

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
CAMPUS DE RIO CLARO**

DILSON HENRIQUE RAMOS EVANGELISTA

**EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA NA FORMAÇÃO DO
ENGENHEIRO AMBIENTAL**

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki

Rio Claro, 2015

DILSON HENRIQUE RAMOS EVANGELISTA

**EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO
AMBIENTAL**

Projeto de tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação/Doutorado em Educação Matemática da UNESP - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Área de Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos, sob a orientação da Prof.^a Dra. Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki

Comissão Examinadora

Dr. Lori Viali

Dra. Roziane Sobreira dos Santos

Dra. Denise Helena Lombardo Ferreira

Dr. Antônio Carlos Simões Pião

RIO CLARO
2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tantas oportunidades. Sem Ele jamais poderia ter alcançado esta realização.

À minha família pelos valores que me transmitiram e que delineiam meus horizontes. À minha esposa Cristiane, dádiva de Deus na minha vida, pelo incentivo e apoio incondicionais. Ao meu filho Henrique, minha jóia preciosa. O seu sorriso, abraço e orações me deram forças para vencer todos os desafios.

Aos meus pais pela educação, princípios e valores que até hoje forjam o meu caminhar.

À minha orientadora Professora Doutora Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki, pelas diversas lições, acolhimento e incentivo fundamentais na construção da minha trajetória de educador.

Aos alunos e professores do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia, campus de Ji-Paraná, por aceitarem participar dos projetos de modelagem estatística. Eles enriqueceram e substanciaram o desenvolvimento da minha pesquisa.

Aos professores Dr. Lori Viali, Dra. Roziane Sobreira dos Santos, Dra. Denise Helena Lombardo Ferreira e Dr. Antônio Carlos Simões Pião pelas valiosas sugestões e contribuições apresentadas no Exame de Qualificação e Defesa desta tese.

Às Universidades UNESP/ Rio Claro – SP e UNIR/ Ji-Paraná – RO por contribuírem com minha formação de educador ao promoverem o curso de Doutorado em Educação Matemática.

À CAPES, pelo apoio financeiro à realização do Programa de Doutorado Interinstitucional UNESP/ UNIR.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Educação Matemática pela competência, dedicação e compromisso e ao Grupo de Pesquisa GEE que enriqueceu minha visão sobre o ensino e aprendizagem da Estatística.

RESUMO

A pesquisa exploratória teve como objetivo discutir e analisar o impacto do trabalho com projetos de modelagem estatística no processo de ensino e aprendizagem da Estatística no curso de Engenharia Ambiental, considerando a perspectiva sócio-crítica da educação. A Educação Estatística Crítica valoriza o papel que a Educação Estatística tem no desenvolvimento da capacidade democrática dos cidadãos. A proposta metodológica baseia-se em uma investigação de abordagem qualitativa, a partir da realização da pesquisa de campo, com os dados levantados em duas turmas participantes da disciplina de Estatística II da Universidade Federal de Rondônia. Através dessa pesquisa, observou-se a importância de proporcionar condições para que os alunos realizem projetos colaborativos para desenvolverem-se de forma autônoma, a fim de construir o próprio conhecimento, a partir da ousadia da busca, da pesquisa, transformando, assim, o exercício de pensar em construir. Concluiu-se que esse ambiente favoreceu a aprendizagem significativa crítica, promoveu o trabalho colaborativo, a interdisciplinaridade e contribuiu para a formação ambiental sócio-crítica dos estudantes, transformando-os para exercer a cidadania crítica. Os alunos desenvolveram uma postura investigativa, reflexiva e crítica ao trabalharem com situações reais do seu interesse por meio de projetos de modelagem.

Palavras-chave: Educação Estatística Crítica. Engenharia Ambiental. Projetos de Modelagem Estatística. Trabalho colaborativo.

ABSTRACT

Exploratory research aimed to discuss and analyze the impact of work with statistical modeling projects in the teaching and learning of statistics in course of Environmental Engineering, considering the socio-critical perspective of education. The Education Statistics Critical values the role that education statistics on the development of democratic capacity of citizens. The methodology is based on a qualitative research approach, from the day of field research, with the data collected in two participating classes for Statistic II discipline of the Federal University of Rondônia. Through this research, we observed the importance of providing conditions for students to perform collaborative projects to develop themselves autonomously in order to build knowledge itself, from the boldness of search, research, and transforming thus the exercise of thinking about building. It was concluded that this environment favored the significant critical learning, promoted collaborative work, interdisciplinarity, and contributed to the socio-critical environmental education of students turning them to exercise critical citizenship. The students developed an investigative, reflective and critical attitude when working with real situations of interest by modeling projects.

Keywords: Education Statistical Critical. Environmental Engineering. Statistical modeling projects. Collaborative work.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Casos	93
Tabela 2 Ambientes de aprendizagem	108
Tabela 3: Valores de Q_7	138
Tabela 4: Frequência de ocorrência de vazões	139
Tabela 5: Relação de dados das estações fluviométricas (ANA)	141
Tabela 6: Estatísticas amostrais e Vazões ecológicas ($Q_7,10$)	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Local de estudo do grupo 1	129
Figura 2: Rua João Goulart	129
Figura 3: Recipiente coletor de água pluviométrica, feito artesanalmente	130
Figura 4: Pluviômetro instalado	130
Figura 5: Estacas demarcadas, objeto metodológico para fixação e medição da erosão	131
Figura 6: Estaca 1	131
Figura 7: Estaca 2	131
Figura 8: Estaca 3	131
Figura 9: Vazão do Rio Jamari	135
Figura 10: Local a partir do software ArcGIS	137
Figura 11: Escolha da distribuição	138
Figura 12: Estações meteorológicas	140
Figura 13: Vazões observadas e estimadas das estações da Bacia do Rio Machado: (a) Sub 2, (b) Sub 3, (c) Sub 6, (d) Sub 7, (e) Sub 9, (f) Sub 10, (g) Sub 11 e (h) Sub 13.	142
Figura 14: Densidade Gumbel	146

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas.

ANPEd - Associação Nacional de Pós-Graduação em Educação.

ABENGE – Associação Brasileira de Educação de Engenharia.

ANPPAS - Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação Ambiente e Sociedade.

APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

CES - Câmara de Educação Superior.

CNE - Conselho Nacional de Educação.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

EA - Educação Ambiental

EEC - Educação Estatística Crítica.

EMC - Educação Matemática Crítica.

EPEA - Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental.

GTIEA - Grupo de Trabalho Intersetorial de Educação Ambiental.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira.

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

MEC - Ministério da Educação.

MMA - Ministério do Meio Ambiente.

MOVA – Movimento de Alfabetização de Jovens e Adultos.

PET - Politereftalato de etileno.

ProNEA - Programa Nacional de Educação Ambiental.

RUPEA - Rede Universitária de Programas de Pós-Graduação em Educação Ambiental.

Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

SIRGAS - Sistema de coordenadas geográficas.

Teste KS - Teste de Kolmogorov-Smirnov.

TR - Tempo de Retorno.

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto.

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos.

USP – Universidade de São Paulo.

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

UFT - Universidade Federal do Tocantins.

ULBRA - Universidade Luterana do Brasil.

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas.

