade. O cenário das transformações vividas na primeira versão desta política curricular indica a construção do pensamento sobre a essencialidade do reconhecimento discente de que a Ciência não é estática – fruto de uma verdade absoluta –, mas mutável, provida de

alterações advindas de avanços, erros e conflitos (BRASIL, 2000). Para o ensino de Ciências e Biologia:

Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. (...) O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. (...) A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas (BRASIL, 2000, p.91).

Ao criticar a pedagogia da memorização, encontramos no PNFEM a necessidade de uma educação contextualizada que proporcione aos educandos a leitura e interpretação crítica da realidade, numa perspectiva freireana. Isso pressupõe o acesso ao conhecimento científico e escolar e o domínio dos métodos de produção desse conhecimento (BRASIL, 2013a, p.30).

Ao buscar contextualizar o processo de ensino-aprendizagem, deve-se ter clareza quanto aos significados que envolvem essa dinâmica. Pode-se generalizar a contextualização como um recurso na busca da aprendizagem significativa na qual se associa às experiências do cotidiano com conceitos científicos dos conhecimentos escolares. Entretanto, é necessária atenção para que não se assemelhe contextualização à mera exemplificação ou simples sistematização dos conhecimentos prévios advindos do senso comum, perdendo o sentido da aprendizagem dos conteúdos escolares. Nessa linha de pensamento, a interdisciplinaridade e a contextualização constituem recursos que se complementam para ampliar as possibilidades de interação e integração entre os componentes curriculares e áreas do conhecimento.

Considerando o desafio da formação humana integral e da pesquisa como princípio pedagógico atuando de forma a subsidiar esse ensino, vemos na contextualização uma orientação pertinente e útil à formação integrada, capaz de situar o conhecimento científico em práticas sociais vivenciadas. Assim, ao contextualizar, os educandos praticam uma análise da realidade social com base no conhecimento sistematizado (conhecimento escolar ou conhecimento poderoso, como debate Young). “Trata-se de um processo, então, que provoca a investigação coletiva, um interrogar permanente sobre a cotidianidade contraditória e, muitas vezes perversa, frente ao próprio papel que deve cumprir a escola” (BRASIL, 2013b, p.35). Conforme Demo (2011, p.44):

(...) o que faz da aprendizagem algo criativo é a pesquisa, porque a submete ao teste, à dúvida, ao desafio, desfazendo tendência meramente reprodutiva. Aprender, além de necessário sobretudo como expediente de acumulação de informação, tem seu lado digno de atitude construtiva e produtiva, sempre que expressar descoberta e criação de conhecimento, pelo menos a digestão pessoal do que se transmite.

Ensinar e aprender se dignificam na pesquisa, que reduz e/ou elimina a marca imitativa.

Assim, o ensino-aprendizagem contextualizado é uma forma importante para estimular a curiosidade ao mesmo tempo em que fortalece a confiança nos estudantes. Entretanto, esse significado só tem valor se a contextualização for capaz de fazer com que os alunos desenvolvam “consciência sobre seus modelos de explicação e compreensão da realidade, reconhecendo-os como distorcidos ou limitados a determinados contextos; enfrente o questionamento, coloque-os em xeque num processo de desconstrução de conceitos e reconstrução/apropriação de outros” (BRASIL, 2013b, p.36).

Nessa via, o PNFEM reforça a proposta da pesquisa como princípio pedagógico relacionada ao trabalho como princípio educativo. Ambos contribuem “para a construção da autonomia intelectual do educando e para uma formação orientada pela busca de compreensão e soluções para as questões teóricas e práticas da vida cotidiana” (BRASIL, 2013b, p.35-36).

Ao oferecer práticas enriquecedoras do EI no Conexão Delta, valorizou-se as diversas formas de pesquisa ao alcance dos estudantes. Em consonância com o que o PNFEM propõe, organizou-se os planos de trabalho de forma a abranger: a investigação de problemas de âmbito socioeconômico dos pontos de vista histórico, geográfico, sociológico, filosófico e político; a realização de práticas como aulas em laboratórios e visitas de campo (como estações de tratamento de água e de esgoto e outros espaços com potencial educativo), explorando os recursos externos à escola para aprofundar o conhecimento sobre as realidades econômico-produtiva, social e cultural do local; propiciar o contato direto do aluno com a preservação da memória, incentivando-o a se apropriar dessa memória como cidadão, valorizando-a e preservando-a (BRASIL, 2013b).

Embora se configure na perspectiva de um tipo de abordagem investigativa e não como EI na sua totalidade, a proposta da pesquisa como princípio pedagógico, vem enriquecer o ensino e a aprendizagem escolar no sentido de carregar a prática pedagógica de significados (BRASIL, 2013b). Assim, a pesquisa instiga a curiosidade em direção ao mundo que nos cerca, gera inquietude, aberturas para o questionamento a respeito das visões de mundo, na busca de informações e construção de saberes.

Demo (2011, p.39) debate que a pesquisa poderia ser definida como um “diálogo inteligente com a realidade, tomando-o como processo e atitude, e como integrante do cotidiano”, pois o ato de pesquisa se constitui em dialogar “no sentido específico de produzir conhecimento do outro para si, e de si para o outro”, passando a ser também uma forma de

comunicação. O autor ainda discute que a valorização da pesquisa como diálogo traduz a esperança social de que ela sirva de instrumento para incitar o surgimento de alternativas sociais mais aceitáveis, pois:

a) pesquisa como princípio científico e educativo faz parte integrante de todo processo emancipatório, no qual se constrói o sujeito histórico autossuficiente, crítico e autocrítico, participante, capaz de reagir contra a situação de objeto e de não cultivar os outros como objeto; b) pesquisa como diálogo é processo cotidiano, integrante do ritmo da vida, produto e motivo de interesses sociais em confronto, base da aprendizagem que não se restrinja a mera reprodução; (...) para enfrentar a vida de modo consciente (DEMO, 2011, p.42-43).

Assim, a pesquisa como princípio pedagógico encontra nas políticas curriculares atuais grande significado no que se refere ao aprender de forma autônoma, crítica, reflexiva, vendo no educando o agente aprendente e transformador da própria realidade, o que corrobora com as ideias principais que integram o EI. Ensinar pela transmissão e pela repetição não tem dado conta de fornecer explicações para os fatos cotidianos, o que tem refletido no desinteresse dos jovens pela escola. Nesse sentido, a via da pesquisa se faz necessária e urgente para enriquecer as práticas educativas.

A partir das análises da SEI à luz dos documentos curriculares e do potencial das atividades investigativas, defendemos que o EI é uma estratégia possível para o ensino contextualizado e interdisciplinar que visa à formação cidadã. Além disso, o EI promove preparo para exames, testes, avaliações e concursos porque vincula a teoria à prática vivencial.

Ao final do desenvolvimento do projeto, os estudantes sentiam-se orgulhosos e empoderados com sua atuação enquanto construtores do conhecimento científico e disseminadores dessas descobertas para a comunidade, afirmando o potencial de ativismo social que o projeto apresenta. Para Hodson (2011) a ação coletiva, ou ativismo social, surge da necessidade de ter sua voz reconhecida e poder participar das decisões e debates relacionados com a Ciência, que implicam na sua qualidade de vida e na qualidade de vida em geral. Frente a isso, o ativismo dos estudantes apresentou um resultado além das expectativas na participação em eventos, na interação com os estudantes da EMEF e na realização das entrevistas com pessoas da comunidade. A partir disso, a turma passou a conhecer as maneiras de pensar dos moradores ribeirinhos e dos bairros no entorno do arroio, construindo um novo olhar sobre as atitudes frente às problemáticas ambientais e de saneamento básico.

Em contrapartida, mesmo com emergentes debates em defesa da associação de práticas investigativas e ensino científico, as estratégias de ensino que envolvem atividades de

investigação não estão consolidadas no cotidiano das escolas brasileiras. Se por um lado as propostas curriculares abordam a importância do trabalho inovador no cotidiano escolar, por outro lado os educadores não recebem formação pedagógica adequada que os prepare para adotar tal postura na prática educativa (GOUW; FRANZOLIN; FEJES, 2013).

A incorporação do EI no cotidiano escolar envolve muitos fatores que dizem respeito à estrutura dos cursos de formação de professores e às condições do trabalho nas escolas. A esse cenário de dificuldades para buscar aperfeiçoamento, soma-se a falta de laboratórios de Ciências ou a ausência de materiais mínimos necessários para a realização de investigações.

Diante disso, é preciso reunir esforços no sentido de ampliar as visões dos educadores para os significados por trás das práticas investigativas. A interdisciplinaridade e a contextualização se tornam aliadas ao trabalho pedagógico na medida em que se tornarem hábitos no processo educativo. Mas para que isso se torne realidade, é preciso reconhecer que os programas e documentos curriculares para a educação básica carecem de incentivo para serem implantados na prática do chão da escola.

5.3 A VOZ DOS ESTUDANTES SOBRE O PROJETO CONEXÃO DELTA

Bizzo (2012) indica que ao longo dos anos na escola, os jovens brasileiros perdem o entusiasmo pela Ciência. Isso deve se constituir em um estímulo para a busca de um ensino capaz de subsidiar as famílias e a comunidade quanto o entendimento sobre o que é aprender Ciências. Ao mesmo tempo, tal educação científica precisa dar conta de atualizar os conteúdos científicos no currículo escolar, relacionando o que se ensina às demandas da sociedade e ao interesse do aluno.

Cachapuz et. al (2011) debatem que a aprendizagem de Ciências pode e deve ser uma “aventura” que potencializa o espírito crítico para o enfrentamento de problemas abertos, incentivando a participação colaborativa na tentativa de construção de soluções. Zamunaro (2006), em corroboração com Dewey, indica que a falta de motivação por parte dos educandos deve servir de subsídio para que o professor desenvolva mecanismos que nos incentivem a aprender ou a se interessar pelo conteúdo em questão.

Tolentino-Neto (2008) assinala que o interesse dos estudantes e suas motivações são influenciados pela abordagem didática escolhida pelo professor. A forma de ensinar influencia o interesse em aprender, sendo que os professores precisam rever sua forma de atuação como estruturadores e guias das atividades, sem coibir a atuação dos estudantes. O

autor propõe outra solução para promover o interesse dos estudantes: valorizar o ensino baseado no contexto.

Neste tipo de abordagem os alunos são direcionados aos conceitos científicos em situações/contextos que são reconhecidamente (ou que se pensam ser) interessantes a eles (...). Procura-se satisfazer a necessidade de um ensino de Ciências que favoreça um aprendizado ativo e reflexivo de questões pertinentes à realidade dos alunos, que os envolvam em investigações científicas (TOLENTINO-NETO, 2008, p.137).

Defendemos a importância de ouvir a voz dos estudantes para considerar o que lhes interessa saber para ampliar seus repertórios culturais, quais são suas necessidades de aprendizagem. Assim, o ensino passa a fazer sentido e pode ocorrer a aprendizagem com significados, a partir da resolução de problemas reais que emergem do seu contexto de vida.

Nesta seção analisaremos a coleta de dados aplicado à turma participante do projeto no Colégio Estadual Pedro II na segunda edição, em 2016. O recurso utilizado foi um questionário *online* com perguntas abertas e fechadas (de única escolha e múltiplas escolhas), aplicado por meio da ferramenta *GoogleForms* (um recurso do aplicativo *GoogleDrive*). A escolha dessa técnica de coleta de dados deu-se porque tal aplicativo podia ser acessado pela internet gratuitamente, mobilizando poucos minutos para o preenchimento, considerando que todos os estudantes tinham acesso à internet na escola, em casa ou no trabalho. Os participantes responderam ao questionário investigativo. As questões tinham cunho pessoal com o objetivo de conhecer as perspectivas e opiniões dos estudantes quanto ao projeto.

A tabela 1 apresenta a distribuição das idades dos participantes e a distribuição dos sexos está na tabela 2. A maioria tem 17 anos e há predominância do sexo feminino.

Tabela 1 – Distribuição dos participantes em relação à idade

Idade (anos)	Frequência absoluta (n=18)	Frequência relativa (%)
16	1	5,6
17	13	72,2
18	4	22,2

Fonte: os autores.

Tabela 2 – Distribuição dos estudantes em relação ao sexo

Sexo	Frequência absoluta (n=18)	Frequência relativa (%)
Feminino	11	61,1
Masculino	7	38,9

Fonte: os autores.

Os dezoito participantes foram questionados em relação à ocupação (se estudavam e trabalhavam ou apenas estudavam). Os resultados encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Ocupação dos estudantes

Ocupação	Frequência absoluta (n=18)	Frequência relativa (%)
Apenas estuda	13	72,2
Estuda e trabalha	5	27,8

Fonte: os autores.

Aos estudantes foi feita a pergunta dissertativa “*Você já conhecia essa forma de ensino por investigação apresentado nas aulas de Biologia?*”. A isso, 15 alunos (83,4%) responderam “não” e 3 alunos (16,6%) afirmaram conhecer a proposta. Destacamos algumas respostas que caracterizaram a aceitação das atividades de maneira geral pela turma:

Estudante 11: “Já conhecia e acho que foi muito importante para aumentar ainda mais a curiosidade dos alunos, para descobrir e conhecer melhor o que está sendo estudado”.

Estudante 13: “Nunca tive aulas assim, em que pudéssemos ter tantas aulas práticas e pudéssemos investigar aquilo que achávamos necessário”.

Estudante 16: “Não havia trabalhado dessa forma interdisciplinar e dinâmica que instiga os alunos a aprender e se dedicar aos trabalhos propostos”.

As perguntas a seguir tiveram como parâmetro de resposta uma escala *Likert* com 5 graduações na qual 1 significa discorda totalmente; 2 apenas discorda; 3 é indiferente; 4 concorda; e 5 significa que concorda totalmente com a afirmativa.

Para a afirmação “*Tive muito interesse nas aulas de Biologia durante o ano*”, a maioria (94,5%) respondeu que concorda e o restante (5,5%) foi indiferente. É possível que esses valores estejam indicando o EI como estratégia didática com potencial de tornar o

ensino-aprendizagem mais atrativo e interessante para esses jovens. Tal fato pode ser justificado pela dinâmica das aulas com atividades diferenciadas, o que propiciava que cenários fora da escola fossem adequados para a aprendizagem. Isso movimentou os estudantes engajando-os em afazeres diferentes do cotidiano escolar.

Em conformidade com os argumentos anteriores, sobre a afirmativa “*Eu participei com entusiasmo das atividades práticas*” toda a turma concordou.

Em sintonia com a proposta de contextualização e atividades que permitam aos jovens conhecerem a realidade sob a ótica do conhecimento científico, a turma demonstrou envolvimento e participação no que foi realizado fora da sala de aula. Isso evidenciou-se na concordância total da turma para a afirmativa “*Gostei de fazer saídas a campo no arroio Itaquirinchim para estudos do ambiente e coleta de água*”. Também observamos o interesse da turma em atividades que se relacionem com o cotidiano quando analisamos a afirmação “*Gostei de visitar as Estações de Tratamento de Água e de Esgoto da CORSAN*”, com a qual 77,8% concordou e 22,2% foi indiferente. Esses dados são semelhantes quanto à frase “*Gostei de ir ao laboratório de zoologia na URI*”, sobre a qual 77,8% da turma concordou, 16,7% foi indiferente e apenas 5,6% discordou.

Sobre a afirmação “*Gostei de visualizar as amostras de água no microscópio*”, todos concordaram, ao passo que em relação à frase “*Gostei de verificar o pH das amostras de água*”, 88,9% dos estudantes concordou e 11,1% foi indiferente. Nessas respostas fica clara a instigação e a satisfação da curiosidade dos jovens frente às possibilidades que o ensino investigativo propõe. O microscópio e os parâmetros muito simples que atestam a qualidade ambiental permitem ampliar os horizontes de percepção da realidade, tornando visível um mundo que antes era imperceptível. Dessa forma, o recurso da microscopia e a verificação da medida de acidez desafiou os educandos a descobrirem o que havia na água que não estava sendo visto a olho nu, impelindo-os a descobrir que tipos de seres podiam ser observados, diferenciando as espécies nas amostras de água de forma a comparar as condições ambientais observáveis com os dados obtidos com a microscopia e a tabela de pH.

Em relação à frase “*Gostei de utilizar o GoogleDrive para postar dados das coletas de água e ver as fotografias*”, a maioria concordou (83,3%) sendo a minoria indiferente. O uso dessa ferramenta dependia da qualidade da conexão com a internet no laboratório de informática da escola, já que a turma mantinha um único perfil que era acessado nas aulas por todos ao mesmo tempo. Esse fato dificultava o acesso devido à lentidão na velocidade da conexão, fato que contribuía para que alguns estudantes se desinteressassem pela visualização. Foram sendo postadas muitas fotografias e vídeos, o que ia sobrecarregando o

perfil. Isso motivou a pesquisadora a criar um endereço eletrônico com hospedagem gratuita, para divulgação dos registros (<http://projetoconexaodelt.wixsite.com/conexaodelta>).

Apesar das dificuldades mencionadas, muitos estudantes se envolveram na postagem de dados na planilha e no mapa das coletas. Essas tarefas expuseram a importância das investigações para a posteridade e a noção de comunicação de conhecimentos construídos por meio de passos metodológicos específicos. Assim, a maioria da turma (55,6%) concordou e apenas 5,6% discordou da afirmativa “*Gostei de usar o GoogleMaps para localizar os pontos de coleta de água que fizemos*”.

Em relação à incorporação das TIC para o enriquecimento da educação em Ciências, Martinho e Pombo (2009) destacam que o uso das tecnologias traz muitos aspectos positivos para as aulas. O processo de ensino-aprendizagem torna-se mais interessante, autêntico e relevante, dedica-se mais tempo à observação, discussão e análises, surgem mais oportunidades para que ocorram momentos de interação, comunicação e colaboração, além da possibilidade de divulgação dos conhecimentos construídos com pessoas em geral.

A inclusão de TIC vem ocorrendo de maneira gradual nas escolas públicas do Brasil desde os anos 2000 (FARIAS, 2002). Por outro lado, é importante considerar que a efetivação integral do uso das TIC no ambiente escolar requer iniciativas na formação de professores. Isso é necessário porque as políticas de formação docente são aliadas no processo de popularização das tecnologias e no uso como recurso pedagógico. Para tanto, é imprescindível que as TIC se efetivem nos currículos das licenciaturas, nos cursos de formação continuada e nos grupos de pesquisa nas universidades, possibilitando aos pares pensar em metodologias que auxiliem os professores da Educação Básica e até mesmo do Ensino Superior a inserir as TIC no processo de ensino-aprendizagem (NUNES; GUERINO; STANZANI, 2014).

Nascimento e Garcia (2014) debatem os ganhos significativos para os estudantes que fazem uso das tecnologias desde o início do trabalho, pois eles tornam-se mais autônomos quando desafiados a utilizarem as ferramentas da internet na própria aprendizagem. Nessa direção, Tavares et. al (2014) desenvolveu trabalhos com a metodologia IBSE e os resultados indicam a importância do *inquiry* na educação científica, colaborando para aumentar a confiança dos estudantes frente as suas capacidades em compreender questões científicas e utilizar conhecimentos na interpretação de fatos do cotidiano.