UNICENTRO - Universidade Estadual do Centro-Oeste.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	19
2.1 FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA	31
2.2 FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO AMBIENTAL	39
3 ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA	48
3.1 FORMAÇÃO ESTATÍSTICA PARA O ENGENHEIRO.....	58
4 TRABALHO COM PROJETOS	65
5 TRABALHO COLABORATIVO	80
6 MODELAGEM	86
6.1 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	86
6.2 MODELAGEM ESTATÍSTICA	89
7 EDUCAÇÃO CRÍTICA	100
7.1 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA.....	100
7.1.1 Educação para cidadania	101
7.1.2 Do paradigma do exercício ao cenário de investigação.....	107
7.2 EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA.....	109
8 INVESTIGAÇÃO UTILIZANDO PROJETOS DE MODELAGEM ESTATÍSTICA E EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA	115
8.1 METODOLOGIA	115
8.2 ENGENHARIA AMBIENTAL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA.....	118
8.3 A PROPOSTA DA DISCIPLINA A PARTIR DO TRABALHO COM PROJETOS DE MODELAGEM.....	123
9 ANÁLISE DOS RESULTADOS	128
9.1 APRESENTAÇÃO DE PROJETOS	128
9.1.1 Erosão pluvial.....	128
9.1.2 Trabalho estimativa de vazão ecológica.....	133

9.2 CONHECIMENTOS ESTATÍSTICOS UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS.....	144
9.2.1 Procedimentos de cálculo das vazões	144
9.2.2 Teste de Kolmogorov-Smirnov	148
9.2.3 Teste do Qui-Quadrado (χ^2).....	149
9.3 UM OLHAR SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES.....	151
9.3.1 Postura dos alunos	151
9.3.2 Ambientes de aprendizagem	158
9.3.3 Trabalho colaborativo	163
9.3.4 Transformação da disciplina.....	169
9.3.5 Conhecimentos voltados à formação profissional e cidadã	174
9.3.6 Pensamento reflexivo	181
9. 4 FUTURAS PESQUISAS.....	186
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	189
REFERÊNCIAS	195

1 INTRODUÇÃO

A formação do Engenheiro Ambiental deve estimular a sua atuação crítica e criativa na resolução de problemas que envolvam aspectos sociais, políticos, econômicos, ambientais e culturais para atender às atuais demandas da sociedade. Essa formação, por conter uma visão ética e humanista necessita ser generalista, humanista, crítica e reflexiva, de modo que o capacite a absorver e utilizar novas tecnologias (BRASIL, 2002).

Apesar disso, Viali (2008, p. 5) afirma que o estudante “[...] é exposto a um ensino com uma abordagem essencialmente algorítmica totalmente desvinculada do seu contexto e com exemplos bem distantes de sua área de interesse e com pouca ou nenhuma relação com o que futuramente terá que realizar.”

O aluno que recebe este tipo de formação está sendo formatado pela sociedade, para que opere de modo prescritivo ajudando a garantir o funcionamento da ordem social, sendo treinado para aceitar a ordem imposta. A formação adequada é bem mais ampla e envolve preparação para a cidadania e participação na vida social e política. Portanto, não pode ser discutida apenas em termos de preparação para a educação futura ou para o mercado de trabalho (SKOVSMOSE, 2000b).

O conhecimento de Estatística desejável para o engenheiro ambiental vai além de dominar um conteúdo programático, envolve reconhecer a aplicação sociopolítica deste conhecimento. Para que isso ocorra, a Estatística pode ser trabalhada de maneira a aproximar o estudante de sua realidade, ao tratar temas polêmicos, mais próximos da vida dos alunos, relacionados com a comunidade, com o seu convívio social ou com seu trabalho (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011).

A partir de envolvimento em problemas de sua realidade, a educação estatística pode promover participação crítica dos estudantes na sociedade, discutindo sobre questões ambientais, políticas, econômicas, sociais em que a Estatística é utilizada.

Neste sentido, a educação estatística e a democracia estão interligadas, pois através da educação, os alunos encontram meios de se emancipar, e juntamente com seus pares, colaborar para uma sociedade mais justa e democrática. Assim, a

Educação Estatística pode contribuir para o exercício da cidadania, da democracia e para a emancipação dos educandos.

A aprendizagem para a autonomia é um desafio discutido pela Educação Matemática Crítica - EMC, que se preocupa em garantir não apenas uma educação para a cidadania, mas para a cidadania crítica (SKOVSMOSE, 2007). A Educação Estatística Crítica, como entendida pelo Grupo de Pesquisa em Educação Estatística – GPEE é um conceito inspirado na Educação Matemática Crítica aliado ao desejo de promover uma educação que valorize o caráter sócio-crítico da Estatística. Utiliza-se, portanto da Educação Matemática Crítica conforme a perspectiva de Skovsmose, direcionada à Educação Estatística.

A Educação Matemática Crítica concentra um conjunto de princípios e orientações, as quais preconizam a valorização da democracia, das manifestações dos indivíduos, da sua cultura, da construção do conhecimento a partir da realidade, apontando para o desenvolvimento de práticas pedagógicas onde a ação educativa pode explorar o contexto ambiental, social, econômico, político e ideológico.

Toda esta ampla teoria é tratada e defendida nos trabalhos desenvolvidos pelo GPEE, com foco na Educação Estatística, como observado diretamente nas pesquisas de Sampaio (2010) intitulada “Educação Estatística Crítica: uma possibilidade?”, Campos (2007) em sua tese “A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da Estatística em cursos de graduação”, na tese de Bôas (2011), em andamento, “Contextos de violência contra mulheres: entre o dito (narrativas nas rodas) e o feito - Educação Estatística Crítica” e Campos, Wodewotzki, Jacobini (2011) em “Educação Estatística teoria e prática em ambientes de modelagem matemática”. Ainda, o GPEE pesquisa a Educação Matemática Crítica como explicitado no trabalho de Miranda “A inserção da Educação Matemática Crítica na escola pública: aberturas, tensões e potencialidades”, Campos et al. (2011) “Educação Estatística no Contexto da Educação Matemática Crítica”, e Jacobini e Wodewotzki (2006) em “Uma Reflexão sobre a Modelagem Matemática no Contexto da Educação Matemática Crítica”.

Estes e outros trabalhos do GPEE discutem e refletem sobre a teoria e a prática da Educação Estatística e suas articulações com a Modelagem Matemática e com a Educação Crítica estando pautados nas possibilidades de integração e conjugação de objetivos entre essas abordagens pedagógicas (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011).

Considera também que ensinar Estatística exige respeito aos saberes dos educandos, permitindo estabelecer uma intimidade entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos (FREIRE, 2007).

Valorizam-se seus saberes e experiência, considerando que a educação matemática varia “[...] de acordo com a geografia e a história dos indivíduos e dos vários grupos culturais a que eles pertencem – famílias, tribos, sociedades, civilizações” (D’AMBRÓSIO, 2008, p. 8).

Esta pesquisa considera os diferentes saberes e experiências dos alunos e está ligada a busca (= quest), a research (search= procura), a ideia de mergulhar para obter explicações, a investigar os porquês e os como pode ocorrer o *empowering*¹ dos alunos, com foco em uma prática de projetos de modelagem estatística em uma perspectiva sócio-crítica para a formação do Engenheiro Ambiental.

Fiorentini e Lorenzato (2006) afirmam que os dois tipos básicos de perguntas possíveis para pesquisa em Educação Matemática são aquelas que surgem diretamente da prática de ensino, ou seja, da reflexão do educador sobre sua própria prática ou sobre a prática dos outros e aquelas que são geradas a partir da literatura, investigações ou estudos precedentes.

A trajetória de vida do pesquisador está interligada a esta pesquisa, que ao longo deste trabalho teve oportunidades para construir saberes, assimilar novos conhecimentos e competências e desenvolver novas práticas e estratégias de ação através de suas próprias experiências, tanto pessoais quanto profissionais (TARDIF, 2003).

Foi decisiva neste processo, a cultura pessoal, que provém de sua história de vida, a sua cultura escolar anterior; certos conhecimentos disciplinares adquiridos na universidade, assim como alguns conhecimentos didáticos e pedagógicos oriundos de sua formação profissional; seu próprio saber ligado à experiência de trabalho, a experiência de certos profissionais que o influenciaram e em tradições peculiares ao ofício de professor (TARDIF, 2000).

O educador, enquanto estatístico e matemático, observou que suas experiências docentes o levaram a refletir sobre diversos aspectos referentes ao

¹ Empowering é a conquista do poder em domínios específicos da atividade de indivíduos ou grupos ou processos que promovam e facilitem a sua tomada do poder (SKOVSMOSE, 2011).

ensino e aprendizagem da Estatística nos cursos superiores. Desta reflexão começou a brotar um desejo de querer saber mais sobre o ensino e descobrir novas estratégias a serem aplicadas em sala de aula para auxiliar o aluno na aprendizagem da Estatística e que colaborasse com sua formação acadêmica, profissional, pessoal e intelectual.

Em estudos de Viali (2007, 2008), Batanero (2004, 2005) obtivemos inspiração ao observar as mesmas preocupações e reflexões, que ajudaram a dar um ponto de partida para esta pesquisa.

Neste trabalho, em um processo de busca para melhorar o ensino de Estatística na formação do Engenheiro Ambiental, utiliza-se a reflexão do educador sobre sua prática, investigações e estudos precedentes para formular a questão de pesquisa.