O uso de TIC é cada vez mais relevante para a contextualização do ensino científico, já que as juventudes têm acesso à informação em diversos meios de comunicação, especialmente a internet. Isso torna necessário realizar intervenções no sentido de capacitar os

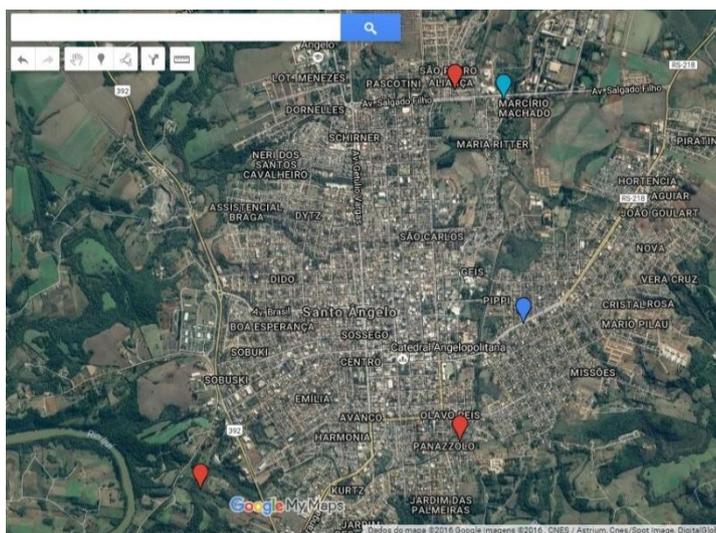
estudantes a selecionarem informações úteis e enriquecer suas aprendizagens por meio de ferramentas *online*. Além de ser atrativa e interativa, a internet e os perfis em redes sociais possibilita a comunicação e o uso de linguagens variadas, constituindo-se potencial aliada ao ensino científico e na promoção da AC. As imagens a seguir demonstram as produções dos estudantes referentes ao registro de dados das coletas e saídas a campo e pontos de coleta em Santo Ângelo.

Figura 2 – Planilha de dados elaborada pelos estudantes

Data	Cidade	Turma/série	Local da coleta	pH	Temperatura	Umidade do ar	Hora	Diversidade de espécies
19/09/2015	Santo Ângelo	301/3º ano EMP	Av. Salgado Filho, área urbana	6,2	25°C	80%	11h	Bríófitas, poucas Pteridófitas, sem Gimnoaquáticas. Líquens folhosos.
11/05/2016	São Miguel das Missões	302/3º ano EMP	Fonte Missioneira	6	13° C	95%		
31/05/2016	Santo Ângelo	302/3º ano EMP	Av. Salgado Filho, área urbana	6	11°C	94%	08:30	Cogumelos, fungo sangrento, inseto Jesus pteridófitas, líquens acinzentados e esverdeados.
15/06/2016	Santo Ângelo	302/3º ano EMP	Estação de Tratamento de Esgoto				16h	Lixo: plástico, garrafas pet, vegetação rasteira, rochas, poucos líquens.
25/08/2016	Santo Ângelo	302/3º ano EMP	Av. Sagrada Família, área central	ponte:5, perto da ponte:5,5; longe da ponte:6	18°C/27°C	79%	09:30	Líquens, costela de Adão, diversidade de urtiga japão, orelhas-de-pau em uma árvore.

Fonte: estudantes participantes do projeto Conexão Delta em 2015 e 2015.

Figura 3 – Mapa com os pontos de coletas localizados pelos estudantes



Fonte: estudantes participantes do projeto Conexão Delta em 2015 e 2015.

Quanto à frase *“Gostei de resolver em grupo os casos investigativos interdisciplinares”*, a maioria (88,9%) concordou e o restante (11,1%) foi indiferente. Apesar de ser uma inovação no ensino de Biologia, História, Geografia e Sociologia, a resolução de casos investigativos revelou-se uma alternativa à memorização de respostas prontas. Isso está evidente em relação à afirmação *“Resolver os casos investigativos ajudou-me a aprender o conteúdo ou revisar o que eu já sabia”*, sobre a qual grande parte da turma concordou

(94,4%). Sobre os casos investigativos, os estudantes apresentaram poucas dificuldades para solucioná-los. As dúvidas eram resolvidas com explicações nos grupos e indicação de leituras. O maior desafio foi em relação à integração dos colegas nos grupos e a responsabilidade no cumprimento dos prazos. Esses fatos possivelmente podem ser explicados porque o uso de situações-problemas e seminários de apresentação eram estratégias pouco exploradas pelos professores naquela escola, estando os estudantes pouco habituados a essa forma de trabalho. Sugere-se que tais instrumentos sejam incorporados às aulas de forma gradativa, multidisciplinar e interdisciplinar para progredir na formação crítica e reflexiva em busca da interpretação da realidade à luz dos conhecimentos escolares.

Em alguns momentos ocorreram aulas em que as educadoras abordavam conteúdos de forma interdisciplinar (em Geografia, História, Biologia, Sociologia e Seminário Integrado). No que diz respeito à afirmação “*Gostei das aulas interdisciplinares com as duas professoras*”, a maioria concordou (94,4%). Apesar das dificuldades iniciais em situar os conteúdos nos livros didáticos e definir em qual caderno fazer as anotações pertinentes, as aulas tiveram bom andamento a partir de quando os estudantes constatavam que os conhecimentos faziam sentido quando mobilizados em conjunto para interpretar o mundo e compreender fenômenos da vida.

Ao debater o desafio de despertar o interesse no aluno, o prazer pela aprendizagem, o gosto pela investigação, pelo novo, de cultivar o deleite em se ter acesso ao conhecimento, é preciso refletir sobre os critérios balizadores do planejamento da ação educativa, promovendo o exercício do raciocínio lógico e da autonomia de pensamento (BRASIL, 2013a) no ensino científico do Ensino Médio. Para tanto, é necessário pensar uma organização curricular articulada a atividades integradoras que visem compreender a relação parte-totalidade possibilitada por meio de atividades interdisciplinares e a pedagogia de projetos com resolução de problemas reais, contextualizados às vivências dos educandos.

Nessa perspectiva, encontra-se a análise para a afirmação “*Gostei de fazer avaliações (provas) interdisciplinares*”, cujas respostas divergiram significativamente. A maior parte da turma concordou (72,2%). Esses resultados podem estar indicando que a interdisciplinaridade é um grande desafio não somente no planejamento e realização de atividades diversas, mas também nas avaliações teóricas. Isso pode ser explicado pelo processo histórico sobre o qual se configura a educação brasileira, pois as disciplinas são tratadas como estanques e o conhecimento absoluto é visto como um conjunto de informações a ser armazenado de maneira fragmentada, utilizado para aprovação em provas, exames e concursos

classificatórios e excludentes. Todavia, percebemos a modificação desse cenário com a proposta de contextualização e organização por áreas do conhecimento do ENEM, o que evidencia as orientações curriculares já recomendadas pela LDB e explicitadas com detalhes nos PCN. Os desafios para o trabalho interdisciplinar traduzem a necessidade de uma reconfiguração do currículo das escolas básicas voltada para o ensino que valorize o contexto de vida dos estudantes e suas necessidades educacionais.

Ao debater o desafio de despertar o interesse no aluno, o prazer pela aprendizagem, o gosto pela investigação, pelo novo, de cultivar o deleite em se ter acesso ao conhecimento, refletimos sobre os critérios balizadores do planejamento da ação educativa, promovendo o exercício do raciocínio lógico e da autonomia de pensamento (BRASIL, 2013a) no ensino científico do Ensino Médio. Para tanto, é possível pensar uma organização curricular organizada em componentes curriculares articulados com as áreas do conhecimento. Tal configuração indica um recorte do todo para aprofundar conceitos específicos, por meio de atividades integradoras que visam compreender a relação parte-totalidade possibilitada por meio de atividades interdisciplinares e pedagogia de projetos com resolução de problemas reais, contextualizados às vivências dos educandos.

As análises que seguem se relacionam às atividades que propiciaram o ativismo dos estudantes, as quais configuram a parte social do trabalho no sentido de integrar a comunidade e outros alunos. Tais práticas proporcionaram a divulgação das investigações e foram importantes para que a turma desenvolvesse mais segurança em relação aos conhecimentos construídos. Os momentos de partilha e interação com pessoas que não estão presentes no dia a dia da escola foram de muita valia. Os estudantes sentiram-se protagonistas no processo de construção dos conhecimentos e nas descobertas, percebendo-se como parte importante na sociedade porque desenvolveram um trabalho sério de investigação ambiental e a divulgação das descobertas fez também com que desenvolvessem habilidades de comunicação.

Quanto à afirmação “*Gostei de apresentar o seminário sobre os ciclos biogeoquímicos*”, a maioria dos estudantes concordou (77,8%), alguns foram indiferentes (16,7%) porque provavelmente não compareceram no dia do evento e a minoria discordou (5,6%). Para a frase “*Gostei de realizar a Conferência Ambiente & Vida*”, a maioria respondeu que concordou (94,4%) e apenas 5,6% foi indiferente. O gosto pelos estudantes em se envolver na organização dos dois eventos na escola com apresentação de trabalhos de pesquisa, motiva-nos ainda mais na promoção de tais momentos. A opinião dos estudantes sobre a participação em eventos científicos corrobora os argumentos anteriores, pois quanto à afirmativa “*Acho importante apresentar trabalhos em seminários na escola e em eventos fora*

dela”: 83,4% concordou e 16,7% foi indiferente. Em sintonia, quanto à frase “*Participar do prêmio "Respostas para o amanhã" me motivou nas atividades do projeto*”, 94,4% dos alunos concordou e 5,6% foi indiferente. Tal porcentagem provavelmente se refere a uma estudante que não se envolveu nas etapas da premiação por infrequência escolar.

Além dos eventos de divulgação científica, a etapa de ativismo fez com que os estudantes tivessem contato com pessoas da comunidade e estudantes da EMEF Margarida Pardelhas. Tal instituição localiza-se na região central de Santo Ângelo, a poucas quadras do arroio Itaquirinchim. Os estudantes juntaram-se a uma turma de 6º ano para fazer um estudo do meio, coletando amostras de água, 4km à jusante do Colégio Estadual Pedro II. Sobre a frase “*Gostei de ir à EMEF Margarida Pardelhas e fazer as atividades com a turma de 6º ano*”, a maioria dos estudantes (94,4%) concordou e a minoria (5,6%) foi indiferente, essa resposta pode ter vindo de um estudante que não participou dessa atividade. Durante a manhã de estudos, os estudantes da turma 301 conduziram o 6º ano na saída de campo, instruíram sobre o preenchimento manual de uma planilha sobre informações observadas no local e explicaram os questionamentos das crianças ao longo da atividade. De volta à escola, analisaram o pH das águas coletadas comparando os valores com água potável retirada do bebedouro, concluindo que as amostras naquele ponto do arroio tinham pH mais baixo que a água tratada e a água coletada próximo ao Colégio Estadual Pedro II. Posteriormente, a turma 301 acompanhou o desenvolvimento de anelídeos *Tubifex* sp., protozoários e Chironomídeos na amostra coletada embaixo de uma ponte no centro da cidade onde desembocam canos de expurgo de esgoto doméstico. Tal observação induziu os estudantes a relacionarem a qualidade ambiental com a presença de certos seres vivos, descobrindo que estes são considerados bioindicadores, sinalizando a presença de matéria orgânica em excesso.

Ainda sobre o processo de ampliação dos conhecimentos e intervenções com a comunidade, os participantes analisaram a afirmativa “*Gostei de entrevistar pessoas da comunidade*”. A maioria concordou (88,8%) e houve empate entre os que discordaram (5,6%) e os que foram indiferentes (5,6%). O contato pessoal com as opiniões e pensamentos da comunidade permite a ampliação das percepções dos estudantes sobre seu contexto de vida. Eles tomam consciência sobre os valores que as pessoas cultivam sobre o ambiente e compreendem de que forma as pessoas percebem-se parte ou não do seu local de moradia, bem como a maneira como fazem uso dos recursos naturais. Para formar cidadãos aptos para agir em prol da sociedade e do ambiente, capazes de conviver coletivamente em busca de soluções por meio da mobilização de conhecimentos fornecidos pela Ciência, Reis (2009),

Scheid e Persich (2016) afirmam que os estudantes precisam passar da sensibilização para a ação fundamentada. Para isso, é necessário que se envolvam de forma consciente e ativam no processo de ensino-aprendizagem.

Um dos aspectos percebidos por Dewey ao repensar o educando como centro dos processos de aprendizagem foi considerar que o papel do professor é o de ser responsável pela criação de problemas para os alunos discutirem, refletirem e proporem alternativas para a melhoria de sua vida bem como de toda a sociedade através da mobilização de conhecimentos científicos apreendidos na escola. Isso vem ao encontro do que Young (2007) caracteriza como “conhecimento poderoso”, útil para aumentar o repertório cultural e engrandecer as experiências de vida.

Freire (1996) dialoga que o ensino torna-se adequado às necessidades dos educandos quando prioriza o estímulo à aprendizagem autônoma e investigativa, cujas finalidades proporcionam ao aluno a busca de explicações para os fenômenos que regem os acontecimentos diários. Isso faz com que a Ciência se torne interessante e desenvolva a curiosidade epistemológica. Através dessa perspectiva, o ensino por memorização não faz sentido e não há aprendizagem com significados, pois os temas trabalhados não estão contextualizados com a vivência do aluno e este não produz conhecimento, apenas reproduz o discurso do professor. Nessa via, temos uma das heranças do movimento escolanovista que propôs mudanças curriculares nas escolas brasileiras, propondo maior autonomia para os educandos através de métodos construtivistas elaborados pelos professores.

A próxima seção do questionário eletrônico contempla estratégias de ensino que foram utilizadas pelas professoras durante o ano letivo. Os participantes escolheram as cinco que mais gostaram de desenvolver. Na análise das estratégias mais escolhidas, fica claro que os estudantes preferiram atividades dinâmicas que se desenrolaram fora da sala de aula e até mesmo fora da escola. As atividades em destaque na preferência da turma foram as saídas a campo, aulas práticas no laboratório de Ciências, usar o microscópio e realizar experimentos. Esses resultados expõem a necessária renovação das práticas educativas no ensino de Biologia no sentido de tornar os conteúdos úteis para a vida cotidiana, ou seja, contextualizar os conhecimentos científicos e ampliar o repertório cultural dos estudantes. O baixo interesse nas metodologias tradicionais está demonstrado nas respostas dos alunos sobre seu interesse nas aulas com leitura do livro didático e resolução de questões, apresentação de trabalhos para a turma e nenhuma resposta para aulas com apresentações no *PowerPoint*. Com tais constatações, verificamos que a realização do projeto atendeu às expectativas dos estudantes quanto às suas concepções de aulas interessantes, o que ia sendo reafirmado durante as etapas

de desenvolvimento do projeto cujos resultados positivos foram possíveis pelo envolvimento e entusiasmo dos estudantes e pela abertura das professoras em procurar atender suas vontades quanto às práticas pedagógicas atraentes para eles.

Quanto à pergunta “*Você acha que as atitudes do(a) professor(a) durante as aulas influenciam no seu gosto pelo componente curricular?*”, as respostas evidenciam que os estudantes acreditam que o bom andamento das aulas depende das atitudes das professoras. Isso fica claro nas frases a seguir:

Estudante 12: “O professor nos incentivou a ter vontade de descobrir e obter conhecimentos inovadores que nos fizeram gostar da matéria pelo fato de trabalharmos em grupos e ter companhia de cientistas que são nossos professores”.

Estudante 17: “O professor influencia muito no nosso gosto pela matéria, dependendo de como vai o andamento da aula vamos gostando mais da disciplina ou não”.

Estudante 18: “Sem a motivação e sem o entusiasmo que elas passaram não teria a mesma graça de fazer o que fizemos”.

Essas afirmações se confirmaram nas respostas dissertativas ao próximo questionamento: “*Quais características você mais valoriza em um(a) professor(a)?*”, para o qual destacaremos: dedicação, ética, a forma de ensinar, descontração, realizar atividades diferentes das aulas tradicionais, preocupação com os alunos, expressar que acredita no potencial dos alunos, demonstração de confiança nos estudantes, domínio dos conteúdos, saber explicar de forma que todos entendam, dedicação pela profissão, ser atencioso, buscar trabalhos diferenciados, paciência para explicar, criatividade, sinceridade, curiosidade, compreender os alunos, ser amigo, respeitar os estudantes, querer mudar o mundo, ter bom humor. Salientamos as frases elaboradas pelos estudantes:

Estudante 3: “A forma de ensinar, descontrair, diferenciar, não ser aquela mesma rotina como robôs...”.

Estudante 5: “Sua preocupação com os alunos, mesmo muitas vezes eles não sendo valorizados, acreditando em nós e nos dando muita confiança”.

Estudante 7: “Atenção com os alunos, explicar bem o conteúdo e ter domínio sobre o que fala e buscar trabalhos diferenciados”.

Estudante 13: “A principal característica é o fato de a professora nos incentivar a investigar o que ocorre no meio ambiente. E nos incentivar a procurar uma solução para esses problemas”.

Estudante 17: “Reciprocidade. Quando o aluno mostra interesse pela matéria e o professor corresponde, assim são criados projetos como esse. É muito bom quando o professor te motiva a ser alguém melhor, alguém que pense, planeje e deseje um futuro melhor tanto para nós como para o meio ambiente”.

Diante dessas assertivas, colocamo-nos em reflexão sobre nossa responsabilidade como educadores. O papel que desempenhamos na vida dos estudantes influencia na maneira

como eles concebem o ensino, a aprendizagem e na sua motivação em aprender. Por isso é necessária a prática reflexiva. Dewey ponderava que formar um profissional reflexivo envolveria atividades de busca e investigação, diferentes da rotina na qual há aceitação da realidade sem reflexão, existindo a problematização da realidade vivida na perspectiva da prática reflexiva.

Além dos resultados satisfatórios nas avaliações interdisciplinares individuais e nas resoluções dos casos investigativos em grupos, percebeu-se que o projeto teve algum grau importância na definição das escolhas profissionais de alguns estudantes. Isso pode ser percebido nas respostas dos estudantes para a pergunta do questionário investigativo: *“Você acha que o projeto ajudou a definir suas escolhas profissionais de alguma forma?”*. A maioria da turma (77,8%) respondeu que sim e o restante (22,2%), que não. A explicação para isso pode estar na vivência do trabalho dos cientistas e da contextualização que o trabalho interdisciplinar proporcionou. Sobretudo, acreditamos que as visitas de estudos e as trocas que houveram entre os alunos e demais profissionais envolvidos contribuíram para que a turma conhecesse novas perspectivas de vida e de trabalho.

No questionário citado havia uma pergunta a fim de identificar quem eles achavam que poderia ser cientista. As respostas, de uma maneira geral, deixam claro que o projeto pode ter cumprido a função de alfabetizar cientificamente para a compreensão de natureza da Ciência. Como exemplo, citamos alguns trechos escritos pelos estudantes para a pergunta *“Na sua opinião, quem pode ser cientista?”*:

Estudante 5: “Todo pesquisador que consiga ter um trabalho árduo em determinado campo científico e consiga reconhecimento”.

Estudante 9: “Quem tiver prazer e gosto por fazer novas descobertas, e tem vontade de cada vez aprender e descobrir mais”.

Estudante 11: “Uma pessoa que tenha muito conhecimento, que tenha o necessário para fazer pesquisas complexas, e provar seus projetos, e ser considerado e reconhecido como tal pelos outros cientistas.”

Entretanto, é importante destacar que alguns estudantes ainda permaneceram com a ideia de que a Ciência produz somente resultados benéficos e que trazem melhorias para a humanidade, não relacionando a atividade científica como algo que pode trazer consequências negativas ou servir para fins prejudiciais. De acordo com Auler e Delizoicov (2006), essa é uma perspectiva salvacionista, redentora atribuída à Ciência e tecnologia. Há uma compreensão de que os adventos científicos e tecnológicos resolverão os problemas existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social, assim, atribui-se um caráter redentor à Ciência e à tecnologia. Essa ideia de que os problemas serão resolvidos com o

desenvolvimento cada vez maior das áreas da Ciência ignora as relações sociais em que as descobertas científicas são concebidas.

Outro ponto a ressaltar é que muitos estudantes escreveram que qualquer pessoa poderia ser cientista, bastando para isso que fosse interessada e dedicada aos estudos. Essa visão pode estar associada ao desconhecimento de pessoas próximas a eles que trabalham com pesquisa e produção científica, o que dificulta a compreensão de que a profissão cientista está vinculada a alguma instituição, empresa, universidade, centro de pesquisa, laboratório ou instituto. Isso pode ser explicado pela visão que a mídia, especialmente os filmes e seriados, passam para a sociedade do que significa ser cientista, criando estereótipos. Além disso, os estudantes têm dificuldades em citar cientistas brasileiros e não conseguem falar espontaneamente sobre advenços resultantes da pesquisa científica que sejam importantes para a sua vida.

5.4 PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS

O projeto Conexão Delta começou a ser pensado a partir dos protocolos de atividades experimentais elaborados pelo grupo IDEIA. Desenvolvemos um guia escrito com orientações sobre as práticas, explicações acerca do EI, caminhos interdisciplinares possíveis e uso de TIC como ferramentas didáticas.

No corpo do projeto é explicado o que significa EI e as ligações que tal estratégia permite tecer na promoção da educação cidadã. São sugeridas atividades de campo, em sala de aula, no laboratório de ciências e no laboratório da escola, abrangendo uma gama de possibilidades para enriquecer a prática pedagógica dos professores. O documento é voltado para os professores, servindo de guia para a realização de cada atividade, pois apresenta protocolos ordenados e possibilidades interdisciplinares, além de ferramentas de ensino complementares. O arquivo apresenta orientações sobre o uso de TIC para a promoção da aprendizagem contextualizada, com suporte da tecnologia para a busca de informações, registro e sistematização dos dados. Tal guia pode ser acessado nos apêndices deste trabalho, tendo sido entregue na forma impressa para as professoras das escolas participantes e compartilhado online pela ferramenta *GoogleDrive*. O material pode ser acessado pelo público em geral, pois está disponível no *site* do projeto (<http://projetoconexaodelt.wixsite.com/conexaodelta>).

Iniciamos o trabalho com um grupo do Clube de Ciências do CMSM e a turma 301 do Colégio Estadual Pedro II em 2015. Isso serviu de parâmetro para a reelaboração de algumas atividades e adição de informações ao guia, como fotografias das saídas a campo e observações que foram registradas em fotografias pelos participantes. Assim, embora o guia estivesse pronto desde o primeiro semestre de 2015, ele ia sendo reeditado a cada atividade realizada pelas turmas envolvidas ficando atualizado e mais atrativo com a adição de fotografias inéditas.

Dessa maneira o manual do projeto Conexão Delta tomou forma e seguiu sendo adequado conforme reflexões dos pesquisadores ao longo do trabalho. Esse material encontra-se disponível para acesso público e gratuito no *site* do projeto (<http://projetoconexaodelt.wixsite.com/conexaodelta>). Além disso, o *site* apresenta as produções científicas relacionadas ao projeto, os registros feitos pelos estudantes e um acervo de imagens de autoria dos pesquisadores e dos estudantes.

Por essas razões, o sítio eletrônico é uma fonte de material didático que pode ser usado para enriquecer o planejamento dos professores e para inspirar os que buscam alternativas ao ensino propedêutico, cartesiano e tradicional. Ademais, o material serve como subsídio para atividades com propósitos pontuais de EA, já que os protocolos podem ser adaptados conforme contexto e objetivos dos interessados, não havendo uma ordem pré-determinada ou a necessidade de cumprimento de todas as atividades sugeridas.

Escolhemos publicar o manual do projeto na internet em um provedor gratuito além do *GoogleDrive* para que maior número de pessoas tivesse acesso, não restringindo o contato com esses materiais apenas por via impressa ou através dos participantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Ao decidir que trabalharia com EI, não tive dúvidas que esse caminho apresentaria numerosas possibilidades que responderiam muitas inquietações e criariam outras mais. Além de subsidiar minha caminhada como educadora, essa estratégia proporcionou-me conviver de forma harmônica com meus questionamentos sobre a qualidade da educação pública. Pude refletir sobre as práticas pedagógicas que, de certa forma, fossem capazes de atender minhas expectativas em resposta às necessidades dos estudantes.

O ensino investigativo tem me ensinado a refletir e, sobretudo, tenho aprendido que as perguntas são mais valiosas que as respostas. Aprender e ensinar são posturas que tenho construído para a vida, pois coloco-me na posição de ser humano inconcluso. A curiosidade epistemológica me movimenta em direção à libertação que é compreender o mundo pelo viés da AC. Tenho exercido a prática reflexiva como atitude diária enquanto educadora em Ciências.

Dewey salientava que o pensamento reflexivo teria função instrumental, gerada pelo confronto com situações problemáticas. Sua finalidade seria prover o professor de meios mais adequados de comportamento para enfrentar tais situações. Schön (1997) argumenta que a observação das práticas profissionais somada à conversa reflexiva que ocorre durante a ação com outros participantes é o centro da reflexão sobre a prática. Esses diálogos podem contribuir para as decisões, para a compreensão do contexto e para a troca de conhecimentos e experiências. Se por um lado as práticas sugeridas por Dewey se encaixam no ensino prático reflexivo, por outro lado as concepções que as escolas mantêm sobre a produção do conhecimento são contra tal perspectiva. Frente a isso, as agitações que percebemos nas escolas são fruto da percepção de que é necessária a mudança na configuração do sistema de ensino, pois as dúvidas sobre a eficácia dos métodos tradicionais de ensino são evidentes.

Nessa direção, Nóvoa (1991, p.25) que defende a formação docente voltada para a reflexão acerca das ações do professor:

A formação não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas), mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re)construção permanente de uma identidade pessoal. Por isso é tão importante investir na pessoa e dar um estatuto ao saber da experiência.

Os professores reflexivos desenvolvem sua prática embasados na própria investigação-ação no contexto da sala de aula, sustentando-se na leitura crítica sobre as teorias de

educação. A ação reflexiva constrói um poder emancipatório indissociável do cenário social em que nos encontramos, implicando em um desejo ativo de transformação da situação social à qual pertencemos. Assim, a prática reflexiva oportuniza o desenvolvimento profissional e pessoal, tornando os professores mais conscientes de si, ajudando-os a libertarem-se de comportamentos e atitudes rotineiras. Sobretudo, os educadores refletem sobre formas de agir com intencionalidade, pois a pesquisa-ação e a observação crítica da própria prática pedagógica permitem o auto-aprendizado que promove a transformação entre ensinar e fazer, escola e vida, pesquisa e prática (DORIGON; ROMANOWSKI, 2008).

Ao longo dessa pesquisa-ação percebi o quanto é importante pensar a respeito das minhas atitudes como educadora e o papel que estou assumindo diante de meus alunos e da comunidade. Ao comprometer-me com a AC e a EA, amplia-se e aprofunda-se o compromisso com as rupturas com o ensino tradicional.

Além de pensar criticamente sobre minha prática escolar, passei a compreender os estudantes como agentes construtores no processo de ensino-aprendizagem. Frequentemente, o que percebemos no interior da escola é que o estudante não é considerado um ser complexo, com uma história de vida, que traz conhecimentos prévios, que possui desejos, interesses e emoções. Ele geralmente é conhecido como aquele que aprende ou não o conteúdo, que faz ou deixa de fazer as atividades, que tem tal comportamento durante as aulas. Infelizmente, é comum no dia a dia da escola que os professores não saibam muito a respeito da vida de seus alunos, o que pensam, o que sentem, como veem a escola, onde e como vivem, de que forma constroem melhor os conhecimentos (ARAÚJO, 2003).

É preciso compreender as pessoas como seres históricos e sociais, com características inerentes da espécie, mas com especificidades conforme suas origens, construções sociais e modos de vida. Essa concepção nos torna mais humanos para entender o porquê de os estudantes da educação básica terem tantas dificuldades para aprender Biologia. A capacidade de abstração é complexa para as juventudes; soma-se a isso um ensino tradicional que valoriza a prescrição de uma lista de conteúdos que os jovens devem ter domínio ao sair do Ensino Médio. O resultado não poderia ser diferente: desinteresse frente às ciências, desmotivação para seguir carreiras científicas, incompreensão da Ciência como um construto da humanidade ao longo do tempo, agitação durante as aulas porque os conceitos não se concretizam na vida real, aprendizagem para a aprovação em testes e exames. Devemos rejeitar esse tipo de educação adaptativa que segrega e aumenta a distância entre a vida e a Ciência.

Considero que os quatro anos em que atuei como professora no Colégio Estadual Pedro II foram um laboratório de ensino. A observação dos estudantes e meu relacionamento com eles permitiram-me compreender o quanto é preciso agir com urgência para reformular os métodos de ensino. A sistemática atual é a mesma de centenas de anos atrás, apesar dos esforços e das políticas públicas que possibilitam mudanças e das tecnologias com potencial de transformar a escola em um centro de aprendizagem ativa e atrativa. As formações continuadas não encontram terreno fértil nas escolas, embora tragam orientações reformativas com poder de realmente mudar a maneira de conceber o ensino-aprendizagem. Contudo, a soma de fatores que culmina em condições inadequadas de trabalho nas escolas públicas gerou um sentimento de desvalorização coletiva que tem impregnado a prática pedagógica.

Muito se ouve que os estudantes não têm vontade de estar na escola, que não têm interesse nas aulas, que não aprendem porque não querem, que não respeitam seus professores e não reconhecem autoridades. O que percebi em poucos anos de carreira docente é que a escola como está não faz sentido na vida das juventudes. O ensino e a aprendizagem parecem estar dissociados da vida real, gerando esse clima de insatisfação.

Participei de palestras e encontros de formação durante o PNFEM e convivi intensamente com colegas de profissão. A partir dessas vivências, construí uma interpretação do cenário atual da educação pública: o desafio reside na transformação dos professores para acompanhar as juventudes contemporâneas. Não se trata de responsabilizar o corpo docente pelo desinteresse dos estudantes, mas de pensar em mudanças significativas no sistema de ensino como um todo, a começar pelas atitudes dos professores em sala de aula. Isso interfere no gosto do professor em trabalhar com educação, sendo que uma dessas mudanças pode ser o envolvimento da equipe docente, da coordenação e da direção em projetos de trabalho. É um processo difícil no início, mas desafiador e envolvente à medida em que se desenrola, facilitando o trabalho pedagógico ao longo do tempo e produzindo efeitos duradouros porque gera interesse ao trabalhar a Ciência aplicada à vida para a formação cidadã.

Foi pensando a educação em Ciências baseada na cidadania e na democratização do processo de ensino-aprendizagem que surgiu essa pesquisa. Buscou-se investigar as potencialidades do EI na educação básica frente às políticas curriculares para o Ensino Médio. Ainda procurou-se identificar de que forma os estudantes compreendiam as atividades investigativas das quais participaram no cotidiano escolar. Assim, a intenção foi contribuir para a compreensão de como o EI pode ser viabilizado no Ensino Médio e se esta é uma estratégia atrativa para os jovens.

Os objetivos da pesquisa estiveram centrados na análise do desenvolvimento do projeto investigativo Conexão Delta. Buscou-se construir conhecimentos científicos sobre os recursos hídricos e a qualidade ambiental de forma contextualizada, visando a promoção da AC e EA por meio de atividades de investigação, com abordagens interdisciplinares. Os objetivos específicos iniciais da pesquisa foram alcançados e geraram resultados significativos que contribuem para a formação de professores, além das contribuições únicas e inéditas advindas da vivência do projeto.

Relembramos o problema desta pesquisa: “Quais são os potenciais do Ensino por Investigação no Ensino Médio na promoção da cidadania por meio da Alfabetização Científica?”. Para atacar o problema, desenvolvemos as hipóteses: “o EI favorece a formação cidadã, promovendo AC na construção do conhecimento científico”; e “as políticas curriculares atuais contemplam a investigação como uma forma de educar em Ciências com vistas à formação cidadã por meio da contextualização e da interdisciplinaridade”.

A partir das indagações, foi possível investigar por meio de pesquisa bibliográfica a forma como as atividades investigativas estão contempladas nas políticas curriculares para o Ensino Médio. Nos PCN para essa etapa de ensino há recomendações generalistas para o uso de práticas investigativas na abordagem do conteúdo de Biologia. Tais documentos propõem a formação geral em oposição à formação específica, o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, o incentivo à capacidade de aprender, criar e formular ao invés do simples exercício de memorização. Essas definições visam à formação cidadã, em um cenário de invenções e descobertas científicas que se tornam obsoletas em pouco tempo. Entretanto, apesar de não citar EI como estratégia didática, o documento ressalta a importância de criar espaços de aprendizagens nos quais os estudantes possam desenvolver a capacidade de questionar os processos naturais e tecnológicos, fazendo interpretações e prevendo evoluções, desenvolvendo o raciocínio e a capacidade de aprender.

Nos cadernos que constituem o PNFEM, recomenda-se o uso de diferentes instrumentos de registro e análise de dados pelos estudantes para que ocorra a reelaboração do conhecimento da cultura científica para a linguagem própria da Ciência. Para que essa transformação ocorra, é preciso propiciar que os estudantes desenvolvam habilidades de interpretar, construir, afirmar e refutar argumentos que associam evidências e dados empíricos às explicações e teorias. Quando os estudantes vivenciam situações em que precisam argumentar para defender ideia e usam conceitos científicos para isso, fica evidente que as atividades dialógicas investigativas motivam o desenvolvimento do pensamento individual e dão a ideia de caráter social da construção do conhecimento científico escolar.

O PNFEM, especificamente no caderno sobre as Ciências da Natureza, revela que as investigações autênticas oportunizam aos estudantes elaborar questões de interesse, compreender o procedimento experimental, coletar, registrar e analisar dados, construir explicações com base nesses dados e no conhecimento teórico e argumentar a respeito de situações-problemas. Diferentemente do que se verifica nos PCN, nos documentos do PNFEM encontra-se o EI recomendado como uma abordagem para a promoção da AC com enfoque no movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Além de defender um ensino escolar que capacite os estudantes a desenvolver a argumentação, os PCN e o PNFEM recomendam o desenvolvimento de diferentes estratégias e abordagens didáticas para trabalhar os conteúdos. As atividades que geram algum tipo de pesquisa e investigação por parte dos estudantes são amplamente recomendadas por ambas as políticas curriculares. Em contrapartida, ainda tenta-se justificar a ausência de tais práticas nas escolas porque há ineficácia no suporte das políticas públicas.

Ao refletirmos as funções sociais da escola, pensamos na sua importância para o desenvolvimento da sociedade em relação à tecnologia e na construção da Ciência como processo. Implica considerarmos a formação cidadã que Dewey defendia como a principal intencionalidade da educação em Ciências. O ensino científico é permeado de sentidos, não tem caráter neutro quando falamos sobre o estudo das Ciências da Natureza para o desenvolvimento social, pois o entendimento dos conceitos científicos permite a compreensão dos fenômenos cotidianos para a ampliação da interpretação do mundo.

Nessa via, esta pesquisa tinha como um dos objetivos específicos colaborar com a prática pedagógica dos professores apresentando práticas investigativas que podem ser abordadas de forma interdisciplinar e contextualizada, por meio de projetos de trabalho. Foi possível divulgar a solidez do EI e as potencialidades dos projetos de trabalho. Tanto os educadores envolvidos no Conexão Delta como os que tiveram contato com as atividades, visualizaram as possibilidades do ensino investigativo no Ensino Médio e o quanto é possível avançar em relação às práticas interdisciplinares tradicionais. Os recursos didáticos, frutos do trabalho, constituem-se um legado do projeto para exemplificar as possibilidades de realizações nas escolas públicas na busca do ensino científico de qualidade voltado para a AC.

Quanto à identificação de opiniões dos estudantes que participaram do projeto Conexão Delta, é possível afirmar que, de uma maneira geral, a avaliação foi positiva. O entusiasmo com que os estudantes terminaram o ano letivo ficou claro em suas falas no questionário investigativo. Os resultados das avaliações teóricas demonstraram o quanto as

atividades foram proveitosas, pois ao desenvolver a EA por meio de novas experiências de vida, as vivências adquiriam sentido com as interpretações científicas para as dúvidas que surgem. A capacidade de aplicação dos conceitos científicos para responder questões objetivas e dissertativas evidenciou o quanto as atividades tiveram significado para os estudantes. Nessa via, sinalizamos os potenciais do EI para a aprendizagem significativa, substituindo o ensino tradicional propedêutico voltado para a aprovação em exames e para a qualificação em avaliações em larga escala.

Para que as capacidades investigativas, a criticidade, a reflexão e a construção de conhecimentos acontecessem, planejou-se uma SEI que norteou o desenvolvimento do projeto. Dentre os pontos que identificam as atividades que compõem o EI, Carvalho (2011) propõe oito características que orientam o planejamento de uma SEI, conforme referenciais sócio-interacionistas. São eles: 1) participação ativa dos estudantes como construtores do próprio conhecimento; 2) interação entres os alunos em pequenos grupos; 3) o professor como elaborador de questões e orientador na resolução dos problemas, dando sentido às explicações dos alunos para aumentar sua participação por meio da argumentação; 4) criação de um ambiente de aprendizagem encorajador no qual o aluno não se sintia inibido para se expor, onde suas ideias são aceitas e debatidas; 5) ensino-aprendizagem partindo do conhecimento que o estudante traz para a escola, trabalhando os conceitos espontâneos como hipóteses para gerar as mudanças conceituais; 6) o conteúdo como algo significativo para o aluno; 7) a relação Ciência, tecnologia e sociedade; 8) a transposição da linguagem advinda do senso comum para a linguagem científica, aprendendo a argumentar se utilizando do raciocínio e das ferramentas científicas. Todos os pontos citados foram contemplados no projeto Conexão Delta.

A SEI desenvolvida apresentou condições para a promoção da AC porque incentivou os estudantes a mobilizarem a própria criatividade, a curiosidade e a reconhecerem suas limitações na busca de explicações, construindo o conhecimento científico necessário para responder aos seus questionamentos. Acima de tudo, a análise das etapas que compõem a SEI permite inferir que o trabalho adequa-se às configurações que as atividades investigativas devem apresentar. Isso ficou evidenciado ao longo das aulas em que os estudantes passaram a ter mais interesse no conteúdo porque carregavam o ensino-aprendizagem de sentidos. Os conhecimentos científicos adquiriam significados para a vida dos estudantes à medida em que eles iam descobrindo, interpretando, resolvendo situações e argumentando. A interação com os colegas construiu relações harmônicas e situações de cooperação, nas quais eles eram encorajados a sentirem-se capazes de realizar explicações e, com isso, auxiliar os demais.