O educador estatístico assumiu um papel fundamental, na medida em que compatibilizou os métodos de ensino e teorias de trabalho com Modelagem, tornando-as partes integrantes da realidade do aluno.

O professor pesquisador desejou despertar a consciência social nos educandos por meio de reflexões e diálogos, aliados ao ensino de Estatística e com isso, promover o exercício da razão como forma de libertação. Neste caso, o aluno é co-responsável por seu aprendizado e o professor está permanentemente num processo de busca de aquisição de novos conhecimentos e de compreensão dos alunos. “Portanto, as figuras do professor e do pesquisador são indissolúveis” (D’AMBRÓSIO, 2007, p.94).

Os objetivos a serem atingidos com uma investigação em Educação Matemática com o uso de Modelagem estão atrelados a compreensão dos diferentes aspectos envolvidos no seu uso em sala de aula. Esses objetivos podem ser considerados de natureza pragmática, que visam a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem e, de cunho científico, que visam o desenvolvimento da Educação Matemática como campo de produção de conhecimentos (FIORENTINI; LORENZATO, 2006). Sendo a Educação Estatística um campo em desenvolvimento, necessita de novas pesquisas com objetivos tanto de natureza pragmática quanto científica para ampliar as investigações da área e afirmá-la como um campo de produção de conhecimentos.

A melhoria da qualidade de ensino e aprendizagem de Estatística na formação do Engenheiro Ambiental expressa a inquietação do pesquisador, que

percebe poucos estudos de ensino de Estatística relacionados à formação de engenheiros. Cury (2002) observa um número relativamente pequeno de trabalhos sobre disciplinas exatas nas engenharias, o que poderia ser justificado pelo fato de que os professores não se consideram profissionais dos cursos de Engenharia e, por isso, não apresentam trabalhos voltados a esta área. O presente estudo tem como expectativa contribuir para minimizar esta lacuna ao tratar do ensino de Estatística voltado para engenheiros ambientais.

Nesta pesquisa, reflete-se sobre a formação, o amadurecimento acadêmico do estudante a partir das discussões e investigações que ele participou em um projeto de modelagem. Preocupa-se em investigar as possibilidades de crescimento dos alunos a partir de discussões e envolvimento proporcionados em um ambiente de investigação.

Miskulin et al. (2006, p. 3) reflete sobre a função da Educação e da Universidade: “A Educação deveria proporcionar a formação plena e integral do sujeito, formar indivíduos críticos, conscientes e livres, possibilitando-lhes o contato com as novas tecnologias”, para que eles não percam a dimensão do desenvolvimento tecnológico que perpassa o país.

A Universidade tem uma responsabilidade maior do que garantir a apropriação de algum conteúdo ou técnica, ela está voltada para a produção de conhecimentos e para a formação humana.

Questionamos se a universidade tem cumprido a função de preparar os alunos para o mundo tecnológico, para ser crítico e criativo, para desempenhar sua profissão e para atuar na vida em sociedade.

Para possibilitar que os alunos tornem-se capazes de aplicar seus conhecimentos em sua vida, em benefício próprio e da sociedade na qual está inserido, considera-se a influência do tipo de ensino de Estatística desenvolvido.

O ensino de Estatística, em nível superior, tem como uma de suas principais finalidades possibilitar uma formação autônoma que permita a tomada de decisões nos assuntos que dizem respeito à sociedade e que envolvem questões científicas e tecnológicas, isto é, democrática, preparada para enfrentar as inúmeras questões de interesse social, política e ambiental.

O presente trabalho de pesquisa buscou analisar uma experiência de Ensino de Estatística na formação de engenheiros ambientais através de projetos de Modelagem Estatística na perspectiva da Educação Estatística Crítica.

Especificadamente, o projeto envolveu alunos da Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia, buscando construir um conhecimento estatístico que contribua para a formação cidadã dos envolvidos.

Diante da preocupação em investigar o trabalho com projetos de Modelagem Estatística na concepção crítica para a formação do Engenheiro Ambiental elaborou-se o problema da pesquisa.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais as potencialidades dos trabalhos com projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica para a formação integral do Engenheiro Ambiental?

1.2 OBJETIVOS

A partir do problema proposto, foram formulados o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar como o uso de projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica pode contribuir para a formação integral do Engenheiro Ambiental.

1.2.2 Objetivos Específicos

Investigar o impacto dos projetos de Modelagem Estatística nas concepções de estatística dos alunos de engenharia ambiental.

Verificar quais saberes estatísticos os educandos construíram neste ambiente de investigação.

Investigar quais saberes sociais, políticos, econômicos, ambientais foram trabalhados neste ambiente que lhe possibilitam atuar conscientemente na sociedade.

Investigar quais saberes que os alunos construíram que os preparam para a atuação profissional e o pleno exercício da cidadania.

O desenvolvimento da pesquisa inspirou-se nos pressupostos dos Projetos de Trabalho, conforme proposto por Hernández e Ventura (1998), Modelagem Matemática e Educação Matemática Crítica tendo como proposta identificar e analisar os limites e potencialidades das diversas dimensões implícitas no processo de implantação do uso da Modelagem na sala de aula de Estatística, visando contribuir para o processo de formação crítica de engenheiros ambientais.

Com o desenvolvimento desta pesquisa proporcionaram-se condições, para que os alunos participantes tenham uma formação Estatística mais crítica. Verificou-se que a abordagem utilizada pode contribuir para uma formação mais completa, tanto para a vida profissional quanto para vida em cidadania.

A pesquisa socializa os resultados produzidos a partir do trabalho colaborativo entre educadores e educandos do curso de Engenharia Ambiental que, através do trabalho com projetos de Modelagem Estatística, buscaram promover a transformação social dos envolvidos.

Considerando as preocupações acima descritas na formação de Engenheiros Ambientais, apresentamos nesta pesquisa itens que julgamos contemplar aspectos importantes para a reflexão sobre uma Educação Estatística Crítica na formação de Engenheiros Ambientais.

Num primeiro momento, refletimos sobre a problemática educacional contemporânea, contemplando a importância de uma formação plena e integral do Engenheiro Ambiental. A seguir são elucidados os principais pressupostos teóricos que fundamentam a pesquisa: a Pedagogia de Projetos, a Modelagem Estatística e a Educação Estatística Crítica.

Após o referencial teórico, apresentamos a metodologia de análise utilizada para o levantamento dos dados. Em seguida, trazemos o projeto e seu desenvolvimento junto aos estudantes, já com um olhar investigativo e de análise. A partir da interpretação e discussão destes, apontam-se as implicações educacionais, possivelmente, geradas pela pesquisa.

Nas considerações finais, retomamos aspectos relevantes a pesquisa e possíveis desdobramentos para futuras investigações.

2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Os problemas ambientais têm aumentado com o passar dos anos, devido a fatores que giram em torno de questões de ordem social, econômica e política. A Educação Ambiental é a resposta para lidar com essas situações ao se preocupar com meios que possam informar e chamar a sociedade a discutir, a participar e a contribuir para a solução desses problemas (CANTÓIA, 2007).

Entre os objetivos da Educação Ambiental está a construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, sob os princípios de liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade. A Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999 (BRASIL, 1999) também preconiza o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social; fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

A compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações envolve aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos, conforme expresso no artigo cinco da referida lei (BRASIL, 1999).

Para discutir e compreender essas complexas relações envolvendo a Educação Ambiental, tem-se a realização de alguns fóruns, como o EPEA (Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental), os GTs de EA da ANPPAS (Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação Ambiente e Sociedade) e ANPEd (Associação Nacional de Pós-Graduação em Educação), ou a organização de coletivos como a RUPEA (Rede Universitária de Programas de Pós-Graduação em Educação Ambiental), além do Fórum Brasileiro de Educação Ambiental, do Congresso Ibero-Americano de Educação Ambiental e do Congresso Mundial de Educação Ambiental. Esses encontros reúnem os principais educadores ambientais para compartilharem experiências e conhecimentos que fortaleçam a prática da Educação Ambiental. Também apresenta o campo da Educação Ambiental para novos militantes e educadores e incentiva a reflexão crítica para aqueles que nele atuam.

Um encontro significativo foi a Conferência de Tbilisi (1977), onde se decidiram os princípios, objetivos e finalidades básicas da Educação Ambiental.

Entre os princípios estão considerar o meio ambiente em sua totalidade, constituir um processo permanente no ensino formal e não formal, concentrar-se nas situações ambientais atuais sem esquecer a perspectiva histórica, considerar a necessidade da cooperação para prevenir e resolver os problemas ambientais locais, nacionais e internacionais; analisar as questões ambientais nos planos de desenvolvimento e de crescimento; auxiliar os alunos a descobrirem os sintomas e as causas dos problemas ambientais; destacar a complexidade dos problemas ambientais; utilizar diferentes ambientes de ensino para que os envolvidos adquiram conhecimentos sobre o meio ambiente, principalmente por meio de atividades práticas e as experiências pessoais e desenvolvam o senso crítico e as habilidades necessárias para resolverem problemas ambientais.

Os objetivos da Educação Ambiental estão alinhados com a sua finalidade de induzir novas formas de conduta em relação ao meio ambiente nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade como um todo. Portanto, os objetivos são proporcionar:

- Consciência: ajudar os grupos sociais a adquirirem consciência do meio ambiente global e auxiliar na sensibilização dessas questões;
- Conhecimento: contribuir para os grupos sociais e os indivíduos adquirirem diversidade de experiências e compreensão do meio ambiente e dos seus problemas anexos;
- Comportamento: auxiliar os grupos sociais e os indivíduos a se comprometerem com uma série de valores, a demonstrarem interesse e preocupação pelo meio ambiente, motivando-os a participar ativamente da melhoria e da proteção do meio ambiente;
- Habilidades: possibilitar aos indivíduos a aquisição das habilidades necessárias para determinar e resolver os problemas ambientais;
- Participação: contribuir para que os grupos sociais e os indivíduos participem ativamente das tarefas que tem como objetivo a solução de problemas ambientais.

O Tratado de Educação Ambiental é resultado da 1ª Jornada Internacional de Educação Ambiental, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, durante o Fórum Global da Eco 92, pioneiro na aprendizagem de construção coletiva de um documento global para Educação Ambiental, produzido por mais de 600 educadores e educadoras da sociedade civil de todo o mundo.

O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global abrange 16 princípios:

1. A Educação como um direito de todos, onde todos aprendem e educam.
2. A Educação Ambiental a partir de um pensamento crítico e inovador, voltado a transformação e a construção da sociedade. Ele pode ocorrer em qualquer tempo ou lugar, podendo ser formal, não formal e informal.
3. A Educação Ambiental com o objetivo de formar cidadãos com consciência local e planetária, que considerem a autodeterminação dos povos e a soberania das nações.
4. A Educação Ambiental é ideológica e não neutra, pois trata-se de um ato político, baseado em valores para a transformação social.
5. A Educação Ambiental em uma perspectiva holística, baseada na relação entre o ser humano, a natureza e o universo de forma interdisciplinar.
6. A Educação Ambiental busca alcançar a igualdade, a solidariedade, e o respeito aos direitos humanos, a partir de estratégias democráticas e interação entre as culturas.
7. A Educação Ambiental envolve questões globais críticas, suas causas e inter-relações em uma perspectiva sistêmica, observando seu contexto social e histórico. Preocupa-se com o desenvolvimento e o meio ambiente em questões envolvendo a população, democracia, saúde, fome, degradação da flora e fauna.
8. A Educação Ambiental deve estimular a cooperação mútua e equitativa em tomadas de decisão.
9. A Educação Ambiental deve valorizar, recuperar, respeitar, refletir e utilizar a história indígena e culturas locais, buscando promover a diversidade cultural, linguística e ecológica. Ela deve revisar a história dos povos nativos para modificar os enfoques etnocêntricos e estimular a educação bilíngue.
10. A Educação Ambiental deve promover o *empowering* das diversas populações, oferecendo oportunidades para as mudanças democráticas que estimulem os setores populares da sociedade. Nessas condições, as comunidades devem retomar a condução de seus próprios destinos.
11. A Educação Ambiental aceita as diferentes formas de conhecimento. Ele não deve ser patenteado ou monopolizado, mas diversificado, acumulado e produzido socialmente.

- 12.** A Educação Ambiental deve encontrar maneiras de capacitar as pessoas para enfrentarem conflitos de maneira justa e humana.
- 13.** A Educação Ambiental é fundamentada nos princípios da cooperação e do diálogo entre indivíduos e instituições, com o objetivo de criar novos modos de vida, capazes de atender às necessidades básicas de todos, sem distinções étnicas, físicas, de gênero, idade, religião, classe ou mentais.
- 14.** A Educação Ambiental requer a democratização dos meios de comunicação de massa e seu comprometimento com os interesses de todos os setores da sociedade. A comunicação é um direito inalienável e os meios de comunicação de massa devem ser transformados em um canal privilegiado de educação, não somente disseminando informações em bases igualitárias, mas também promovendo intercâmbio de experiências, métodos e valores.
- 15.** A Educação Ambiental deve envolver conhecimentos, aptidões, valores, atitudes e ações. Cada oportunidade em experiências educativas deve tratar de sociedades sustentáveis.
- 16.** A Educação Ambiental tem como princípio uma consciência ética sobre todas as formas de vida, respeitando seus ciclos vitais e impondo limites à exploração dessas formas de vida pelos seres humanos.

Como resultado de aplicação desse tratado surgiu o Instituto ECOAR, em São Paulo, o GTIEA – Grupo de Trabalho Intersectorial de Educação Ambiental (Decreto Lei nº 28698/11) em Guarulhos, São Paulo que desenvolve diversas linhas de ação pautadas nos princípios do Tratado, envolvendo mais de 100 mil alunos através do Programa Saúde na Escola. Também a OCA – Laboratório de Educação Ambiental da USP vem desenvolvendo estudos e oficinas pautadas no Tratado de Educação Ambiental. O Instituto Paulo Freire avança em estudos e desenvolve jornadas locais do Tratado de Educação Ambiental no MOVA – Movimento de Alfabetização de Jovens e Adultos.

Essas instituições são exemplos em que a Educação Ambiental é utilizada para envolver o indivíduo e a coletividade na construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências para preservar o meio ambiente e conservar a qualidade de vida e a sustentabilidade, características dispostas no Art. 1 da Lei nº 9.795/1999 (BRASIL, 1999).

A sociedade como um todo é responsável pela formação desses valores, atitudes e habilidades que proporcionem a atuação individual e coletiva para prever,

identificar e a solucionar problemas ambientais. Ou seja, as ações de Educação Ambiental não se restringem a uma mera aquisição de conhecimento de forma contemplativa, elas destinam-se a promover uma atitude pró-ativa (BRASIL, 1999).

A prática de uma ação transformadora intencional frente aos problemas ambientais e as relações de dominação (opressão social) em nossa sociedade é um desafio proposto pela Política Nacional de Educação Ambiental para a construção de uma cidadania ativa e crítica (SAITO, 2002).

Para que essa ação transformadora ocorra, em todos os níveis e modalidades de ensino, em caráter formal e não-formal, a Educação Ambiental deve estar presente de forma articulada no currículo de maneira a estimular e fortalecer a consciência crítica sobre a problemática ambiental e social (BRASIL, 1999).

O plano de instrumentação da agenda 21 (BRASIL, 2001) também enfatiza o papel das instituições de Educação Superior para promover a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável. O Capítulo 36 da Agenda 21 enfatiza o papel da educação para promover o desenvolvimento sustentável e melhorar a capacidade dos indivíduos em entender os problemas do meio ambiente e do desenvolvimento.

A agenda 21 tem como objetivo implementar o desenvolvimento sustentável a partir de um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social, ambiental e tecnológico, visando garantir a qualidade de vida e a sobrevivência de espécies. Esse plano de ação precisa ser adotado global, nacional e localmente, por países membros das Nações Unidas, governos, sociedade civil, em geral a todas as áreas em que a ação humana influencia no ambiente.

A Assembléia Geral das Nações Unidas com o objetivo de ressaltar a importância de ações combinadas para assegurar que os padrões do desenvolvimento sustentável ofereçam qualidade de vida para todos, tanto para as gerações presentes, quanto para as futuras, proclamou o período de 2005 a 2014 como a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

As instituições de Ensino Superior a partir de disciplinas, workshops, encontros podem influenciar os alunos na aquisição de condutas éticas, responsáveis e comprometidas com o meio ambiente. Acredita-se que atitudes possam ser formadas neste ambiente, por isso é imperativo que haja momentos de discussão de questões ambientais nas universidades. Elas não devem permanecer neutras nestes assuntos, isentando-se das suas responsabilidades.