Nesse sentido, a educação em Ciências para a emancipação é uma via para a formação humana integral e cidadã, indo além da formação propedêutica com caráter prescritivo. Segundo Dewey, na educação tradicional predominam as condições externas que privilegiam uma relação de autoridade entre professor e aluno, ou seja, uma relação de domínio e imposição. Na educação progressiva predominam as condições internas de reflexão e conteúdos de vivência adquiridos pelo aluno. Há uma relação de compartilhamento, na qual o educador assume o papel de orientador e mediador do processo e o estudante torna-se livre e responsável pela construção das aprendizagens sem que, para isso, deva existir autoritarismo e imposições. A escola passa a ser encarada como mais um ambiente do cotidiano, no qual as situações reais devem ser o molde do processo educativo, assim aprende-se o que acontece na vida real. Essa visão é corroborada por Freire ao defender a educação como prática de liberdade, contra a pedagogia bancária.

Nessa via, encontramos em Adorno (1995) a ideia que cada pessoa deve tomar consciência do seu papel integrante na coletividade, inserindo-se e não sendo inserido. Para ele e para Freire (1996), a única maneira de atingir este objetivo é por meio da emancipação, que, por sua vez, só é possível trilhando o caminho da educação consciente, que favorece a liberdade e não necessita da autoridade, pois a conscientização do ser humano sobre seu inacabamento conduz à condição de educabilidade.

Na reflexão sobre a utilidade da escola para além da instrução de conteúdos, pensamos na formação cidadã que Dewey defendia como a principal intencionalidade da educação em Ciências. O ensino científico deve estar permeado de sentidos, sem caráter neutro, já que o entendimento dos conceitos científicos permite a compreensão dos fenômenos para a ampliação da interpretação do mundo. Concordamos que as escolas desempenham papel imprescindível na formação humana: são ambientes ideais para as aprendizagens que propiciam criticidade nas construções de visões de mundo e pontos de vista. Por isso o ensino de Ciências voltado para a cidadania e desenvolvido por meio dela tende a cumprir a função democrática na construção das sociedades.

Para que o ensino investigativo cumpra a função da AC, é importante termos em mente que a interdisciplinaridade passa a ser uma exigência do mundo contemporâneo. Ela facilita a compreensão do movimento de abertura diante dos problemas e das transformações da atualidade, buscando dar sentidos, significados ao trabalho do professor, para junto dos alunos, possam traçar caminhos, projetos e práticas que façam sentido no seu contexto de vida.

Apesar das recomendações encontradas nas políticas curriculares para a educação básica em nosso país, o ensino de Ciências por investigação ainda não está concretamente estabelecido. Além disso, a dificuldade que os professores enfrentam para realizarem práticas de laboratório e atividades de investigação com os alunos sinalizam outro aspecto que deve ser considerado. A carência formativa os faz sentirem-se inseguros em realizar experimentos, incapazes de gerenciar a turma e não ter domínio na utilização de materiais no laboratório (BORGES, 2002), além da infraestrutura nem sempre adequada para o trabalho experimental.

Dessa forma, defendemos as atividades investigativas organizadas em projetos com abordagens interdisciplinares. Nelas, os estudantes participam ativamente como construtores das práticas e protagonistas das investigações, utilizando conhecimentos produzidos de forma autônoma e flexível. Assim, pode-se promover um aprendizado para além da memorização, favorecendo a AC e a EA em busca de um ensino para a formação cidadã.

Nessa via, a partir dos resultados da pesquisa sugerimos:

- conhecer as políticas públicas voltadas para a educação em Ciências, estudando-as para compreender suas recomendações e aplicabilidade no contexto das escolas;
- participação dos educadores da educação básica em formações continuadas promovidas pelas universidades e sistemas estaduais e municipais de ensino;
- estabelecimento de parcerias em rede com outras escolas, universidades, poder público, secretarias de educação e outras instituições para o desenvolvimento de projetos de EA;
- diminuir a distância entre universidade e escola pela participação em programas de integração e trocas de experiências, inserção de professores em grupos de pesquisa, aceitação de estagiários e bolsistas, participação em eventos e mostras de iniciação científica.

Além do exposto, acredita-se que a pesquisa tem perspectivas futuras quanto ao estudo do desenvolvimento da linguagem científica dos estudantes participantes. Pode-se investigar o potencial que o projeto tem em desenvolver a argumentação (capacidade de defender e justificar suas ideias) dos estudantes. Com isso, torna-se possível evidenciar a construção do conhecimento científico por meio do projeto como indicadores de AC. Por outro lado, uma grande possibilidade de ampliação da pesquisa reside no estudo da provável mudança conceitual ocorrida nestes alunos.

A pesquisa contribui para a educação em Ciências ao mostrar que o EI é uma estratégia didática viável para o Ensino Médio, representando uma facilitação no ensino científico para e na cidadania, voltado para a emancipação. Ressaltamos que os projetos de trabalho, a contextualização e a interdisciplinaridade só são possíveis quando os professores dedicam a conhecer como funcionam tais abordagens e se disponibilizam em construir as

práticas de forma coletiva. Além disso, é necessário que a equipe de gestão escolar esteja envolvida no trabalho coletivo promovendo formações para os professores e acompanhando o processo de transformação da prática docente. É preciso assumir uma postura de humildade e diálogo frente ao próprio conhecimento e limitações, inclusive em relação ao que a escola oferece para a viabilidade das práticas investigativas. Quanto a isso, a pesquisa demonstrou que não é necessário haver uma estrutura de laboratório equipado ou outras condições específicas para o EI. Do contrário, é possível realizar projetos de trabalho partindo da realidade dos estudantes, das escolas e dos professores, incluindo as condições profissionais e a disponibilidade de materiais para as experimentações. Assim, pode-se usar o pátio da escola, o bairro, as mídias impressas, a internet, outras instituições de ensino e profissionais que estejam abertos, para aproximar o cotidiano escolar da vida real.

Estando no papel de professora e pesquisadora, acredito que tal posicionamento foi importante para a obtenção dos resultados. A exemplo das atividades realizadas no CMSM e na EMEF Margarida Pardelhas, o projeto não está ligado necessariamente à formalidade da sala de aula, pois a SEI proposta pode ser adaptada e recriada. Todavia, o projeto foi idealizado para ser desenvolvido ao longo das aulas, em integração ao conteúdo curricular, com sugestões de contextualizações possíveis na abordagem da temática “análise de água”.

O uso de TIC nas escolas ainda é uma dificuldade enfrentada pelos professores, que não estão habituados ao uso de tais ferramentas de ensino porque saíram da formação inicial há muitos anos ou porque não se atualizam em relação às tecnologias. Entretanto, é possível desafiar os alunos a buscarem sites, aplicativos e formas de sistematização de dados permitindo que eles aprendam e ensinem sobre TIC. Esse é um dos princípios do EI para a emancipação: situar o aluno como agente construtor do próprio conhecimento e o professor em atitude de receptividade.

Os resultados da pesquisa sugerem que os projetos de trabalho para a promoção do EI, da EA e da AC podem ter diferentes temáticas, abordagens interdisciplinares ou multidisciplinares com envolvimento de componentes curriculares, inclusive de áreas do conhecimento distintas. Dessa forma, esperamos ter contribuído para a educação em Ciências de maneira geral, possibilitando a abertura para novas práticas escolares e a reiteração a respeito da formação cidadã pela via da AC.

Para finalizar, relatamos as perspectivas do projeto Conexão Delta que emergiram nos primeiros meses de 2017. A pesquisadora contactou o secretário do meio ambiente do município de Santo Ângelo, incentivada pelo engenheiro florestal que palestrou na

Conferência Ambiente & Vida. Ao iniciar o ano letivo no Colégio Tiradentes da Brigada Militar, a pesquisadora comentou com a equipe gestora sobre a vontade em realizar o projeto envolvendo o Ensino Médio, a comunidade e a escola municipal próxima, que já havia sido contatada no ano anterior. A ideia foi bem recebida e incentivada. Dos diálogos que seguiram, estabeleceu-se uma parceria entre o Colégio Tiradentes da Brigada Militar e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente para o desenvolvimento do projeto no arroio Tchungum, que fica a poucas quadras da escola. Isso aponta o potencial de exercício da cidadania que advém do projeto, cujos resultados pregressos indicam a relevância social, ambiental e histórica das atividades investigativas realizadas no contexto.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. et al. Inquiry in Science Education: International Perspectives. **Science and Education**, v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004.
- ABD-EL-KHALICK, F. Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. **Science and Education**, v. 22, n. 9, set. 2013.
- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **O Ensino de ciências e a educação básica: propostas para superar a crise**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2007.
- ADORNO, T. **Educação e Emancipação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.
- AFONSO, A. J. Gestão, autonomia e *accountability* na escola pública portuguesa: breve diacronia. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 26, n. 1, p. 13-30, jan./abr. 2010.
- ALVES, V. B. **Educação integral e escola de tempo integral no Brasil: uma análise do “Programa Mais Educação”**. 2013. 129p. Dissertação (Mestrado em Educação)–Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2013.
- ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p.121-138, jan. abr. 2011.
- ARAÚJO, U. F. **Temas transversais e a estratégia de projetos**. São Paulo: Moderna, 2003.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1. p.68-83, mar. 2003.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, Espanha, 2006.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.
- BARROW, L. H. A brief history of inquiry: from Dewey to standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, 2006, p.265–278.
- BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)**. 1998. 212p. Tese (Doutorado em Educação)–Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BIZZO, N. **Ciências Fácil ou Difícil?** 1.ed., São Paulo: Biruta, 2009.
- BIZZO, N. **Pensamento científico: a natureza da Ciência no ensino fundamental**. São Paulo: Melhoramentos, 2012. (Como eu ensino).
- BORGES, T. A. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de**

Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: Ministério da Educação, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio, parte III): Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Bases Legais**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno III: o currículo do ensino médio, seu sujeito e o desafio da formação humana integral**. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Formação de professores do Ensino Médio, etapa I - caderno IV: áreas de conhecimento e integração**. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Formação de professores do ensino médio, etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza**. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2006a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica**. Brasília: Ministério da Educação, 2006b.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009. Institui o Programa Ensino Médio Inovador. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2009.

BYBEE, R. W. Teaching Science as Inquiry. In: **American Association for the Advancement of Science: Inquiring into inquiry learning and teaching in Science**. Washington, DC, 2000.

CACHAPUZ, A. et al. (Orgs.) **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Perspectivas de ensino das Ciências**. Porto: Eduardo & Nogueira, 2000.

CARRASCOSSA, J. et al. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. 1. ed. Uberlândia: EDUFU, 2011, p. 253-266.

CHARPAK, G. **Crianças: investigadores e cidadãos**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, abr. 2003.

DEBOER, G. E. **A history of ideas in Science Education: implications for practice**. New York: Teachers College Press, 1991.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry in school. In: FLICK, L. B.; LIDERMAN, N. G. **Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education**. New York: Springer, 2006. p. 17-37.

DELANEZE, T. Descontinuidade sem ruptura: As Reformas educacionais de Benjamim Constant e Francisco Campos. In: VI CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 2006, Uberlândia/MG. **Anais...** Uberlândia/MG, Universidade Federal de Uberlândia, 2006, p.5415-5426.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DORIGON, T. C.; ROMANOWSKI, J. P. A reflexão em Dewey e Schön. **Revista Intersaberes**, Curitiba, ano 3, n. 5, p. 8-22, jan. jul., 2008.

FARIAS, I. M. S. de. Os professores e as tecnologias na escola: limites e perspectivas da inovação. **Tecnologia educacional**, v. 30/31, n. 159/160, p. 11-20, 2002.

FAZENDA, I. C. Interdisciplinaridade: definição, projeto, pesquisa. In: FAZENDA, I. C. (Org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo, Cortez: 1991.

FAZENDA, I. C. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 1994.

FAZENDA, I. C. (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE-MAIA, N. **A Ciência por dentro**. 6. ed. Vozes: Petrópolis, Rio de Janeiro, 2000.

FURIÓ, C. et al. Finalidades de la enseñanza de las Ciencias en la secundaria obligatoria: ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 365-376, 2001.

GARCIA, R. L.; MOREIRA, A. F. B. **Currículo na contemporaneidade: incertezas e desafios**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, Experimentação e Ensino de Ciências, n. 10, nov. 1999.

GONÇALVES, T. V. O. **Ensino de Ciências e Matemática e formação de professores: marcas das diferenças**. 2000. 272 p. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, São Paulo, 2000.

GORMALLY, C. et al. Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. **International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning**, v. 3, n. 2, 2009.

GOUW, A. M. S.; FRANZOLIN, F.; FEJES, M. Challenges faced by teachers in the implementation of inquiry activities in science classes. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n.2, p. 439-454, 2013.

GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para ensino e aprendizagem no setor público**. Brasília: ENAP, 2010.

GRANDY, R.; DUSCHL, R. A. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. **Science & Education**, v. 16, p. 141-166, 2007.

HENRY, J. **Teaching through projects**. Londres: Koogan Page, 1994.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e Mudança na Educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992.

HODSON, D. In Search of a Rationale for Multicultural Science Education. **Science Education**, v. 77, n. 6, p. 585-711, 1993.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HODSON, D. **Looking to the future: Building a curriculum for social activism.** Sense Publishers, 2011.

JÚNIOR, W. F.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, nov. 2008.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p.85-93, 2000.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** 7ª reimpressão. São Paulo: E.P.U., 2012.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, dez. 2006.

LEDERMANN, N. G.; ZEIDLER, D. L. Science teacher's conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior? **Science Education**, v. 71, n. 5, p. 721-734, 1987.

LEONOR, P. B.; LEITE, S. Q. M.; AMADO, M. V. Ensino por investigação no primeiro ano do ensino fundamental: análise pedagógica dos três momentos pedagógicos de ciências para alfabetização científica de crianças. In: Atas do IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo. **Anais...** Águas de Lindóia/SP, 2013.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da Escola Pública.** São Paulo: Loyola, 1990.

LIBÂNEO, J. C.; OLIVEIRA, J. F.; TOSCHI, M. **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização.** São Paulo: Cortez, 2012.

LOURENÇO FILHO, M. B. **Introdução ao Estudo da Escola Nova: bases sistemas e diretrizes da pedagogia contemporânea.** 13. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2015.

MACIEL, V. A. **Questões teóricas sobre o ensino pela pesquisa: problematizações.** 2005. 103p. Dissertação (Mestrado em Educação)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2005.

MANCUSO, R. Feiras de ciências: produção estudantil, avaliação, consequências. Contexto Educativo. **Revista digital de Educación y Nuevas Tecnologías**, n. 6, 2000.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais: um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, 2009.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EDUSER**, v.2, n.2, p.49-65, 2010.

MIGUENS, M.; GARRET, R. M. Prácticas em la enseñanza de las ciencias: problemas y posibilidades. **Enseñanza de las Ciencias**, n. 3, v. 9, p. 229-236, 1991.

MOREIRA, A. F. B. **Currículos e programas no Brasil**. 18. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 39, p. 225-24, n. 9, set. 2010. Disponível em: <<http://www.histedbr.fae.unicamp.br/revista/edicoes/39/index.html>> Acesso em: 5 jan. 2017.

NASCIMENTO, L.; GARCIA, L. Promovendo o protagonismo juvenil por meio de blogs e outras redes sociais no Ensino de Biologia. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 1, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning**. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NÓVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1991.

NUNES, M. O.; GUERINO, M. F.; STANZANI, E. L. O uso das TICs na formação continuada: iniciativas e experiências presentes na produção acadêmica brasileira. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 65, p. 111-126, 2014.

OLIVEIRA, L. M. V.; PERSICH, G. D. O currículo do Ensino Médio Politécnico e a interdisciplinaridade: possibilidades no ensino de Biologia, História e Geografia. In: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2015, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria/RS: FAPAS, 2015. v. 1.

PEÑA, M. D. J. Interdisciplinaridade: questão de atitude. In: FAZENDA, I. C. **Práticas Interdisciplinares na escola**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

PERSICH, G. D. O. **Projeto Conexão Delta**. Santo Ângelo, 2016. Disponível em: <<http://projetoconexaodelt.wixsite.com/conexaodelta>> Acesso em: 5 jan. 2017.

PERSICH, G. D. O.; OLIVEIRA, L. M. V.; TOLENTINO-NETO, L. C. B. A pesquisa como princípio pedagógico: as influências da escola nova nas atuais políticas curriculares do sistema educacional brasileiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS

PÚBLICAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR, 1, 2016, Santa Maria. **Anais...** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2016. p. 941-955.

PETRUCCI, D.; DIBAR URE, M. C. Imagen de la Ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 2, n. 19, p. 217-229, 2001.

REIS, P. Ciência e Controvérsia. **REU**, Sorocaba, SP, v. 35, n. 2, p. 09-15, dez. 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Educação. **Proposta pedagógica para o ensino médio politécnico e educação profissional integrada ao ensino médio 2011-2014**. SEDUC: Porto Alegre, 2011.

ROCHA, T. C.; SCHNETZLER, R. P. Tendências da Pesquisa sobre Ensino de Química em Práticas Pedagógicas de Futuros Professores. In: MOSTRA ACADÊMICA UNIMEP, 4, 2006, Piracicaba. **Anais...** Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba/SP, 2006. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/264.pdf>> Acesso em: 5 jan. 2017.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. **Anais...** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2008.

ROMANELLI, O. **História da Educação no Brasil**. 32. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

RUDOLPH, J. L. Inquiry, Instrumentalism, and the public understanding of Science. **Science Education**, v. 89, n. 5, p.803–821, 2005.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. 2009. 203 p. Tese (Doutorado em Educação) –Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2009.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SABBATINI, M. Alfabetização e cultura científica: conceitos convergentes? **Ciência e Comunicação**, v. 1, n. 1, 2004.

SANTOS, I. S. F.; PRESTES, R. I.; DO VALE, A. M. Brasil, 1930 - 1961: escola nova, LDB e disputa entre escola pública e escola privada. **Revista HISTEDBR On-line**. Campinas, n.22, jun. 2006, p.131-149. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22/art10_22.pdf> Acesso em: 14 jun. 2016.

SANTOS, M. C. F. dos. A noção de experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Anais...** Campinas/SP, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p.49-67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p.59-77, 2011.

SAUNDERS, W. L. Alternative conceptions of the nature of science responses from students, teachers and professors. **Education**, v. 107, n. 1, p. 98-104, 2001.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1988.

SCHEID, N. M. J.; PERSICH, G. D. O. Os recursos da web 2.0 na educação científica escolar fundamentada em inquiry. In: MORA, M. C. G. (Org.). **Aplicación de las Tecnologías para la enseñanza de la matemática, física, química y biología**: implicaciones didácticas: Experiencias en América Latina. 1ed. Bogotá, 2016, v. 1, p. 154-162.

SCHEID, N. M. J.; PERSICH, G. D. O.; KRAUSE, J. C. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. In: VII ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis/SC, 2009.

SCHEID, N. M. J.; REIS, P. G. R. dos. As tecnologias da informação e da comunicação e a promoção da discussão e ação sociopolítica em aulas de ciências naturais em contexto português. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 129-144, 2016.