Não é possível que ocorra modificação nas atitudes em relação ao ambiente sem conhecê-lo, e conhecer implica mais do que ter informações sobre ele, mas se aproximar, ter contato, agir sobre ele, isso realmente trará uma mudança significativa.

Quando o currículo de Engenharia privilegia a consciência crítica sobre a problemática ambiental, o estudante de Engenharia torna-se consciente do impacto que sua profissão pode ter na sociedade e no meio ambiente, tornando-se responsável por trazer benefícios para o mundo a sua volta e para si mesmo, alcançando satisfação pessoal e crescimento profissional (MACHADO, 2010).

No Ensino Fundamental a Educação Ambiental tem recebido visibilidade através dos eixos transversais (nos PCNs), da implementação do Programa Parâmetros em Ação Meio Ambiente na Escola (BRASIL, 2001c), e da discussão pública do Programa Nacional de Educação Ambiental - ProNEA (BRASIL, 2004). Já na Educação Superior, expressões que buscam romper a organização curricular centrada em disciplinas isoladas umas das outras ainda constitui um desafio. Infelizmente esta situação não se modificará enquanto a Educação Ambiental não for tratada como necessidade de primeira ordem no espaço da Educação Superior (SAITO, 2002).

A Constituição Federal de 1998 já estabelecia que a Educação Ambiental era necessária no ensino oferecido em todos os níveis como componente essencial e permanente da educação nacional.

A Educação Ambiental defendida pela Política de Educação Ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e não implantada como disciplina específica no currículo, mas permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal (BRASIL, 1999).

A Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) também orienta que todos os cursos de formação de professores devem conter a Educação Ambiental. Os professores em atividade devem receber formação complementar para cumprirem adequadamente os princípios e objetivos desta lei.

Oliveira (2000) atenta para três maneiras de vencer as barreiras que dificultam a implementação efetiva da Educação Ambiental no âmbito educacional:

Utilizar alternativas metodológicas que alterem o enfoque disciplinar para o interdisciplinar; mudar a estrutura curricular rígida que estabelece grade horária, conteúdos mínimos, avaliação, para uma mais flexível, determinada a partir da

necessidade daquele grupo de alunos como, por exemplo, a realização de trabalhos extra-classe; a sensibilização do corpo docente para mudar uma prática já estabelecida, tendo em conta às dificuldades e os novos desafios da atualidade, o que exigirá reformulações e muito mais trabalho desse profissional.

A sociedade está cada vez mais exigente por novas demandas de conhecimentos, saberes e habilidades. Essa exigência é decorrente em grande parte devido a informação ilimitada que esta sociedade acelerada dispõe. Portanto, esta sociedade impõe mudanças e não aceita a reprodução de um passado de apropriações parciais ou superficiais. Desse modo, a educação formal tem que se adequar a essas necessidades atuais.

Leff (2001) afirma que um ensino disciplinar prejudica a aprendizagem, mas o maior problema do ensino tradicional é que ele está desvinculado dos problemas do contexto sociocultural e ambiental. Dessa forma, ele não impulsiona e orienta as capacidades cognitivas e criativas dos alunos. O ensino de Educação Ambiental deve ser trabalhado interdisciplinarmente porque ele necessita de um pensamento de complexidade que seja crítico, participativo e propositivo.

A prática em Educação Ambiental pode ser trabalhada nas escolas, mas também deve alcançar a comunidade em geral. Por exemplo, o ato de separar os materiais recicláveis e os descartar seletivamente podem ser um início de novos hábitos que podem ser refletidos de forma positiva no meio em que vivemos. Ao discutir questões ambientais na escola e na comunidade, novos hábitos podem surgir para preservação do meio ambiente.

A geração e o descarte de resíduo decorrente das atividades humanas em geral é um dos problemas da Educação Ambiental. A abordagem desta questão perpassa pela atividade de consumo de produtos e serviços, que é considerada a raiz desse problema. A Educação Ambiental é responsável por discutir integradamente conhecimentos, valores, participação política, indicando a importância da participação em ações individuais e, especialmente, em ações coletivas. Para esta questão, faz-se necessário discutir criticamente o conceito de necessidade e a função de consumir, diante das tendências culturais, e explicitar a responsabilidade de cada um no contexto da crise sócio-ambiental por que passa a humanidade (LOGAREZZI, 2006).

A partir desse problema, a discussão envolve também a ocorrência de lixões que causam impactos ambientais. Entre eles, a poluição do ar ocasionada pelas

queimadas que ocorrem no local; a poluição de aquíferos e a do solo, causadas pela putrefação dos resíduos orgânicos e à geração do chorume; a poluição visual, decorrente da paisagem formada com toneladas de lixo de todas as categorias que são despejadas todos os dias; a poluição auditiva, pelo barulho ocasionado pelas máquinas que trabalham no local aterrando os resíduos, e doenças devido a proliferação de vetores como ratos, baratas e mosquitos nocivos à população (CANTOIA, 2007).

Além disso, há questões sociais envolvendo o lixão, pois existem muitos trabalhadores que sobrevivem como catadores e não possuem nenhum amparo social, econômico e de saúde.

Trata-se de uma responsabilidade da Educação Ambiental identificar grupos sociais em condições de vulnerabilidade ambiental, decorrentes dos riscos a que estão submetidos em função de preconceitos e/ou desigualdade econômica na sociedade.

Questões como lixão, desmatamentos, erosão fluvial, garimpagem, atividades mineralógicas e extrativistas, que contribuem para o desequilíbrio dos ecossistemas envolvem tomada de decisões acertadas do tipo ambiental, econômico, social e político.

Nesta perspectiva, espera-se uma mudança de atitude pessoal em relação ao estilo de vida adotado pela sociedade em geral, resgatando valores e participação política com vistas à construção coletiva de uma sustentabilidade socioambiental, para um mundo referenciado em sociedades sustentáveis. Trata-se de cuidar da natureza que fazemos parte integrante e desenvolver um sentimento de sensibilidade, de diálogo e respeito (CANTOIA, 2007).

Segundo Loureiro (2002, p. 69) a Educação Ambiental “é uma práxis educativa e social que tem como objetivo a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes” que possibilitem a compreensão da realidade da vida e a atuação consciente e responsável no ambiente. Alicerçada em numa nova ética da relação sociedade-natureza, a Educação Ambiental tenta implementar um novo padrão civilizacional e societário preocupada com o meio ambiente.

A educação ambiental traz consigo uma nova pedagogia que surge da necessidade de orientar a educação dentro do contexto social e na realidade ecológica e cultural onde se situam os sujeitos e atores do processo educativo. Por um lado, isto implica a formação de consciências, saberes e responsabilidades que vão sendo moldados a partir da

experiência concreta com o meio físico e social, e buscar a partir daí soluções aos problemas ambientais locais. (LEFF, 2004, p. 257).

Essa nova pedagogia educativa integra conhecimentos, valores e participação política concernentes à questão ambiental, tendo por base a promoção da conscientização das pessoas a respeito da crise ambiental e do papel que cada um desempenha por ser co-responsável por esses problemas. A partir do comprometimento de cada cidadão nas dimensões local e planetária, é possível a sua participação nas alternativas de soluções ambientais e sociais. A crise ambiental e a crise social se confundem, pois são frutos de uma crise mais profunda e mais geral desse momento da história da humanidade. Nesse sentido, “a educação ambiental deve ser vista apenas como uma dimensão transversal da educação, o que significa dizer que uma educação bem conduzida deve imperativamente incluir essa dimensão em seu contexto” (LOGAREZZI, 2006, p.235).

Assim, a educação precisa ser trabalhada com abordagens interdisciplinares, transdisciplinares² e que integrem os conhecimentos teóricos com o dia-a-dia dos educandos. A perspectiva desejada é emancipadora e trabalha com a possibilidade concreta de transformar esse cotidiano visando à construção de uma sociedade mais justa e integrada com outros seres vivos e com o meio físico (LOGAREZZI, 2006).

Isso significa que a finalidade da Educação Ambiental não é apenas conscientizar ou mudar comportamentos, mas formar atitudes, que possibilitam aos próprios sujeitos formular e expressar suas idéias, elaborar as suas próprias propostas e questionar o significado dado à sua relação com o outro e com o mundo.

A Educação Ambiental contribui para maior consciência na conduta pessoal, comunitária e populacional, para transformações nos estilos de vida, para harmonia entre os seres humanos e destes com outras formas de vida, e para a afirmação de valores e ações que provocam a transformação social e geram mudanças na qualidade de vida.

² Na multidisciplinaridade as disciplinas se encontram com baixo nível de coordenação, mas a interdisciplinaridade surge e se desenvolve apoiada nas disciplinas de maneira que elas se inter-relacionam e contribuem uma com a outra (SANTOMÉ, 1998). A transdisciplinaridade ultrapassa o horizonte isolado dos componentes curriculares instaurando uma nova visão de mundo. Ela possibilita descobertas daquilo que está entre, através e além das disciplinas. Cabe ressaltar que elas não são mutuamente exclusivas.

A educação ambiental deve proporcionar ao homem a oportunidade de conhecer-se como cidadão; estimular, propiciando ao outro, a mesma condição; reconhecer no mundo o mundo de todos; caracterizar o tempo e o espaço de todos como sendo os mesmos; admitir que as gerações futuras devam ter a qualidade de vida que merecem. Para isso, é necessário que se julguem os homens iguais, em tempo e lugar, com as mesmas necessidades essenciais e referências que permitam, na consciência e responsabilidade das alternativas das posturas, as relações ambientais que indiquem a atuação de um sujeito realmente ético, no meio em que vive (OLIVEIRA, 1999, p. 62).

Portanto, a Educação Ambiental, não pode ficar restrita exclusivamente à transmissão de conhecimentos, à herança cultural do povo às gerações mais novas ou à preocupação com a formação integral do educando, inserindo-o em seu contexto social. A Educação Ambiental precisa respeitar a cultura e a comunidade e estar centrada no aluno, com a preocupação de construir conhecimentos, a partir da discussão e avaliação dos problemas comunitários e a partir da avaliação realizada pelo aluno sobre a realidade da comunidade em que vive. Esse processo deve ser gradativo, contínuo, crítico, criativo e político (GONÇALVES, 1990).

O processo contínuo, crítico, criativo e político que defendemos para a Educação Ambiental permite que os estudantes atuem mesmo conhecendo sua limitação, e permite que sejam capazes de lidar com a complexidade que é a vida, a relação com os outros e com a natureza (GONÇALVES, 1990).

O modo complexo de entender a realidade é adquirido a partir de uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar da Educação Ambiental que suscitam a ideia de que quanto mais descobrimos mais nos damos conta da nossa limitação.

Portanto, toda a comunidade deve se sentir responsável e trabalhar em conjunto. De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente, a Educação Ambiental deve estar presente na comunidade “objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente” (BRASIL, 1999).

A participação ativa de cada um é imperativa para a Educação Ambiental que pode ser entendida como uma “dimensão dada ao conteúdo e a prática da educação, orientada para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente, através de um enfoque interdisciplinar e de uma participação ativa de cada indivíduo e de cada coletividade”. Somente com esse entendimento encontramos soluções para alterar a realidade em que vivemos (DIAS, 2001, p. 98).

Assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados é a melhor maneira de tratar as questões ambientais e é uma

obrigação do Estado. A oportunidade de participar dos processos decisórios e de ter acesso a informações nacionais relativas ao meio ambiente através das autoridades públicas, inclusive informações acerca de materiais e atividades perigosas em suas comunidades deve ser assegurado pelo poder público. Além das informações estarem à disposição de todos, deve ser estimulado pelos Estados a conscientização e a participação popular. O acesso efetivo a mecanismos judiciais e administrativos, inclusive no que se refere à compensação e reparação de danos também precisa ser proporcionado pelo Estado. (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 2001).

Para participar da Educação Ambiental, destacamos a necessidade de todos os envolvidos desenvolverem a percepção integrada do meio ambiente e terem condições de atuarem sobre ele. Portanto, as ações educativas que visam desenvolver um processo participativo e interdisciplinar para abordar questões ambientais devem inter-relacionar aspectos sociais, econômicos, biofísicos, estatísticos, culturais, históricos e políticos (ALVES, 1995).

A Educação Ambiental Crítica contempla, como ponto de partida, problemas ou questões que são relevantes na comunidade, buscando avançar na compreensão e crítica da realidade vivenciada e, desta forma, de que os conteúdos tratados devem visar à compreensão da realidade social

Ações educativas podem utilizar materiais interdisciplinares que visem sensibilizar os sujeitos a desenvolverem novas atitudes que levem a mudanças, acima de tudo críticas, em relação aos problemas socioambientais; estimular a participação e ação social ao exercício da cidadania plena.

O material preparado para o Centro de Educação Continuada de professores de Educação básica - CECEMCA elaborado para atender as necessidades dos professores que lecionam na educação básica preocupa-se em oferecer aos professores condições de participarem crítica e efetivamente de questões pedagógicas e sócio-ambientais que estão em discussão na sociedade atual. O diferencial deste material é que ele procura trabalhar temas e ideias de forma integrada. Em nossa cultura as ciências exatas são trabalhadas distantes de outros assuntos, e quando são desenvolvidos de forma integrada a outros temas, por vezes, os professores se questionam o que estamos estudando? Por isso, as atividades são planejadas para aumentar a capacidade de ver a aplicação dos

cálculos e além disso, observar que a Educação Ambiental está precisando da educação matemática (LINS, 2005).

Esse material sugere discussões sobre consumo e desenvolvimento sustentável utilizando o sistema monetário. Ressalta também, que a compreensão das ciências exatas é importante para tomada de decisões.

A implantação do Programa de Gestão Ambiental de Água e Resíduo - ProGAmAR é um exemplo de ensino transversal para alunos da engenharia. O programa visa à criação e manutenção de protocolos que permitam um adequado gerenciamento de águas e resíduos no campus da UNESP de Rio Claro. O desenvolvimento do projeto possibilitou uma integração de áreas, de saberes e de conhecimentos, além de sensibilizar os alunos para a problemática ambiental. Observou-se a partir dele o aumento do interesse dos alunos, seja pelos resultados alcançados nas disciplinas (representados pelo desempenho acadêmico), seja pela procura e adesão dos alunos ao programa (MORUZZI; MORUZZI, 2010).

Exemplos como estes demonstram que através da Educação Ambiental democratizam-se os conhecimentos que proporcionam a capacidade de pensar criticamente sobre os problemas e desafios presentes na nossa realidade.

Diferentemente, quando o aluno é exposto a um saber especializado e cada vez mais distante de outros saberes, ele é influenciado pelos meios de comunicação social e práticas de trabalho igualmente departamentalizadas. Nessas condições, ele adquire uma visão fragmentada da realidade, uma compreensão parcial sobre os problemas ambientais, que não o auxilia na busca de alternativas realmente eficazes, uma vez que a sociedade exige cada vez mais soluções abrangentes (ALVES, 1995).

Sem alternativas para transformar a realidade socioambiental, a educação ambiental não cumpre seu papel, conforme Lima (2002, p. 132) “se o medo da mudança for maior que o desafio de inovar, então podemos apagar as luzes e procurar desafios mais sérios com que nos ocupar”.

Portanto, é preciso inovar e buscar alternativas eficazes que visem a formação de um sujeito ético com consciência ecológica que compreenda os diversos fatores interligados a Educação Ambiental para apreender a realidade e atuar sobre ela exercendo sua cidadania.

2.1 FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA

O ensino de Engenharia no âmbito nacional tem sofrido mudanças através do PRODENGE/REENGE, da LDB e do PROMOVE (Programa de Modernização e Valorização das Engenharias), lançado em Brasília em 2004. Entre as alterações significativas estão a redução do tempo em sala de aula, relação de parceria professor-aluno como co-participantes do processo ensino e de aprendizagem, a valorização do trabalho em equipe, a realização de pesquisas na Internet e bibliotecas, o incentivo a atualização do aprendiz pela pesquisa. Essa nova proposta contribui para a criticidade, compromisso com os valores éticos, econômicos, sociais, culturais, gerando profissionais com visão ampliada (GOMES, 2011).