SCHÖN, D. Formar Professores como Profissionais Reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações D. Quixote, 1997.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, n. 1, 14-24, 2002.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. **A educação em Ciências no Brasil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2009.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, R. C. S. da; PEREIRA, E. C. Currículos de ciências: uma abordagem historicocultural. In: VII ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis/SC, 2009.

SIQUEIRA, A. C. **A promoção da cidadania ativa em aulas de ciências e biologia: contribuições da metodologia IBSE-7ES e ferramentas da Web 2.0**. 2015. 101f. Dissertação (Mestrado)–Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo/RS, 2015.

SOUZA, R. A.; MARTINELLI, T. A. P. John Dewey e a formação de professores: aspectos da influência sobre a formação docente no Brasil. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, 9, 2009, Curitiba. Anais... Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba/PR, 2009.

SPRINGER, K. S. S.; SOARES, E. G. A pedagogia de projetos como alternativa metodológica às práticas tradicionais no ensino de geografia. In: VIII Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, 8, 2008, Curitiba. **Anais...** Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba/PR, 2008.

TAVARES, A. et al. Inquiry at Coimbra botanic garden: Products and process of an IBSE educative Project. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 116, p. 4353-4356, 2014.

TEITELBAUM, K.; APPLE, M. John Dewey. **Currículo sem fronteiras**, v.1, n. 2, p. 194-201, 2001.

TEIXEIRA, A. **Pequena introdução à filosofia da educação: escola progressiva ou a transformação da escola**. 6. ed. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em ensino de biologia no Brasil [1972-2004]: um estudo baseado em dissertações e teses**. 2008. Tese (Doutorado em Educação)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

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

TIBALLI, E. F. A. **Pragmatismo, experiência e educação em John Dewey**. ANPEd, Poços de Caldas, 2003.

TOLENTINO-NETO, L. C. B. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às Ciências: resultados do projeto ROSE aplicado no Brasil**. 2008. 170p. Tese (Doutorado em Educação)–Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2008.

TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n.1, p. 155-169, 2008.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 197p. Tese (Doutorado em Educação)–Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Bauru/SP, 2012.

YOUNG, M. Para quê servem as escolas? **Educ. Soc.**, Campinas, v. 28, n. 101, p. 1287-1302, set.dez. 2007.

ZAMUNARO, A. N. B. C. **A prática de ensino de ciências e biologia e seu papel na formação de professores.** 2006. 237p. Tese (Doutorado em Educação)–Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Bauru/SP, 2006.

ZANATTA, B. A. O Legado de Pestalozzi, Herbart e Dewey para as práticas pedagógicas escolares. **Rev. Teoria e Prática da Educação**, v. 15, n. 1, p. 105-112, jan./abr. 2012.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p.67-80, set. dez. 2011.

APÊNDICE A – MANUAL DO PROJETO CONEXÃO DELTA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

MANUAL PARA PARTICIPANTES DO PROJETO CONEXÃO DELTA.

Pesquisadores responsáveis:

Gracieli Dall Ostro Persich – *Supervisora, principal contato em Santo Ângelo*
(seducgracieli@gmail.com – [WhatsApp 99006663](https://www.whatsapp.com/business/profile/990066663))

Luiz Caldeira Brant de Tolentino-Neto – *Orientador* (lcaldeira@gmail.com)

APRESENTAÇÃO

O projeto Conexão Delta surgiu em abril de 2015, idealizado por um grupo de químicos e biólogos pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, do Programa de Especialização em Educação Ambiental e do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFSM. A pesquisa na área de ensino de Ciências e tecnologia, a procura por dinâmicas inovadoras, interessantes e de baixo custo para integrar métodos científicos às novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) deram origem ao projeto.

Busca-se promover o uso de métodos diversos para a análise de recursos hídricos por estudantes da educação básica. Sugerimos experimentos e práticas para os professores trabalharem visando a alfabetização científica e a educação ambiental. A principal proposta é interligar as tecnologias às metodologias de campo e laboratório, resultando em um projeto com possibilidades interdisciplinares e promoção de ativismo social.

Em 2015 e 2016 participaram do projeto duas escolas: Colégio Militar de Santa Maria (CMSM) e Colégio Estadual Pedro II em Santo Ângelo. Este último atuou em parceria com a EMEF Margarida Pardelhas auxiliando os estudantes desta escola no estudo do arroio Itaquarinchim, o qual passa próximo às duas escolas, sendo que elas situam-se em pontos diferentes da cidade.

O projeto tem intenções de contribuir para a educação em ciências na educação básica. A partir dele surgiu uma pesquisa acadêmica - dissertação de mestrado. Por isso, o projeto está registrado no Gabinete de Projetos (GAP) do Centro de Educação (CE) da UFSM, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) desta universidade.

Em 2016 foram produzidos artigos científicos sobre o projeto. Houve apresentação de artigo pela supervisora do projeto (Gracieli Dall Ostro Persich) no *IV Seminário Internacional de Políticas Públicas da Educação Básica e Superior* da UFSM em junho. Os resultados alcançados no primeiro semestre de 2016 foram apresentados pelo bolsista (Lucas Santiago dos Santos) na *31ª Jornada Acadêmica Integrada* da UFSM em outubro. A supervisora apresentou os resultados preliminares no *VI Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO)* na Universidade Estadual de Maringá, PR, em outubro. Estudantes que participaram do projeto em Santo Ângelo apresentaram-no em uma mostra pedagógica

promovida pela 14ª Coordenadoria Regional de Educação na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo Ângelo, e também em mostra de trabalhos do 9º núcleo do Sindicato dos Professores do Rio Grande do Sul (CPERS). Durante este último evento, o trabalho foi selecionado para apresentação na 2ª Mostra Pedagógica do CPERS, a nível estadual, em Porto Alegre, RS, que aconteceu em novembro.

O projeto realizado no Colégio Estadual Pedro II participou do Prêmio Respostas para o Amanhã, promovido pela Samsung e apoiado pela UNESCO, tendo sido selecionado para a 2ª etapa da premiação, junto com outros 24 projetos do Brasil, ficando entre os 5 projetos escolhidos da Região Sul, a partir de uma seleção que envolveu 330 trabalhos de SC, PR e RS. A premiação conquistada foi um notebook para a escola e a turma ainda produziu um vídeo sobre o projeto com a filmagem e edição feitas voluntariamente por um jornalista santangelense.

Esperamos que o projeto permita melhorar os processos de ensino-aprendizagem em ciências da natureza e outras áreas do conhecimento, introduzindo as crianças e os jovens na pesquisa por meio da vivência do método científico.

OBJETIVOS PRINCIPAIS

- Colaborar com o ensino de ciências por meio de metodologias inovadoras e diferenciadas, englobando práticas laboratoriais de baixo custo e com materiais alternativos, usando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o estudo e análise de corpos d'água fazendo relações com a realidade da escola.
- Vivenciar o método científico, a pesquisa teórica e prática, as análises de dados coletados em campo, a produção de resultados, a socialização dos conhecimentos construídos e publicação para divulgação das investigações.
- Enriquecer as práticas pedagógicas dos professores com atividades inovadoras para aprimorar o cotidiano escolar a partir da vivência dos conteúdos curriculares para a aprendizagem de conceitos valorizados pela ciência.
- Promover a alfabetização científica e educação ambiental no intuito de conhecer a realidade local, contextualizar os conhecimentos teóricos e conceitos trabalhados em aula para interpretar o mundo ao redor.
- Proporcionar a vivência de práticas sendo que a mobilização de saberes construídos sirva de subsídio para a tomada de decisões e influência nas atitudes diante da vida em sociedade.
- Promover mudanças de comportamentos e atitudes frente à realidade que se deseja transformar.

O QUE É ENSINO POR INVESTIGAÇÃO?

Ensinar Ciências por Investigação é uma estratégia didática que envolve a realização dos passos de uma pesquisa científica, semelhante ao que os cientistas realizam para desenvolver descobertas. Estudar investigando é uma maneira de resolver problemas envolvendo o próprio conteúdo e os conceitos científicos próprios das disciplinas da área das Ciências da Natureza. Os estudantes desenvolvem raciocínio lógico, linguagem científica, argumentação, elaboração de hipóteses, desenvolvimento de métodos, análise de resultados, proposição de soluções, comunicação dos dados e interação com outras pessoas, especialmente com seus colegas por meio de atividades coletivas em grupo e professores através de práticas guiadas. As práticas são fundamentais nesse processo, pois os experimentos e saídas a campo auxiliam na compreensão das teorias, servindo de coleta de dados para estudo dos fatos e fenômenos do cotidiano. Isso é importante para que os temas abrangidos no currículo sejam contextualizados e vivenciados de maneira que os estudantes

possam interpretar a realidade com o suporte do conhecimento científico, o que ressignifica a formação cidadã que os forma para participar ativamente de uma sociedade responsável e atuante, transformadora do presente.

MATERIAIS SUGERIDOS

*Sugerimos materiais para coletas e análises de água, podendo variar a quantidade de materiais conforme o número de grupos de trabalho ou estudantes por turma e também dispensando ou adicionando materiais conforme adaptações necessárias à realidade da escola. **Lembre-se:** você não precisa executar todas as atividades sugeridas nem utilizar todos os materiais listados abaixo, essa é uma sugestão de práticas que você pode agregar à sua aula, conforme o conteúdo trabalhado.*

- 01 frasco de Azul de Bromotimol;
- tabela para indicação de pH com Azul de Bromotimol;
- frascos para coleta de água, podendo ser garrafa plástica (tipo pet) com tampa;
- tubos de ensaio;
- berço ou suporte para tubos de ensaio;
- caneta marcadora permanente;
- bloco de anotações ou caderno;
- lápis;
- gelatina em folha;
- colheres;
- açúcar;
- folhas de ofício ou cartolina;
- recipientes para diluição e misturas;
- caixa de papelão, de sapato ou de plástico com tampa;
- cotonetes;
- fita crepe ou durex;
- tesoura;
- luvas de látex;
- conta-gotas;
- tablete de caldo de carne;
- peneira;
- lâminas de vidro para microscopia;
- microscópio óptico;
- placas de Petri ou frascos com tampa;
- este manual com sugestões de atividades investigativas e instruções para uso de TIC;
- termômetro para aferição de temperatura do ambiente e da água;
- materiais para construção de maquetes e modelos, de preferência materiais recicláveis.

SUGESTÕES DE ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO

*Propomos atividades a partir do estudo local de um **corpo d'água** perto da escola, que pode ser um rio, arroio, lago... Sugerimos **atividades interdisciplinares** com demais professores além daquele responsável pela disciplina Ciências. Ao final deste documento, listamos aplicativos que podem ser baixados da internet para contribuir com o projeto. A ideia é oferecer opções para as escolas trabalharem o estudo da água e do ambiente por meio da investigação em um projeto interdisciplinar, por isso estamos abertos a receber suas contribuições e você está livre para escolher realizar as atividades que se adequam à*

proposta da sua escola. Sugerimos a postagem de dados na internet, mas se isso não for viável para sua turma participante, não veja isso como um problema. As demais escolas participantes podem realizar esta etapa do projeto.

1) Escolhendo o corpo d'água

- As atividades da análise da água devem ser realizadas a partir do estudo de um recurso hídrico. Escolha um arroio, rio, manancial, fonte, nascente que se localize de próximo a sua escola ao qual a turma tenha fácil acesso para realizar o estudo.
- Os registros e análises devem ser feitos pelo menos a partir de uma coleta, tendo os dados (mapa, fotografias, planilha...) postados no perfil da sua escola no *GooglePlus*.

2) Registrando as observações durante as saídas a campo

- Chegando ao local onde se encontra o corpo d'água faça fotografias para registrar as características visíveis como: margens, bordas, mata ciliar, características da água, animais, plantas, solo, habitantes nos arredores, presença de residências, indústrias ou empresas no entorno, rede de esgoto ou canalização para coleta de água, condições de saneamento básico, ponte, acesso para veículos, modificações feitas pelos seres humanos, presença de resíduos sólidos, líquidos e poluentes, e outros registros que poderão surgir. *Você pode conversar com a professora de Geografia para ficar mais atenta(o) em relação ao que pode ser observado no local. É importante o registro de tudo de interessante que você observar, porque na sala de aula você pode ser convidado a trabalhar com esses dados para produzir redações (converse com a professora de Língua Portuguesa), confeccionar maquetes ou modelos em massinha (fale com as professoras de Arte, Geografia e Matemática para calcular áreas, perímetros, distâncias, conversão de medidas...).*

- Procure os moradores do local para entrevistá-los. Elabore perguntas antes de sair da escola. Como sugestões de questionamentos, apresentamos a seguir alguns itens que podem ser incorporados à sua entrevista: pergunte a essas pessoas há quanto tempo elas vivem nesse lugar; como eram as condições ambientais quando elas se mudaram para lá em comparação com as condições atuais; se elas conhecem indústrias ou empresas poluentes no entorno que causam prejuízos ao meio ambiente; se há rede de esgoto no bairro ou se os resíduos das residências são depositados no corpo d'água; se há recolhimento de lixo e coleta seletiva no bairro; onde essas pessoas depositam óleos e gorduras usadas na cozinha; se a comunidade utiliza o corpo d'água para lazer, pesca ou transporte; como o local fica quando chove, se ocorre alagamento ou deslizamento de terras; se as pessoas sabem a importância da mata ciliar; que animais elas observam ali; quais espécies de vegetais elas reconhecem e se fazem uso de plantas com propriedades medicinais; se há seca em alguma época do ano; se a comunidade tem conhecimento das doenças veiculadas pela água e se há registro de pessoas que já ficaram doentes em decorrência do consumo ou uso de água contaminada, entre outras perguntas que podem surgir no decorrer das visitas. *Aconselhamos que você converse com a professora de Língua Portuguesa para elaborar os questionamentos e para ensaiar como se procede uma abordagem para entrevistar alguém.*

- Faça anotações a respeito do que observou além dos registros fotográficos e das entrevistas. Lembre-se que se você desejar gravar ou filmar a entrevista, deve elaborar na escola um termo de autorização para a pessoa entrevistada preencher. *Converse com a professora de História e peça mais informações sobre registro de história oral!*

PROFESSORA! *De acordo com o conteúdo que você estiver abordando em aula, dê um enfoque mais específico para cada saída a campo. Por exemplo: ao trabalhar os vegetais, você pode guiar os estudantes para que observem diferentes espécies vegetais, colem exemplares para observar com lupa e desenhar na escola; estudar plantas medicinais utilizadas pela comunidade; fazer produções artísticas com folhas secas e texturas diferentes; confecção de tintas com vegetais; plantio de mudas nas margens do rio para recomposição*

da mata ciliar; estudo da importância das raízes com plantio de vegetais com diferentes tipos de raízes para observação...



As fotografias acima foram registradas durante as coletas de água das escolas participantes do projeto em 2016.

Sugestão de planilha para que os estudantes preencham durante a saída a campo:

<i>Data</i>	<i>Local da coleta</i>	<i>Nome do corpo d'água</i>	<i>Temperatura ambiente</i>	<i>Umidade relativa do ar</i>	<i>Horário</i>

<i>Diversidade de espécies de vegetais e fungos</i>	<i>Diversidade de espécies de animais</i>	<i>Características (cor da água, cheiro, lixo, urbanização, alterações, poluição...)</i>

- pH da água: _____

- Temperatura da água: _____

3) Iniciando as análises da água em campo

3.1) Para coletar água, utilize garrafas PET com fio amarrado ao redor para você mergulhá-la no rio e puxar de volta. Se preciso, amarre um peso na garrafa para que ela afunde. A água coletada não pode ser agitada, deve ficar fora de contato com luz excessiva e calor, em recipiente tampado. Colete 500mL de água, no máximo. Se o corpo d'água for de acesso difícil, monte um aparato de coleta usando barbante amarrado à garrafa, jogando-o até que alcance a água.

3.2) No rio, ou dentro do recipiente com água coletada, verifique a temperatura da água, usando **termômetro** próprio para isso.

3.3) Anote a temperatura ambiente no dia da coleta: isso você pode fazer acessando a internet no seu *smartphone* utilizando aplicativos para buscar qual é a temperatura na sua cidade no momento da coleta. Antes de sair a campo pode-se buscar na internet o site ClimaTempo (<http://www.climatempo.com.br/>) ou CPTEC/INPE (<http://www.cptec.inpe.br/>) para acessar a previsão do tempo, a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos no horário desejado. **Verifique com a professora do Laboratório de Informática os recursos disponíveis para isso e se a escola dispõe de tablets ou netbooks educacionais que você possa utilizar também fora da sala de aula.**

3.4) Anote os aspectos da água: cor, cheiro, presença de sedimentos, turbidez, transparência, profundidade aproximada do corpo d'água, velocidade estimada do curso d'água, largura do corpo d'água, aparência, presença de espumas, lixo acumulado nas margens, flutuante ou

depositado no fundo, seres vivos presentes, atividades industriais, comerciais ou se há casas no entorno...

3.5) Anote o local da coleta (endereço e os pontos exatos de coleta) e o tipo de corpo d'água (rio, arroio, fonte, açude, lago...).

3.6) Procure saber se choveu em dias anteriores. Anote como estava o clima no dia da coleta, se havia sol, estava nublado, com neblina, estação do ano.

Esses dados serão inseridos na planilha partilhada no Google Drive, através da sua conta no Gmail e acesso ao **GooglePlus (G+). Caso isso não seja possível, faça os registros em forma de anotações e nós postaremos posteriormente.*



Ao lado, o bolsista do projeto, Lucas Santiago, auxilia os estudantes do Colégio Militar de Santa Maria a buscar dados na internet utilizando aplicativos no *tablet*, em 2016.

4) Determinação do pH da água (em campo ou na escola)

**A verificação do pH pode ser feita no próprio momento da coleta da água no rio ou depois da chegada na escola.*

Objetivo: Verificar a graduação do pH da água coletada.

Materiais: Azul de Bromotimol e tabela de cores de pH (você pode visualizar neste documento virtual abaixo ou imprimir); ou **caixa de fitas de pH com tabela de graduação**; tubos de ensaio; água coletada; caneta com tinta permanente (para identificar os tubos de ensaio); berço para tubos de ensaio. **No caso de verificar o pH da água com as fitas próprias para esse procedimento, faça isso sem precisar do reagente azul de Bromotimol e da tabela de cores do projeto.*

Procedimentos:

A) Colocar uma amostra de água coletada em um tubo de ensaio, preenchendo cerca de dois dedos do tubo.