As Diretrizes Curriculares Nacionais de todos os cursos têm apontado para um currículo que possibilita uma formação profissional generalista e adaptável a situações novas e emergentes. Para isso, o ensino deve priorizar o respeito ao ser humano e a responsabilidade pelo uso responsável e sustentável dos recursos naturais visando uma formação do engenheiro ambiental para melhor atuação ética e profissional.

A tendência atual para o ensino de engenharia é um curso com estruturas flexíveis que permitam uma formação abrangente, com abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na transdisciplinaridade, preocupação com o meio ambiente, integração social e política e valorização do ser humano (BRASIL, 2001).

Esta perspectiva transdisciplinar é entendida como “a construção de um novo objeto, com metodologia peculiar, a partir da integração de diferentes disciplinas, que se descaracterizam como tais, perdem seus pontos de vista particulares e sua autonomia para constituir um novo campo de conhecimento” (KUENZER, 2000, p. 86). Portanto, a transdisciplinaridade está pautada em ações educativas que visam apreender o avanço da ciência, determinante de novas tecnologias, e, ao mesmo tempo, promover a crítica social.

O novo engenheiro, e, conseqüentemente, a escola de engenharia atual, deve estar aberta para a sociedade, para seus desejos e necessidades, para seus aspectos políticos e culturais, pois todos eles afetam e aparecem nos novos processos produtivos. A formação do engenheiro precisa transcender a esfera puramente técnico-científica e abranger as esferas gerencial e humano-social. (SILVEIRA, 2005).

Mas a educação formal, centrada no conteúdo, fortemente influenciada pelos paradigmas positivos distanciou-se do mundo da vida, provocando uma ruptura do poder-fazer e saber-ser, não articulando o conhecimento às suas funções socioculturais (HABERMAS, 1999).

As questões sociais de vital importância e os problemas cotidianos precisam ser contemplados no trabalho curricular nas salas de aula de Engenharia (SANTOMÉ, 1998).

Tratar dessas questões significa entender educação como uma “estratégia definida pelas sociedades para levar cada indivíduo a desenvolver seu potencial criativo, e para desenvolver a capacidade dos indivíduos de se engajarem em ações comuns” (D’AMBRÓSIO, 1997, p. 70).

Neste sentido, D’Ambrósio (2007, p. 43) afirma que deve surgir uma matemática acadêmica que invista na educação para a cidadania, “um dos grandes objetivos da educação de hoje, o que exige uma apreciação do conhecimento moderno, impregnado de ciência e tecnologia”. Ele se refere a boa matemática acadêmica.

Quando digo boa matemática acadêmica, estou excluindo o que é desinteressante, obsoleto e inútil que, infelizmente, domina os programas vigentes. É óbvio que uma boa matemática acadêmica será conseguida se deixarmos de lado muito do que ainda está nos programas sem outras justificativas que um conservadorismo danoso e um caráter propedêutico insustentável (D’AMBRÓSIO, 2007, p.87).

Assim, o autor questiona “que importará saber se eles são capazes de somar $5/39 + 7/35$? Qual a relação disso com a satisfação e a ampliação de seu potencial como indivíduos e de seu exercício pleno de cidadania?” (D’AMBRÓSIO, 2007, p. 62). Estendemos este raciocínio para a Estatística e indagamos qual o valor de saber efetuar um teste de hipóteses sem conseguir interpretar o seu significado e identificar a sua aplicação em situações reais?

O tipo de formação que privilegia o cálculo em detrimento do raciocínio reduz o potencial dos alunos. A universidade deve oferecer em seus cursos uma nova forma de abordar a temática de uma área do conhecimento. Essa abordagem do conteúdo desloca a prática docente da atitude de passar o conteúdo e ensinar um conjunto de regras previamente formulado, para a atitude inquieta da pergunta, do conflito narrativo que leva à reflexão, o que auxilia o aluno a descobrir, criar e produzir seu conhecimento.

O desenvolvimento da criatividade e da capacidade de agir frente à novas situações, analisar meteticulosamente as situações e resolvê-las considerando as consequências da atuação deve ser o objetivo do currículo, entendido como “o conjunto de estratégias para se atingir as metas maiores da educação” (D’AMBRÓSIO, 2011, p. 26).

Para Freire (2007) o estudante, desde o princípio de sua formação precisa se convencer que aprender é mais do que acumular conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. E para isso, deve-se assumir-se como sujeito da produção do saber.

Mulheres e homens, somos os únicos seres que, social e historicamente, nos tornamos capazes de aprender. Por isso, somos os únicos em quem aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito (FREIRE, 1996, p. 77).

Segundo este autor, a educação brasileira apresenta o saber acrítico e linear, o que favorece a passividade, a inércia e impede o aluno de compreender que o conhecimento, assim como a realidade, é fruto de um processo histórico.

A Educação Problematicadora de Freire (1996) considera que os saberes, os interesses e necessidades dos estudantes devem instigar a curiosidade e os levar à criticidade. Ele defende que, a partir do diálogo pode haver uma construção coletiva e crítica do conhecimento. O diálogo sadio entre o educador e o educando ocorre quando existe uma relação entre o conteúdo programático e uma situação de interesse do aluno.

Infelizmente diálogos envolvendo interesses cotidianos e pessoais raramente são considerados como geradores de uma maior motivação e da percepção de que os conteúdos ensinados/aprendidos são meios necessários ao exercício do pensar e do agir responsavelmente (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006).

A promoção da cidadania e inclusão social é propiciada pela educação científica e tecnológica através do diálogo. As oportunidades para discutir, questionar, compreender o mundo que as cerca, respeitar os pontos de vista alheios, resolver problemas, criar soluções e melhorar sua qualidade de vida contribuem para a formação de indivíduos capazes de optar, decidir e transformar (UNESCO, 2005).

Nessa perspectiva, destaca-se a importância de propiciar aos educandos a compreensão dos conceitos de forma significativa, ou seja, que o conhecimento possa estar sendo percebido em seu contexto mais amplo, não somente nos afazeres diários, mas na forma de perceber a realidade local e global, o que lhe permitirá posicionar-se e interferir na sociedade de forma crítica e autônoma.

A educação desempenha uma importante função na preparação de indivíduos críticos, conscientes e livres, atualizados com os avanços tecnológicos, integrados plenamente na sociedade que, a cada momento, se modifica e se transforma. Por isso, a formação do engenheiro deve ser repensada e refletida em um contexto mais amplo, no qual a tecnologia se faz cada vez mais presente.

Contudo, não é necessário compreender todos os aparatos tecnológicos. Por exemplo, para sermos capazes de compreender e discutir as implicações sociais da poluição causada pelo automobilismo, é necessário compreender alguns princípios básicos e condições que estão relacionados com a construção de carros. Mas se precisássemos saber todo o processo nele envolvido, a democracia seria impossível numa sociedade altamente tecnológica (SKOVSMOSE, 1995).

Quando o objetivo da educação é somente a preparação dos alunos para a sua futura participação nos processos laborais da sociedade, ela não favorece o desenvolvimento da competência democrática.

Quando o objetivo da educação é a preparação para a cidadania crítica, defende-se a educação em uma perspectiva humana e social. De fato, diferentes correntes na educação defendem que cabe a educação preparar os alunos para além da esfera do trabalho, para aspectos da vida social, cultural e política (SKOVSMOSE, 1995).

Skovsmose (1995) defende a literacia matemática como uma combinação das competências matemática, tecnológica e reflexiva. Sobretudo, a reflexão sobre a aplicação de métodos formais é necessária para identificação das condições da vida social e para a competência democrática. Os princípios orientadores da educação matemática não podem ser encontrados na Matemática pura ou na teoria epistemológica que entenda o desenvolvimento do conhecimento matemático como tal.

Em uma tarefa em sala de aula, podem surgir reflexões sobre o que fazemos. Em um primeiro passo questionamos se fizemos os cálculos corretamente, se conseguimos utilizar o algoritmo, se existem outras maneiras de realizar os cálculos.

Estas questões pertencem à área da Matemática. Normalmente esse tipo de questão nos leva a ideologia da certeza, em que temos uma única resposta certa a um problema ou exercício. Geralmente, não questionamos a certeza da Matemática. Ela é vista como

Perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma declaração matemática não se fia em nenhuma investigação empírica. A verdade matemática não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político ou ideológico. A matemática é relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais. A aplicação da matemática não tem limite, já que é sempre possível matematizar um problema (BORBA; SKOVSMOSE, 2011, p. 130).