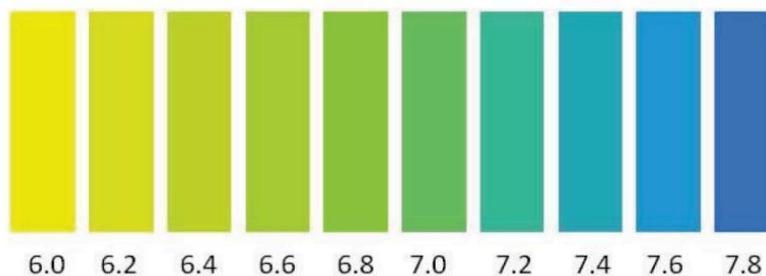
B) Se você utilizar o reagente fornecido pelo **Conexão Delta**, deve pingar três gotas do reagente Azul de Bromotimol, agitar levemente e comparar a cor obtida na tabela de cores de pH (abaixo). Se você tiver na escola a caixinha de fitas para determinação do pH, insira uma fitinha na amostra dentro do tubo de ensaio e depois compare a cor obtida na tabela na caixinha. **Peça ajuda para a professora de Química na interpretação dos dados.**

** Você pode realizar essa análise utilizando os materiais disponíveis no laboratório da sua escola: fitas de pH, aparelho medidor de pH, ou outras formas de determinação como os indicadores naturais (como o repolho roxo). A prática pode ser feita **no momento da coleta da água (você vai precisar de um recipiente para coletar água e colocar a fitinha de pH)** ou na escola posteriormente, desde que a água fique armazenada em recipiente com tampa (garrafa pet) ao abrigo da luz e do calor, preferencialmente em geladeira por no máximo 5 dias. Você pode definir o pH de outras amostras de água disponíveis: água do bebedouro da escola, água mineral engarrafada, água da chuva, etc. Também é interessante procurar qual é o pH de outros líquidos como refrigerante, suco... Compare os resultados e busque explicações.*

C) Anotar os dados em seu caderno ou diretamente na planilha partilhada no Google Drive, através da sua conta no Gmail e acesso ao **GooglePlus (G+)**. **Você pode conversar com a professora de Matemática para elaborar um gráfico e uma tabela com todas as informações obtidas em relação ao pH da água coletada.**

PROFESSORA! *Você pode conduzir os estudantes a medirem o pH de produtos de uso cotidiano, como soluções de limpeza e tempero de alimentos. Pode-se produzir também indicadores naturais de pH, como aquele produzido com repolho roxo.*

Escala colorimétrica de variação do pH para o indicador azul de bromotimol:



As fotografias acima foram registradas durante as análises de água do Colégio Estadual Pedro II realizadas em 2015, usando o indicador Azul de Bromotimol e a tabela de cores.



Essa fotografias foi registradas durante as análises do pH das amostras de água que os estudantes da turma 302 do Colégio Estadual Pedro II realizaram em 2016, utilizando fitinhas de pH comparando com os resultados obtidos com o Azul de Bromotimol.

Atividades na escola após a coleta da água

5) Verificando a presença de microrganismos na água com meio de cultura de gelatina em folha

Objetivo: Realizar a cultura de gotas de água coletada em gelatina em folha para verificar se há crescimento de microrganismos no corpo d'água.

Materiais:

- 01 folha de gelatina incolor sem sabor (*esse experimento também foi realizado com gelatina em folha sabor frutas vermelhas*);
- 01 colher de açúcar diluído em água;
- 01 pedaço de cartolina (ou folha de ofício) medindo cerca de 5 cm maior que a folha de gelatina;
- 01 recipiente para diluir o açúcar;
- 03 colheres de sopa de água quente;
- 01 caixa de sapato com tampa (ou outra caixa disponível);
- cotonetes ou algodão no palito de dente;
- fita durex;
- tesoura.

PROFESSORA! *Veja previamente quantos estudantes há na turma ou quantos grupos serão organizados para trabalhar. Após isso, organize os materiais para que cada todos trabalhem adequadamente. Os materiais sugeridos são para a realização de uma cultura em um pedaço de gelatina em folha, mas a mesma pode ser cortada e dividida entre os grupos. Multiplique as quantidades conforme necessidade.*

Procedimentos:

1. Diluir 1 colher de açúcar em 3 colheres de sopa de água quente;
2. Cortar o papel aproximadamente 5cm maior que a folha de gelatina (para identificar);
3. Espalhar o açúcar diluído ainda morno na cartolina para melhorar a aderência da folha de gelatina;
4. Mergulhar a folha de gelatina na água morna com açúcar. Colocar imediatamente e delicadamente a gelatina sobre a cartolina, cuidando para não enrugou ou dobrar. Identificar o material com os nomes dos grupos e tipo de amostra que será semeada;
5. Colocar a gelatina para escorrer e secar num local iluminado por 10min;
6. Semear o material a ser analisado (algumas gotas de água);
7. Armazenar na caixa bem fechada (vedada com fita durex), em um local fresco e escuro por uma semana no mínimo;
8. Observar os microrganismos que se desenvolveram.

PROFESSORA! *Providencie que os estudantes fechem a caixa de sapato ou a caixa que for utilizada com uma tampa seguramente vedada, podendo encapar essa embalagem com papel mais escuro como o “papel pardo”. A umidade dentro da caixa deve ser conservada. A caixa também deve ficar em um ambiente sem incidência de luz direta. Caso haja circulação de ar ou luminosidade, a gelatina irá desidratar e os microrganismos não irão se desenvolver. No entanto, recomendamos que você faça testes com os procedimentos sugeridos e peça que os estudantes elaborem hipóteses, buscando explicações após a análise dos crescimentos ou ausência de desenvolvimento de seres vivos, levando em conta a possibilidade de contaminação da amostra com microrganismos provenientes do ar, contato com a pele e materiais utilizados. Você pode fazer um meio de cultura controle cumprindo todas as etapas do procedimento menos o item 6.*



A fotografia ao lado foi registrada pelo grupo de pesquisa que desenvolveu os protocolos das atividades experimentais em 2015. Os microrganismos desenvolveram-se em meio de cultura de gelatina incolor em folha enriquecida com açúcar.

6) Verificando a presença de microrganismos na água utilizando gelatina incolor em pó como meio de cultura

Objetivo: Realizar a cultura de gotas de água coletada em gelatina incolor sem sabor para verificar se há crescimento de microrganismos na água coletada no corpo d'água.

Materiais:

- 01 pacote de gelatina em pó incolor;
- aproximadamente 350mL de água, sendo 100mL água fria e o restante aquecida;
- 01 colher;
- 01 colher de sopa de açúcar;
- 1/5 de um tablete de caldo de carne;
- coador ou filtro de papel (*para filtrar caso a mistura ficar com muitos resíduos do caldo de carne*);
- frascos com tampa para acondicionar a gelatina (frascos de coleta de material biológico ou placas de Petri);
- 01 conta-gotas;
- recipientes para mistura (podem ser cacinhos de porcelana ou béqueres);
- 01 caneta marcadora permanente para identificar os frascos;
- água que se deseja cultivar.

Procedimentos:

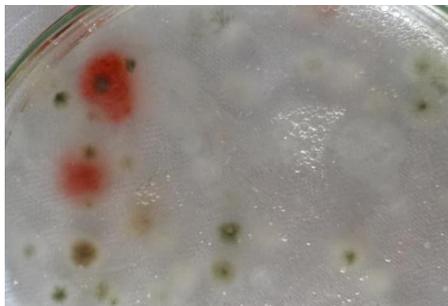
1. Preparar a gelatina com aproximadamente 100mL de água fria, hidratando por 2min.
2. Adicionar o restante da água, agora morna, e mexer com a colher diluindo-a completamente.
3. Em um recipiente separado, misture um pouco da gelatina preparada com o açúcar até formar uma solução homogênea.
4. Despeje a gelatina com açúcar em frascos com tampa ou placas de Petri identificando-os e tampando-os.
5. Lave o recipiente e a colher já usados com água da torneira.
6. Dilua o caldo de carne em água morna tentando deixar a menor quantidade de pedacinhos.
7. Em um recipiente, misture um pouco da gelatina preparada com 1/5 de um tablete de caldo de carne, procurando diluir completamente. Se isso não for possível, filtre ou passe a mistura pelo coador.
8. Despeje a gelatina com caldo de carne em frascos com tampa ou placas de Petri, identificando-os e tampe-os.
9. O restante da gelatina preparada deve ser despejada sem misturar a outras substâncias, em novos frascos com tampa ou placas de Petri, identificando-os e tampando-os. Assim você vai ter 3 tipos de meios de cultura: 1) gelatina + açúcar; 2) gelatina + caldo de carne; e 3) gelatina. Você pode distribuir as misturas em várias placas de Petri para fazer diversas culturas, conforme o número de alunos.
10. Deixe os frascos com as gelatinas em geladeira por aproximadamente 12h, para que o material fique firme.
11. Faça a cultura da água “contaminada” pingando algumas gotas dessa água, com o conta-gotas, dentro de cada frasco ou placa de Petri contendo gelatina.
12. Acondicione os frascos tampados em geladeira para que a gelatina não fique líquida.
13. Aguarde cerca de uma semana a dez dias, no mínimo, para começar a perceber os primeiros seres vivos se desenvolvendo.

PROFESSORA! *O ideal é deixar o meio de cultura de gelatina preparado no dia anterior à coleta de água, acondicionado em frasco fechado em geladeira. Isso evita que o material seja contaminado por fungos do ambiente onde foi preparado ou da pessoa que o preparou e assegura que a gelatina esteja na textura adequada no momento da cultura. No entanto, é provável que ocorram contaminações do meio de cultura e da amostra de água com fungos*

provenientes da atmosfera, das superfícies de materiais usados ou dos investigadores, o que deve ser relacionado nas explicações para os resultados obtidos, lembrando que os experimentos aqui recomendados não levam em consideração o uso de instrumentos esterilizados, estufas e capelas com ventilação justamente porque são propostas para a realidade dos laboratórios de ciências das escolas brasileiras. Mas se você tem condições de realizar as culturas com o suporte de materiais estéreis e demais aparelhos adequados, adapte a prática conforme seu contexto. É interessante fotografar dia a dia os resultados observados, para posterior comparação do crescimento. Não jogue fora a gelatina! Faça lâminas para observação no microscópio e o descarte final deve ser feito em lixo orgânico com cuidado para não contaminar alimentos, mãos e superfícies.



Esse registro foi feito na observação da cultura de água do arroio Itaquarinchim, no Colégio Estadual Pedro II realizadas em 2015.



Estas imagens foram feitas a partir da observação a olho nu da cultura de água do arroio Itaquarinchim, em gelatina incolor, feita no Colégio Estadual Pedro II em 2016.

7) Observando os seres vivos da água: fitoplâncton (algas e cianobactérias)

Objetivos: Verificar a presença de algas unicelulares na água coletada.

Materiais:

- lâminas de vidro para histologia;
- água coletada;
- caneta permanente;
- microscópios ópticos;
- frascos para armazenar água;
- conta-gotas.

PROFESSORA! *Pode-se coletar a água e deixar descansando por alguns dias embaixo de uma luz fluorescente para que as algas e cianobactérias façam fotossíntese se proliferem, facilitando a observação. A cianobactéria mais comum a ser observada é a Anabaena sp. com estrutura filamentosa. As espécies de algas que podem aparecer com maior frequência são as Euglenas sp. e Diatomáceas.*

Procedimentos:

1. Com o conta-gotas, coletar água do recipiente onde ela está armazenada.
2. Pegue com os dedos nas laterais da lâmina de vidro e pingue uma gota da água na lâmina de vidro.
3. Posicione a lâmina preparada no microscópio e ligue-o para visualização inicial no menor aumento, localizando as algas para observação.
4. Aumente o foco e observe as células.

PROFESSORA! *Algas podem ser encontradas em diversos locais nos corpos d'água. Por isso é importante que se colete amostras de água de lugares diferentes, identificando os frascos no momento da coleta. Em espumas verdes encontradas em charcos e lagos, pode haver Chlamydomonas; nas águas de riacho encontra-se Spirogyra; nos valos ou nas margens dos rios pode haver diatomáceas sobre a areia.*



Esta imagem foi registrada com câmera fotográfica de smartphone durante as observações de água em microscópio no Colégio Estadual Pedro II em 2016.

8) Observando os seres vivos da água: protozoários e rotíferos

Objetivos: Verificar a presença de protozoários na água. Para isso, de preferência a água coletada deve ser de um local sem fluxo, com matéria orgânica.

Materiais:

- lâminas de vidro para histologia;
- frascos para armazenar água;
- água coletada;
- microscópios ópticos;
- caneta com tinta permanente;
- conta-gotas.

PROFESSORA! *Pode-se coletar a água e deixar descansando por alguns dias embaixo de uma luz fluorescente para que as algas façam fotossíntese e proliferem, facilitando a observação. Os protozoários encontrados em água doce se alimentam dessas algas e aparecem em maior número quando há maior disponibilidade de alimento. As espécies de protozoários mais comuns que podem ser observadas são Euplotes, Didinium, ameba, paramécio. Os rotíferos podem surgir na amostra coletada.*

Procedimentos:

1. Com o conta-gotas, coletar água do recipiente onde ela está armazenada.
2. Pegue com os dedos nas laterais da lâmina de vidro e pingue uma gota da água na lâmina de vidro.
3. Posicione a lâmina preparada no microscópio e ligue-o para visualização inicial no menor aumento, localizando os protozoários para observação.
4. Aumente o foco e observe as células.

9) Observando os seres vivos da água: zooplâncton

Objetivos: Verificar a presença de animais microscópicos na água coletada. Para isso, de preferência a água coletada deve ser de um local sem fluxo, com materiais em decomposição ou bastante matéria orgânica.

Materiais:

- lâminas de vidro para histologia;
- frascos para armazenar água;
- água coletada;
- microscópios ópticos;
- caneta com tinta permanente;
- conta-gotas.

PROFESSORA! *Pode-se coletar a água e deixar descansando por alguns dias desde que haja matéria orgânica presente para que os organismos se proliferem, facilitando a observação. As espécies mais comuns de crustáceos em água doce são Daphnia sp. e Bosmina sp. (pulga d'água), Bosminopsis sp., Thermocyclops sp. Cyclops sp. (ciclope).*

Procedimentos:

1. Com o conta-gotas, coletar água coletada no corpo d'água.
2. Pegue com os dedos nas laterais da lâmina de vidro e pingue uma gota da água na lâmina.
3. Posicione a lâmina preparada no microscópio e ligue-o para visualização inicial no menor aumento, localizando os protozoários para observação. Aumente o foco e observe.



Estas imagens foram feitas a partir da visualização em microscópio de gotas de água coletada em corpos d'água pelos estudantes do Colégio Estadual Pedro II em 2016.

Daphnia sp.



Thermocyclops sp.

10) Observando em microscópio os microrganismos que cresceram na cultura em gelatina

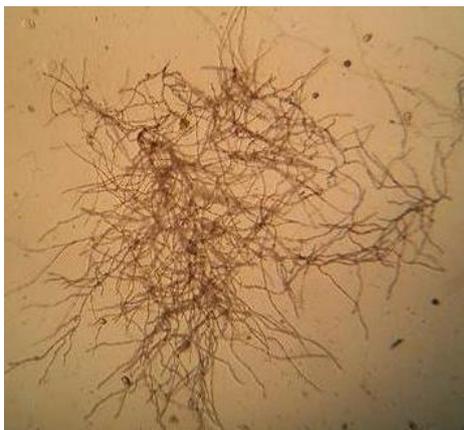
Objetivos: Produzir lâminas com os microrganismos que cresceram no meio de cultura de gelatina para observar em microscópio óptico.

Materiais:

- lâminas de vidro para histologia;
- cotonetes (hastes flexíveis com pontas de algodão);
- meios de cultura com os microrganismos já desenvolvidos;
- microscópios ópticos.

Procedimentos:

1. Abra o frasco onde a cultura dos microrganismos se desenvolveu, deixando a tampa ao lado do frasco.
2. Colete uma amostra do material com o cotonete podendo mergulhá-lo na gelatina ou apenas passá-lo pela cultura.
3. Tampe o frasco.
4. Pegue com os dedos nas laterais da lâmina de vidro e espalhe o material coletado com o cotonete no centro da lâmina. Cuide para não acumular muita quantidade de material. Quanto mais fina for a camada espalhada, melhor será a passagem de luz para visualização no microscópio.
5. Posicione a lâmina preparada no microscópio e ligue-o para visualização inicial no menor aumento, localizando os microrganismos para observação.
6. Aumente o foco e observe as células do microrganismo.



Essas imagens foram feitas através da visualização em microscópio, de cultura de fungos da água do arroio Itaquarinchim, por estudantes do Colégio Estadual Pedro II, em 2015.

Registros feitos pelos estudantes do Colégio Estadual Pedro II, com câmera fotográfica de smartphone acoplada ao microscópio, em 2016.



TAREFAS COMPLEMENTARES

- Aplicação de questionários investigativos.
- Antes de observar ao microscópio, elaborar hipóteses sobre o que será visto.
- Solicitar que desenhem o que foi observado ao microscópio.
- Realizar comparações com outras observações de seres vivos da água (provavelmente serão observadas hifas de fungos que se desenvolveram na gelatina, caso haja bactérias, comparar células procarióticas e células eucarióticas).
- Pesquisar as espécies que podem ter surgido conforme a aparência da cultura ou colônia, relacionando a presença das mesmas com a qualidade da água e do ar.
- Elaborar gráficos e tabelas com os dados obtidos na determinação do pH.
- Relacionar a presença de espécies nas saídas a campo com as estações do ano e clima.
- Produzir microscópios e lupas com materiais reutilizáveis.
- Confeccionar maquetes do terreno onde se localiza o corpo d'água baseando-se nas observações in loco e acesso ao *GoogleMaps* e *GoogleEarth*.
- Produzir modelos com massinha de modelar, argila, gesso ou biscuit.
- Confeccionar mapas do bairro onde a escola e o corpo d'água se situam.
- Elaborar panfletos para distribuição ou arte para exposição, com informações relacionadas à preservação ambiental e conscientização acerca de alguma temática (por exemplo dengue).
- Programar visitas de estudos a locais que podem contribuir com as aprendizagens, por exemplo: Estação de Tratamento de Água e Estação de Tratamento de Esgoto; laboratórios de águas e laboratórios de Química de Universidades; Secretaria Municipal do Meio Ambiente; aterro sanitário do município; Áreas de Preservação Permanente, Parques Florestais e outros locais e institutos que aceitam visita com fins educativos.



Registros feitos pelos estudantes do Colégio Estadual Pedro II, em 2016, durante visita de estudos à Estação de Tratamento de Água da CORSAN.



Registros feitos pelos estudantes do Colégio Estadual Pedro II, em 2016, durante visita de estudos à Estação de Tratamento de Esgoto da CORSAN.

SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO

Conteúdo: Ecologia e Seres Vivos

1) Levantamento de concepções espontâneas: questionar os conceitos

- pH, fatores que alteram o pH;
- desequilíbrios ambientais relacionados à água;
- condições para potabilidade da água;
- doenças veiculadas por água contaminada;
- microrganismos presentes na água;
- condições do ambiente observado quanto à poluição e intervenções humanas;
- fatores bióticos e abióticos do ambiente onde foram feitas as coletas de água.

2) Proposição de problemas de investigação

- casos investigativos relacionados à saída a campo;
- qual seria o pH das águas coletadas?
- existem microrganismos que se desenvolvem nas águas coletadas? quais seriam? seriam causadores de doenças? por quê há ou não há esse desenvolvimento?

**Pode-se problematizar alguma situação observada no cotidiano ou no contexto de vida dos estudantes, professores, da escola ou do município. Por exemplo a implantação de sistema de saneamento básico com rede de esgoto.*

3) Elaboração de hipóteses: respostas possíveis para os problemas definidos

- respostas prováveis quanto ao pH da água e à presença de microrganismos
- propor o que vai acontecer quando realizarmos a cultura da água

4) Testagem das hipóteses: experimentos

- verificação do pH de amostras de água;
- cultura de amostras de água em gelatina incolor enriquecida com nutrientes (caldo de carne, açúcar, sal...);
- observações em microscópio.

5) Análises dos resultados: observações e registros

- registrar os resultados da verificação de pH;

- após uma semana, observar o surgimento de fungos e bactérias nas culturas de água em gelatina;
- desenhar, caracterizar, descrever, comparar;
- produzir lâminas para visualização em microscópio.

6) Elaboração de argumentos: sistematização dos conhecimentos

- pesquisar sobre as variações de pH, se houver, os motivos dessa variação e as consequências para o ambiente, qualidade da água e seres vivos;
- pesquisar quais são aqueles seres vivos que surgiram nas culturas, por que surgiram, comparar o desenvolvimento nos diferentes meios de cultura dos outros grupos;
- classificar os seres vivos que apareceram;
- relacionar com as perguntas iniciais (problemas de investigação).

7) Comunicação das conclusões

- formular conclusões em grupos;
- postagem de dados no mapa e na planilha online no perfil *Google+*;
- divulgação das fotografias no perfil *Google+*;
- realização de conferência sobre temáticas relacionadas ao meio ambiente e poluição.

8) Avaliação

- durante as atividades, avaliar relatórios, exercícios, desenhos, registros, produção de gráficos, explicações, escritas, argumentos...
- avaliação teórica para verificação da aprendizagem de conceitos científicos exercitando a leitura e a escrita.

ATIVIDADES ENVOLVENDO TIC: OS RECURSOS DO *Google* COMO FERRAMENTAS DIDÁTICAS

*Primeiramente, é preciso criar uma conta no **GooglePlus (G+)** através do acesso ao Gmail, que será sua comunicação com a equipe de pesquisadores e demais participantes do projeto.*

Em seguida, acessando o Gmail, você terá acesso a diversas plataformas no painel de navegação do Google Apps. Os estudantes e as professoras da escola serão responsáveis pela alimentação e manutenção desse portal com os dados requisitados. Em caso de dúvida, solicite ao pesquisador responsável as informações para ativar o perfil da sua escola. Sugerimos que haja auxílio especial da professora de Língua Inglesa para interpretação dos aplicativos em inglês, afinal é uma excelente oportunidade para aprender palavras novas em língua estrangeira!

Acessando suas opções do Google

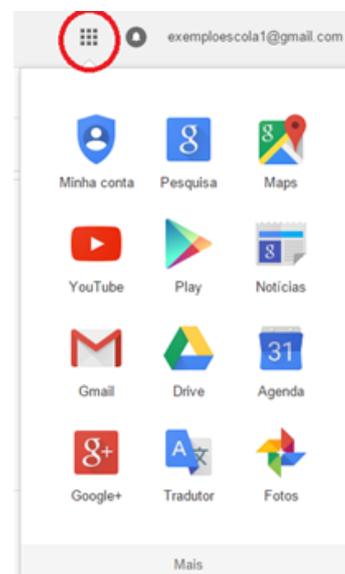
Após entrar na conta Gmail é possível acessar uma grande quantidade de recursos.

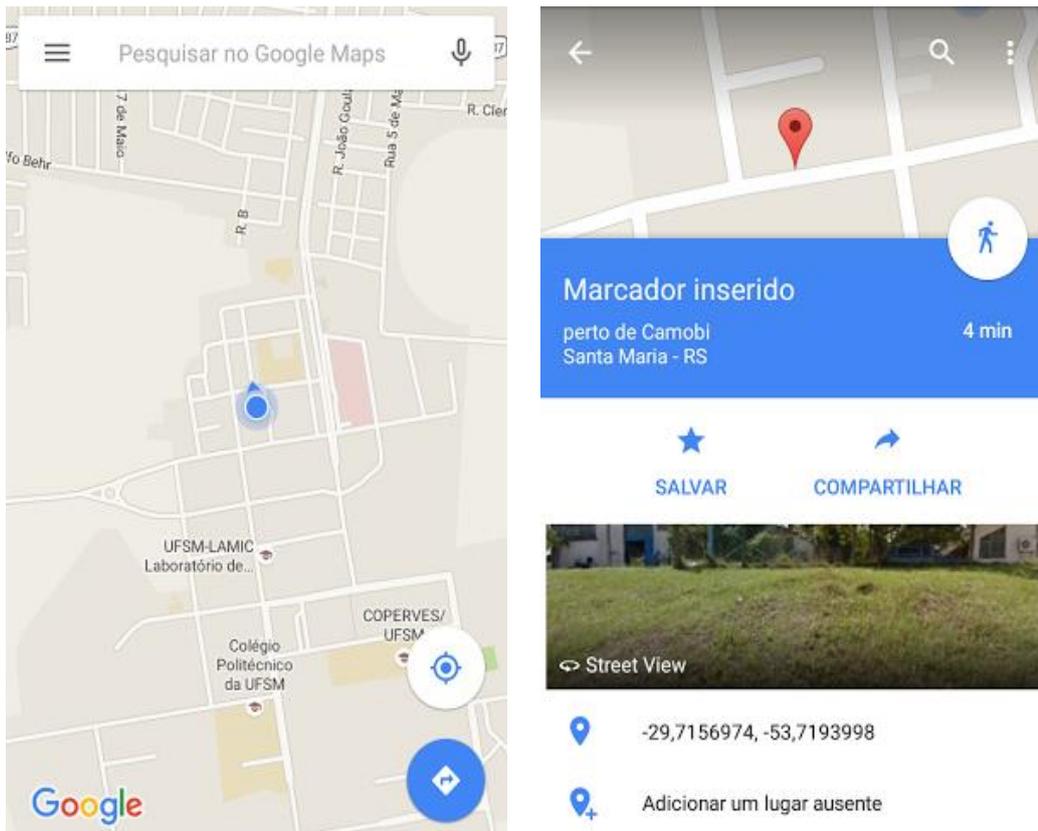
No canto superior direito irá aparecer esses quadrados que estão circulados em vermelho, aqui você pode acessar diferentes ferramentas.

1) Localizando a escola e o corpo d'água no *Google Maps*:

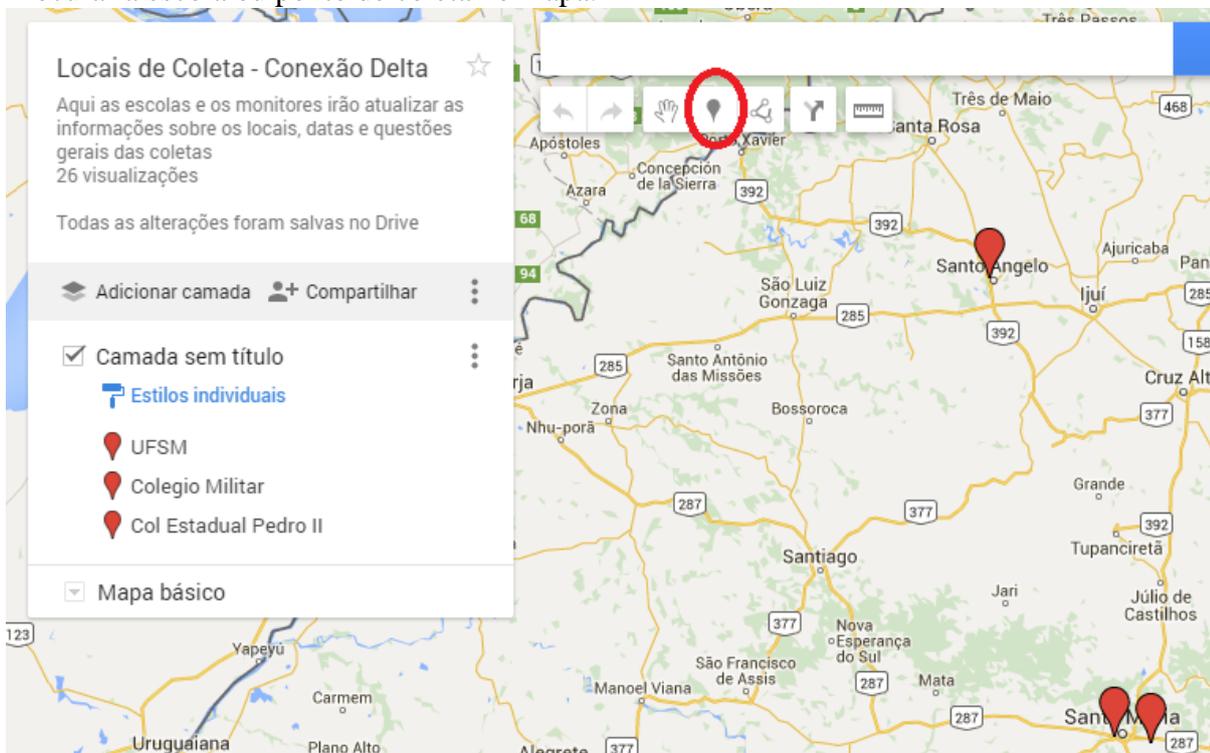
A marcação dos pontos pode ser feita de duas maneiras:

A) *Através de tablet celular:* Acessar o aplicativo do *Google Maps* com a conta do *Gmail* que dará acesso ao perfil *Google Plus (G+)*. Tocar no ponto da coleta e segurar. Aparecerá um ponto inserido. Ali você poderá editar, salvar ou compartilhar o ponto. Esse lugar ficará salvo nos seus mapas.

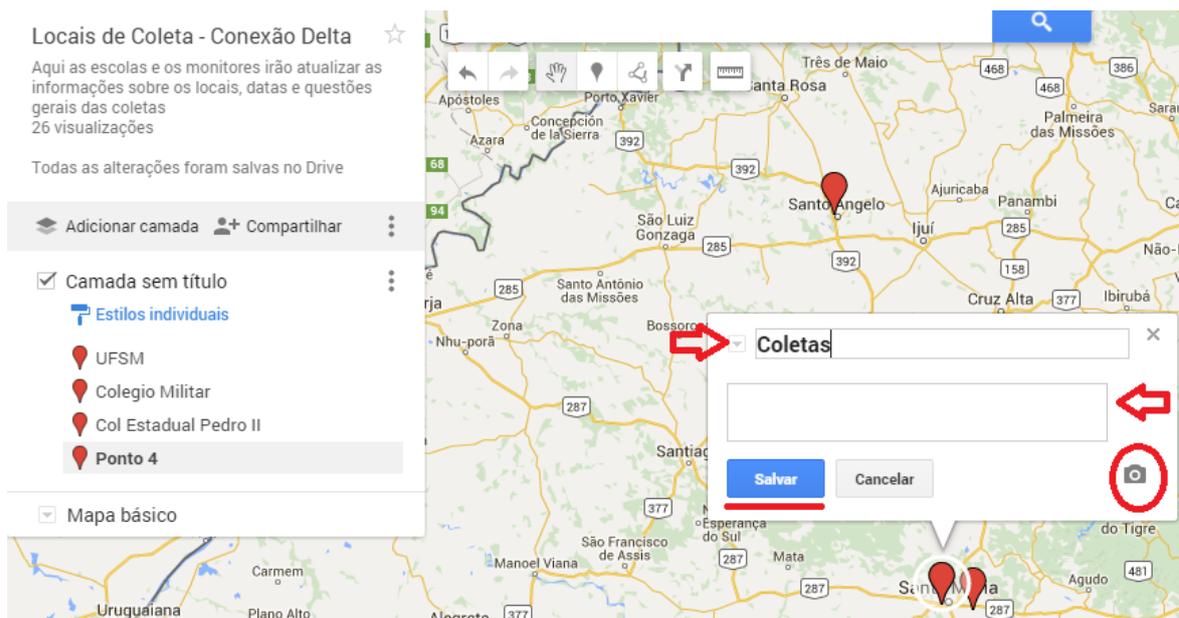




B) *Através do computador:* Acessar o *Google Maps* através da conta *Gmail* ou *Google Plus*. Procurar a escola ou ponto de coleta no mapa.



Nesse balão circulado, você pode adicionar novos pontos ao mapa.



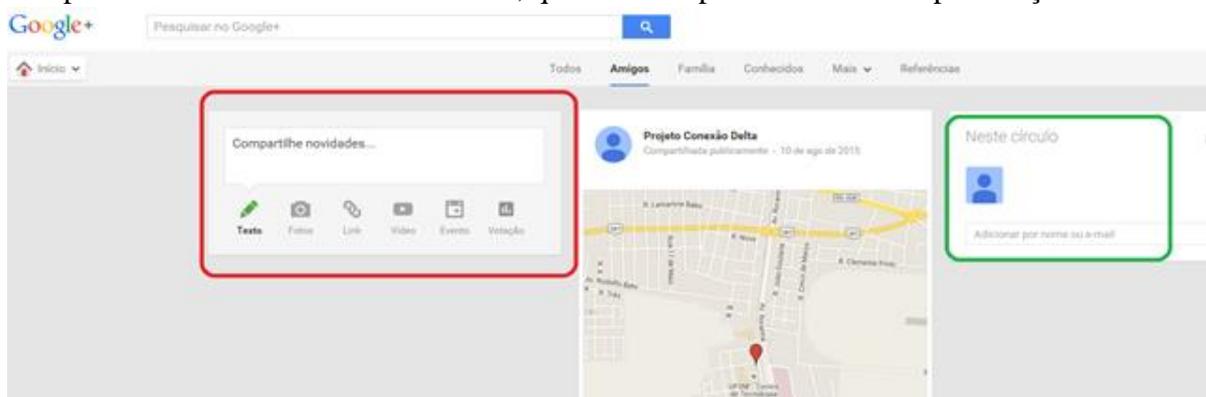
Então você poderá adicionar informações à esse ponto, nome, observações importantes, fotos, etc. Depois é só salvar e os arquivos podem ser editados quando necessário.

2) Utilizando as possibilidades do perfil *Google Plus (G+)*

Acesse o e-mail na conta *GMail* e veja suas opções na rede *Google Plus*.

O *Google+* é a rede social do Google. Nela poderemos compartilhar fotos, experiências, conversar e ver as atividades de todas as escolas.

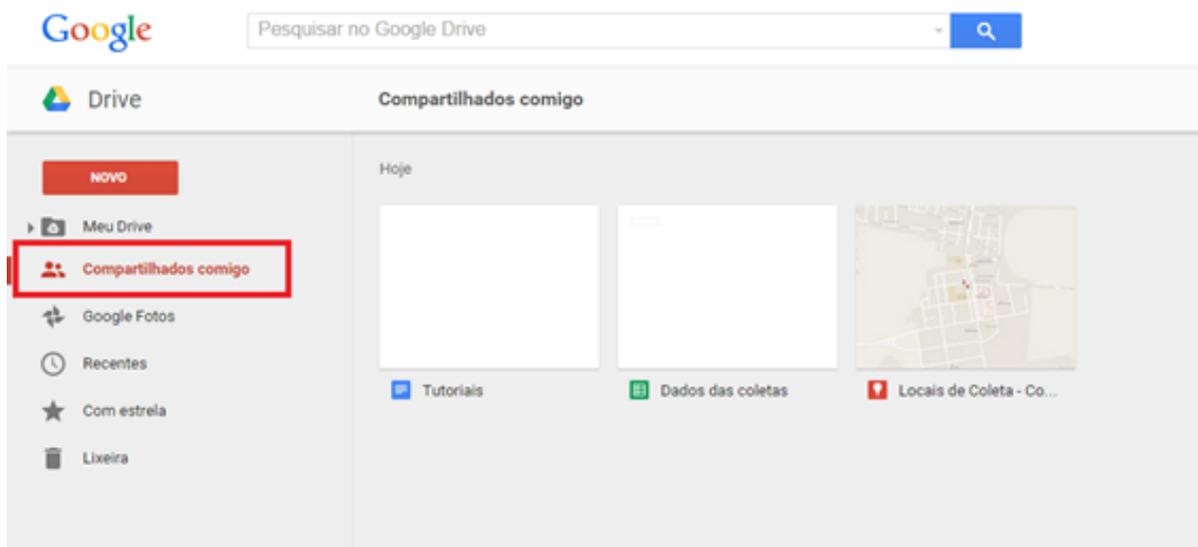
Em Vermelho: Onde você poderá colocar as informações, fotos e o que mais quiser compartilhar. **Em verde:** Seus contatos, que também poderão ver essas publicações.



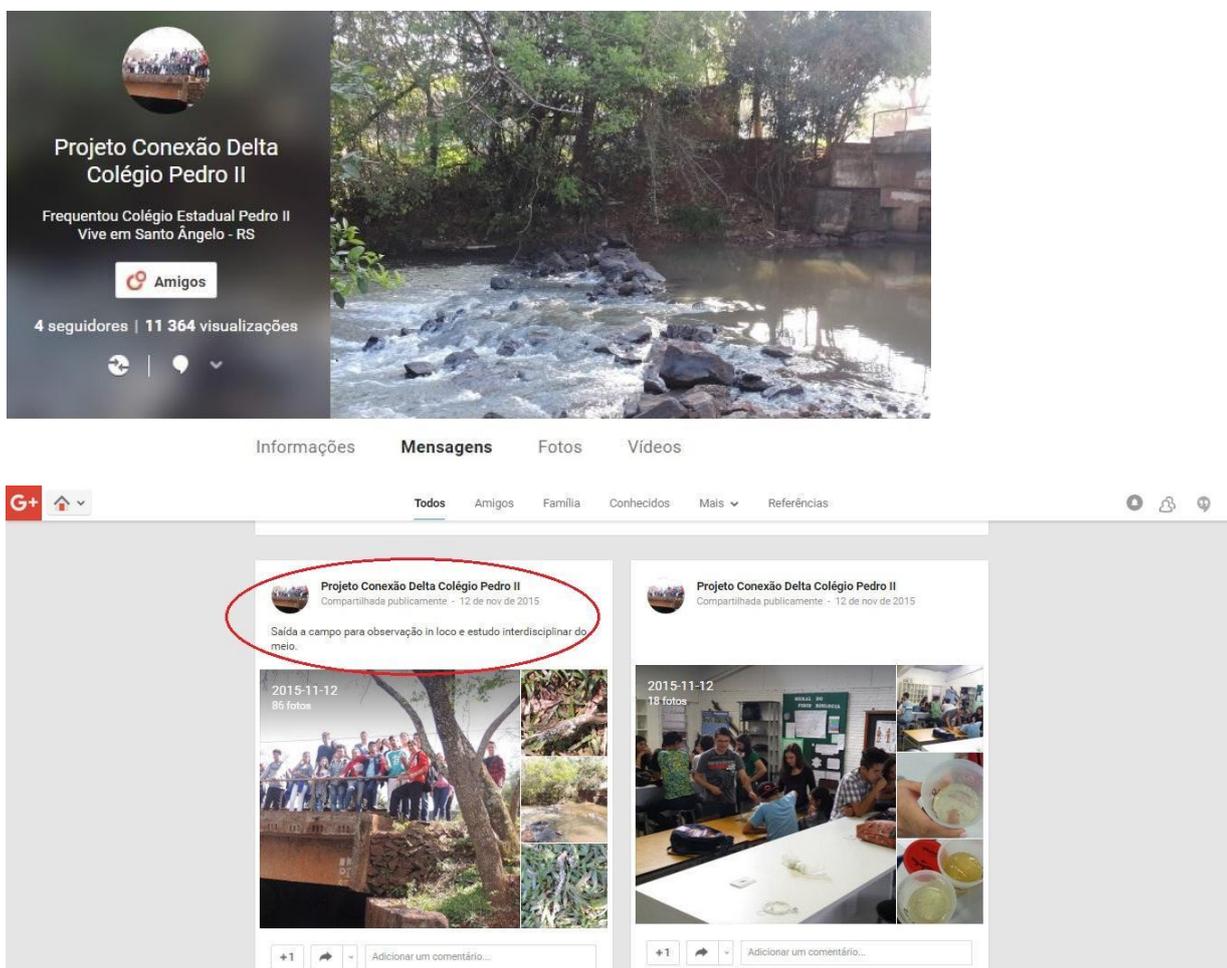
Em Vermelho - A escola participante do projeto pode publicar no *Google+* fotos de suas atividades em campo e permitir que outras escolas acessem o seu perfil.

Vocês podem compartilhar fotos dos resultados, materiais e metodologias utilizadas nas atividades.

2.1) Postando os dados: Acesse o perfil do *GooglePlus* com o e-mail Gmail. No *Google Drive* existem arquivos compartilhados. Uma tabela do Excel está disponível para preenchimento com os dados que você coletou durante as atividades práticas. Abra a tabela e adicione os dados que se pede. Ela será salva automaticamente enquanto você estiver *online*.



Assim ficou o perfil da turma 301 do Colégio Estadual Pedro II no Google Plus:



2.2) Dicas de aplicativos para tablet e smartphone:

A) Adobe Reader: Permite abrir arquivos em formato PDF para leitura.

B) Aplicativos Google: Gmail, Google Drive (para digitação e edição de documentos, planilhas e apresentações), **GooglePlus (G+)**, Google Maps, YouTube... Todos podem ser utilizados também em forma de aplicativos e geralmente já vem embutidos no sistema Android.

- C) Google Earth:** Permite visualização de mapas e também é possível abrir os mapas compartilhados no *Google Drive*.
- D) Secchi** (em inglês): Esse aplicativo explica como fazer e como funciona um Disco de Secchi, utilizado para medir a turbidez e o fitoplâncton da água.
- E) Urubu:** Aplicativo brasileiro, que permite cadastrar e enviar fotos de locais onde animais foram atropelados, criando assim, uma rede de dados que pode ajudar na prevenção desses casos através da colocação de malhas nas rodovias.
- F) WPS Office + PDF:** Permite abrir e criar documentos do Office, Word, Power Point, Excel e leitura de arquivos em PDF e compartilhamento na Nuvem (*online*).
- G) 3D gráficos:** Permite criar e compartilhar gráficos simples.
- H) Lupa:** Aplicativo para dar zoom na câmera fotográfica do aparelho.
- I) Led Flashlight:** Aplicativo para transformar o flash da câmera em lanterna.
- J) Scanbot:** Nesse aplicativo é possível tirar uma foto de algum documento ou texto e salvar no formato PDF. Ótimo para compartilhar textos na nuvem.
- L) Gravador de voz Avançado:** Permite gravar e salvar áudios, entrevistas, vocalizações de animais...
- M) Navmii:** Utiliza mapas de maneira *offline*, utilizando apenas o GPS. Bom para quando não se tem Internet e aplicativos como *Google Earth* e *Google Maps* não funcionam de maneira adequada.
- N) Evernote:** É um banco de anotações, onde é possível organizar agenda, lembretes, listas.
- O) Interactive Whiteboard:** Imita um quadro branco, onde é possível desenhar, pintar e escrever.
- P) Thinglink** (em inglês): Permite a criação de imagens interativas, adicionando vídeos, fotos, comentários, textos em imagens. É possível salvar e compartilhar as imagens.
- Q) Animoto** (em inglês): Aplicativo para criação de vídeos.
- R) Google Goggles:** Permite a pesquisa através de fotos. Você pode tirar uma foto ou utilizar alguma da galeria para pesquisar sobre a imagem ou relações com elas (livros, produtos, locais, imagens) e também é possível traduzir textos através de fotos instantaneamente.
- S) Pl@ntNet:** Para identificação automática de plantas a partir de fotos comparadas com as imagens de um banco de dados botânicos. Os resultados permitem encontrar o nome botânico de uma planta, se esta for suficientemente ilustrada na base de referência.
- T) Nearpod:** (em inglês) este aplicativo permite que o professor possa projetar uma apresentação para todos apenas procurando na biblioteca e o sistema dá um PIN para que se possa adicionar à sessão utilizando um computador/*tablet* com a aplicação instalada.
- U) Chemistry Lab:** (em inglês) este aplicativo é perfeito para qualquer pessoa interessada em química, pois transforma mecanismos de química orgânica reais em um jogo explicativo em termos simples, o qual permite que você faça o caminho de uma reação para o próximo de forma excepcionalmente divertida.
- V) Aves de Argentina:** (em espanhol) este aplicativo pode ser utilizado para identificar aves que ocorrem na região das cidades que fazem divisa com a Argentina, contendo fotografias, descrições e nomes científicos de muitas aves conhecidas no Rio Grande do Sul.

Equipe de colaboradores e desenvolvedores das metodologias dos experimentos de laboratório:

ORIENTADOR: Professor Doutor Luiz Caldeira Brant de Tolentino-Neto

MESTRANDA: Gracieli Dall Ostro Persich

BOLSISTAS: Bárbara Kuhn (2015)

Lucas Santiago dos Santos (2016)

DESENVOLVEDORES: Gracieli Dall Ostro Persich

Leonan Guerra

José Francisco Zavaglia Marques

Jaiane de Moraes Boton

Ana Paula Ardais

COLABORADORES: Rithiele Facco de Sá

Keiciane Canabarro Drehmer Marques

Micheli Amestoy

Aline Bona

Daniel Morin

Luthiane Miszak Valença de Oliveira

ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA E EDUCADORAS PARTICIPANTES DO PROJETO:

- COLÉGIO MILITAR DE SANTA MARIA: colaboradora professora Rosane do Nascimento

Rosa



<https://plus.google.com/u/0/101856826088661742551/posts>

- ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL MARGARIDA PARDELHAS: colaboradora professora Cristiane Raquel Sausen

- COLÉGIO ESTADUAL PEDRO II: professora Gracieli Dall Ostro Persich e colaboradora professora Luthiane Miszak Valença de Oliveira

ESTUDANTES DO COLÉGIO ESTADUAL PEDRO II PARTICIPANTES DO PROJETO-PILOTO EM 2015 (turma 301 do 3º ano do Ensino Médio Politécnico): Ágatha Nunes, Robson Walter, Matheus Meotti, Silvio, Ramão Martins, Graziela Martins, Natália Almeida, Edna, Régis Rodrigues, Gislaíne da Silva, Natiele Velasques, Nadiely Santos, Pâmela Liliane, Rafaela Ribeiro, Greicy Flores, Natanael Giordani, Augusto Vieira, Jéssica Beilfuss, Jéssica Bueno, Higor Dutra, Joyce Steinhorst, Emanuelle dos Santos, Laura Ribeiro, Tainara Nascimento, Rodrigo, Carlos Eduardo, Andrei, Joice.



<https://plus.google.com/u/0/101107597974239458470/posts>

ESTUDANTES DO COLÉGIO ESTADUAL PEDRO II PARTICIPANTES DO PROJETO EM 2016 (turma 302 do 3º ano do Ensino Médio Politécnico): Eduarda dos Santos, Luiz Braga, Liliane Telles, Juliane Telles, Nicole Valêncio, Dieysi Oliveira, Renata Kazienko, Lítiele Glitz, Rafaela Moraes, Samuel, Jennifer Camila, Felipe, Carlos Grisol, Murilo Besonin, Leonardo Nardes, Alexandro dos Santos, Russell, Ederson, Gabrielle.



<https://plus.google.com/u/0/105552478781169351193/posts>

Acesse o site do Projeto Conexão Delta:

<http://projetoconexaodelta.wixsite.com/conexaodelta>



Projeto Conexão Delta:

<https://plus.google.com/u/0/113642134844255641425/posts>

APÊNDICE B – CASOS INVESTIGATIVOS

COLÉGIO ESTADUAL PEDRO II

Componentes curriculares: Biologia, Geografia e História - Professoras: Gracieli e Luthiane

Projeto Interdisciplinar: Investigando o ambiente

O conhecimento não se encontra dividido. Para compreender os acontecimentos da vida diária utilizamos todos os nossos saberes sem distingui-los em partes. A interpretação da realidade só pode acontecer quando nós temos conhecimentos sobre os fatos, podendo aprender sobre a vida e sobre o que está ao nosso redor com nossos familiares, com a mídia, com os colegas, com leituras, com @s professor@s... A escola nos auxilia a organizar os conhecimentos e a buscar o caráter científico das informações para explicar o mundo. Agora é sua vez de utilizar seus conhecimentos para resolver problemáticas que envolvem o ambiente que estamos investigando. Pesquise, discuta, visite, faça registros, se envolva para solucionar os casos abaixo. Seja um verdadeiro detetive para investigar o ambiente estudado e compreender que os conhecimentos são poderosos instrumentos para a cidadania!

CASO 1) Moradores do entorno do arroio Itaquarinchim foram ao posto de saúde apresentando os seguintes sintomas: diarreia, dores de cabeça, cólicas intestinais, febre, enjoo, fraqueza e desidratação. No bairro existe casas com mínimas condições de saneamento básico, depositando os resíduos do banheiro direto no arroio devido à falta de sistema encanado de esgoto. Há um morador que planta hortaliças e verduras em uma horta irrigada pela água do arroio, vendendo esses vegetais para os vizinhos consumirem. O microrganismo causador dos sintomas apresentados vive no interior do intestino humano em uma relação harmônica chamada comensalismo. Mas em determinadas condições, acaba por ser patogênico aos seres humanos. Resolva o caso:

- A) Que enfermidade acometeu os cidadãos?
- B) Que microrganismo pode ter sido o causador (nome científico, características)?
- C) Como as pessoas foram contaminadas?
- D) Como prevenir que as pessoas se contaminem com esse microrganismo ficando doentes?
- E) Que fatores podem ser as causas da falta de saneamento básico e da existência de moradias precárias?
- F) Esta realidade pode ser reconhecida em diversas partes de nosso país. Em que momento histórico se configurou o atual modelo de formação urbana em nosso país?

CASO 2) No bairro Maria Ritter, em uma rua sem calçamento situada a 15 metros do arroio Itaquirinchim, no mês de julho, moradores fizeram ligações para a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA, antigo DEMAM) relatando a presença de cobras jararacas, escorpiões-amarelos, aranhas-de-jardim e uma grande quantidade de roedores de pequeno porte em suas residências. Na mesma data, o SAMU foi chamado para atender uma criança que apresentava inchaço no tornozelo, vermelhidão e arroxamento, muitas dores na perna e sangramento, não podendo caminhar. Dez dias depois, uma mulher e dois homens moradores do bairro foram internados no Hospital Santo Inácio queixando-se de febre alta de uma hora para outra, dores musculares muito intensas, cansaço, tosse, olhos avermelhados. Resolva o caso:

- A) O que pode ter causado a migração dos animais citados para as residências das pessoas?
- B) Qual o diagnóstico possível para a mulher e os homens internados no HSA? Explique o contágio, o agente causador, o agente transmissor.
- C) Como evitar a transmissão dessa doença e a presença desses animais?
- D) O que pode ter acontecido com a criança? Justifique caracterizando o ser vivo que provocou os sintomas.
- E) Classifique os seguintes animais e dê as características gerais do grupo taxonômico ao qual pertencem: cobras jararacas; escorpiões-amarelos e aranhas-de-jardim; roedores.

CASO 3) Em alguns trechos do arroio Itaquirinchim as margens são estreitas e de altura aproximada de 1 metro acima do rio, havendo muitas casas construídas sem respeitar o limite de 30 metros exigidos pelo Código Florestal Brasileiro. Próxima à ponte no bairro São Carlos há a substituição dos “barrancos” de solo natural por margens pavimentadas de concreto. Resolva o caso:

- A) Por que foram construídas essas intervenções de concreto nas margens?
- B) Nas últimas chuvas volumosas no mês de julho, uma casa desmoronou. Por quê?
- C) A construção de moradias precárias, desrespeitando os limites determinados pelo Código Florestal Brasileiro é consequência do processo de formação urbana que gera desigualdade social. Aponte as raízes históricas da pobreza em nosso país.
- D) Existem teorias de crescimento populacional que buscaram explicar a existência da pobreza e das desigualdades. Aponte essas teorias, apresentando os fatores que levam a desigualdade social continuar sendo reproduzida em nosso país.

E) As condições econômicas de formação dos países fazem com que hoje existam países desenvolvidos, países emergentes e países que vivem abaixo da linha da pobreza. Pesquise como são tratadas as questões ambientais nessas três escalas de países.

CASO 4) No dia 15 de setembro de 2015 soldados do exército de Santo Ingo fizeram uma limpeza no arroio Itaquarinchim, no Bairro Maria Ritter. Segundo relato destes e da observação da turma 301 que visitava o local, na ocasião foi retirada uma grande quantidade de lixo. No entanto, algumas partes do arroio ainda continuam com muitos resíduos sólidos acumulados pela dificuldade de acesso dos soldados para retirar o lixo, sendo que novas ações de limpeza serão necessárias. Sabe-se também que a contaminação do arroio é contínua, existindo um galpão construído há anos com barro, palha e madeira por um morador do bairro, utilizado para depósito de materiais de construção e descarte de pneus. Na localidade foram avistados mamíferos marsupiais caracterizados por apresentarem o ventre branco e as pontas dos pavilhões auriculares da mesma coloração.

A) Qual é o mamífero descrito? Por que ele está neste local? Defina o nome científico e os hábitos da espécie.

B) O dono do galpão tem feito exames cardíacos nos últimos dias, devido a desmaios que tem sofrido e muitas dores no peito. A equipe de saúde interessada no caso suspeita que o homem tenha contraído uma doença transmitida por um inseto.

- Que doença é essa?

- Qual é o inseto transmissor ou vetor? Descreva-o.

- Qual o agente causador? Dê suas características gerais.

- Que medidas a população local pode tomar para que não ocorram mais casos dessa doença?

C) A degradação de recursos hídricos relatada acima acontece em diferentes escalas em diversos lugares do Brasil e do mundo. Cite os principais fatores que causam a degradação das águas:

D) A preocupação com a degradação dos recursos hídricos através diversos fatores abordados na questão acima, deixou de ser restrita a um único país, pois suas consequências ultrapassam fronteiras nacionais. A partir desta constatação a partir da década de 1960 e 1970 surgiram vários movimentos ambientalistas pensando em mudanças e no “despertar” de uma consciência ambiental. Que movimentos foram esses? Como poderíamos caracterizar o termo “consciência ambiental”?

CASO 5) Em certa altura do arroio Itaquarinchim onde a correnteza tem menor velocidade e maior profundidade, biólogos observaram a ocorrência de uma coloração esverdeada por cima da água, ficando com aspecto turvo. Não foram vistas vegetações aquáticas. Havia peixes lambaris mortos e poucas espécies vivendo nas profundezas.

A) Por que a água ficou esverdeada e turva? Diga o nome desse efeito e como ele é causado.

B) Dê o nome e as características dos seres vivos que causaram esse efeito.

C) Por que não há vegetação aquática?

D) Por que os peixes que vivem na superfície morreram e aqueles nas águas mais profundas sobreviveram?

E) Como fica a quantidade de oxigênio dissolvida na água?

CASO 6) Sabemos que nossa cidade tem registros de índices moderados de poluição atmosférica. Não é preciso ser pesquisador para perceber: alergias respiratórias, ardência nos olhos, coceiras na pele, odores de fumaça, muitos automóveis circulando, desmatamento, queimadas, indústrias... indicam que liberamos para a atmosfera de Santo Inácio muitos gases e partículas poluentes. Nas árvores ao redor do arroio Itaquarinchim foram encontrados os seres vivos destacados nas fotografias abaixo.



Figura 1. Seres vivos se desenvolvendo em caules arbóreos em área próxima ao arroio Itaquarinchim.
Fonte: Gracieli D.



Figura 2. Seres vivos em caules arbóreos sombreados próximo ao arroio Itaquarinchim.
Fonte: Gracieli D.

RESPONDA:

A) A imagem 1 apresenta quais seres vivos em destaque? Eles são resultado de uma associação simbiótica entre duas espécies de organismos pertencentes a reinos diferentes. Explique como ocorre essa associação e quais organismos são esses.

B) Há intensa circulação de veículos no local. Isso interfere no desenvolvimento de organismos desse grupo de coloração avermelhada e outras espécies? Como se explica esse fato?

C) Identifique dois fenômenos históricos que surgiram um em decorrência do outro, os quais podem estar associados com o aumento exponencial do nível de poluentes na atmosfera terrestre.

D) Um homem que vive perto do local passou a retirar esses seres dos caules das árvores e das rochas, afirmando que elas são uma doença para os vegetais. Uma doença chamada “ferrugem” acometeu o caule dessa árvore após a remoção da casca. Por que isso aconteceu?

E) A fotografia 2 foi tirada na cena de um crime. Ocorreu um sequestro relâmpago onde um homem que estava indo à Universidade teve os olhos vendados e foi levado até o local da cena do crime. Depois de o assaltante ter roubado sua mochila com documentos e dinheiro, largou o homem longe dali. Entretanto, a vítima conseguiu tirar a fotografia com seu celular que não foi roubado por estar com a tela quebrada e ser de um modelo antigo. Ao ser liberada, a vítima procurou a polícia com a fotografia para identificar o local do assalto e procurar por seus pertences. Sabendo qual ser vivo do reino vegetal aparece na fotografia 2, tente identificar o possível local onde ocorreu o assalto, descrevendo os fatores abióticos desse ambiente que são indispensáveis para o desenvolvimento desses seres.

F) Uma das consequências da poluição atmosférica é um fenômeno que impede a dispersão dos poluentes atmosféricos. Que fenômeno é esse e como ele acontece?

G) Uma área de mata perto do arroio foi desmatada e queimada para plantação de cana-de-açúcar. Meses depois, observou-se o surgimento dos organismos da fotografia 1. O que isso indica?

CASO 7) Sabemos que nossa cidade tem registros de índices moderados de poluição atmosférica. Não é preciso ser pesquisador para perceber: alergias respiratórias, ardência nos olhos, coceiras na pele, odores de fumaça, muitos automóveis circulando, desmatamento, queimadas, indústrias... indicam que liberamos para a atmosfera de Santo Ângelo muitos gases e partículas poluentes. Nas árvores ao redor do arroio Itaquarinchim onde visitamos foram encontrados seres vivos destacados nas fotografias.



Figura 3. Seres vivos se desenvolvendo em caules arbóreos em área próxima ao arroio Itaquarinchim. Fonte: Gracieli D. Persich.

RESPONDA:

- A) Que seres vivos estão apontados com as flechas?
- B) Eles são resultado da associação simbiótica chamada mutualismo entre dois tipos de organismos. Explique como ocorre essa associação e quais organismos são esses.
- C) Por que não verificamos nesse local a presença de organismos desse grupo de coloração avermelhada? Relacione essa ocorrência com a qualidade do ar atmosférico na área.
- D) É correto retirarmos esses seres dos caules das árvores e das rochas, pensando que eles prejudicam essas estruturas através da decomposição?
- E) Os seres vivos apontados com círculos são eucariontes, multicelulares, autótrofos, fazem transporte de água e nutrientes por difusão porque não apresentam vasos condutores. Que organismos são esses? Por que ocorrem em locais onde há umidade?