Os docentes, muitas vezes, ao avaliarem seus alunos, verificam o procedimento algorítmico adotado e os resultados dos cálculos realizados. Esse procedimento demonstra que o foco do trabalho docente está no resultado e não no processo vivenciado pelos alunos para chegar até ele.

Essa prática, leva ao aluno acreditar que os problemas sempre admitem uma única solução, reforçando a ideia de que os argumentos deste saber são definitivos, inquestionáveis, confiáveis e livres da influência humana.

Nesse ponto não duvidamos da confiabilidade da Matemática. Mas como segundo passo, novas reflexões podem surgir ao nos questionarmos se fizemos o cálculo adequado, se é possível escolher entre diferentes algoritmos, se aquele algoritmo é fiável em todas as circunstâncias.

Além de fazer reflexões sobre a correção e consistência, no terceiro passo podemos pensar sobre a fiabilidade da solução num contexto específico. Neste momento, avançamos nosso pensamento ao refletirmos que mesmo os cálculos estando corretos e o controle das técnicas esteja garantido para o nosso caso, isso não implica que os resultados sejam confiáveis.

Essa reflexão envolve questionar que mesmo que tenhamos realizado os cálculos certos e usado algoritmos de uma forma consistente, podemos realmente usar esse resultado. Agora questionamos se para os objetivos que temos em mente esses resultados são confiáveis. Essas questões envolvem o contexto do uso da Matemática. Diferente dos outros conjuntos de questionamentos, que consideraram o aspecto matemático, esse último aborda o aspecto tecnológico.

As questões deste tipo são levantadas quando a Matemática é contextualizada de forma que os alunos vejam o seu valor em tais investigações.

Rumo ao desenvolvimento do conhecimento reflexivo um quarto tipo de questões podem ser formuladas. Elas questionam se realmente precisamos de Matemática ou se poderíamos encontrar a solução sem ela. Indagam se interpretações intuitivas não seriam mais adequadas do que o resultado baseado em cálculos matemáticos. Dessa forma, técnicas formais e matemáticas podem não ser ferramentas necessárias para atingir o objetivo tecnológico. Em certos casos pode ser preferível uma forma intuitiva de abordar um problema. Esse contraste entre as técnicas formais e os processos é uma experiência importante para o desenvolvimento do conhecimento reflexivo. A formalização é vista como apenas um dos métodos possíveis para abordar um problema. Por isso, após uma contextualização bem sucedida é possível se questionar para onde foi a Matemática, pois ela parece desaparecer no meio de um projeto.

Ao procurar consequências mais amplas do uso de técnicas específicas para a resolução de um problema, um quinto passo pode ser dado quando pensamos de que modo a aplicação de um algoritmo afeta a nossa concepção de uma parte do mundo.

Para fechar o círculo em torno do conhecimento reflexivo, um sexto passo é necessário. Ele consiste em pensar sobre a forma como refletimos o uso da Matemática. Simplificações são feitas ao utilizar a Matemática. Com a introdução de cada vez mais aspectos formais, é possível questionar a dificuldade de se utilizar a ferramenta tecnológica. Essa percepção é útil para compreender o papel dos métodos formais na sociedade atual.

Esse tipo de questão é abordado quando entendemos que os princípios orientadores da educação matemática não precisam estar exclusivamente na Matemática Pura nem na Matemática Aplicada, mas em numa perspectiva mais ampla, somente assim chegando ao conhecimento reflexivo.

Para sermos capazes de perceber o que a Matemática faz à sociedade, precisamos ver tanto as forças construtivas como as destrutivas que estão ligadas ao desenvolvimento tecnológico. Para o *empowering* dos alunos não basta a aptidão isolada de realizar cálculos matemáticos, mas compreender o modo como a Matemática é aplicada e como ela funciona. O mesmo ocorre com a Educação Estatística. Ela só terá valor se ampliarmos sua compreensão para além dos cálculos. Isso só ocorre através do pensamento reflexivo.

O conhecimento reflexivo não deixa as pessoas serem apenas receptores de informações e de instruções, mas as torna capazes de compreender, criticar e avaliar para contribuir na construção de instituições democráticas (SKOVSMOSE, 1995).

A formação atual do engenheiro deve fornecer condições para o diálogo sobre questões sociais, ambientais, políticas em que haja abertura para questões em que o conhecimento reflexivo esteja presente.

Ter um pensamento reflexivo diante das atuais condições da sociedade é um dos quesitos necessários à condição para a formação do engenheiro ambiental, bem como estar “[...] apto a atuar multi e interdisciplinarmente, adaptável à dinâmica do mercado de trabalho e às situações de mudança contínua do mesmo” (FRAUCHES, 2008, p. 97).

Projetos podem ser uma das maneiras de dialogar sobre estas mudanças e um modo pelo qual os alunos podem caminhar rumo ao conhecimento reflexivo.

O conhecimento reflexivo só poderá ser alcançado quando se superar o paradigma que fragmenta o conhecimento em disciplinas isoladas e, além disso, tornar o ambiente propício a reflexão, compartilhamento e aprendizagem em conjunto.

Projetos interdisciplinares podem desencadear ações coletivas em que os envolvidos desempenhem a cidadania, se eles estiverem sustentados em alguns princípios, conforme esclarece Sánchez Núñez (2006):

Realismo: A realidade da sociedade é trabalhada no ambiente de aprendizagem e a partir dela são detectadas tópicos a serem desenvolvidos nos projetos com os alunos;

Coerência: As estratégias devem ser adequadas para alcançar os objetivos propostos no projeto;

Flexibilidade: O projeto deve ser aberto a mudanças para incluir ações que venham ao encontro do interesse dos envolvidos e não havia sido previsto inicialmente;

Viabilidade: Prever o tempo e os recursos para que o projeto seja realizado dentro dessa disponibilidade;

Processo de aprendizagem dinâmico: Possibilitar a aprendizagem em todos os momentos e garantir a sua aplicação na prática;

Articulação entre teoria e prática: Teoria e prática devem ser interligadas;

Considerar saberes e experiências anteriores: Diferentes saberes podem e devem colaborar para desencadear novas ideias na realização do projeto;

Assessoramento e apoio individualizado: ajuda é necessária para oportunizar reflexões e solucionar alguns tipos de problemas;

Aprendizagem entre colegas: pode haver diálogo, compartilhamento de saberes, debates de problemas e busca conjunta de soluções;

Apoio institucional: o projeto pode ter mais sucesso ao contar com o suporte da instituição de ensino;

Diversidade de agentes: a participação de diferentes profissionais pode contribuir para o desenvolvimento do projeto, ao agregar conhecimento de diferentes áreas e superar a individualidade e a compartimentalização do conhecimento.

Ribeiro (2007) considera que o engenheiro deve participar de atividades diversificadas que lhe possibilite atuar em diferentes áreas.

A escola de engenharia tampouco deveria ter como objetivo assegurar que seus alunos atinjam um determinado nível de conhecimento sobre certa especialização da engenharia, já que a expansão do conhecimento torna qualquer nível de conhecimento aprendido hoje insuficiente para o trabalho a ser realizado amanhã. Ao contrário, ela deve possibilitar que alunos desenvolvam suas carreiras em muitas direções possíveis e saibam como aprender novos conhecimentos durante toda a carreira profissional (RIBEIRO, 2007, p.18).

O campo de trabalho dos engenheiros expandiu muito, sendo que este profissional pode atuar como inventor, em diversas áreas das organizações produtivas, ou seja, em pesquisa e desenvolvimento, finanças, marketing, produção e serviços ao consumidor. Portanto ele deve englobar conhecimentos de diversas áreas para atender todas essas especialidades (BORDOGNA, 1993).

Mendes e Alves (2004) ao desenvolverem um projeto envolvendo conteúdos estatísticos a partir do tema lixo, observaram um amadurecimento nos alunos através das discussões realizadas em sala. Os alunos dialogaram como cidadãos, conscientes de seus direitos e deveres, sobre suas preocupações com a falta de planejamento dos aterros sanitários, que provoca doenças, pragas e miséria, enquanto a reciclagem do lixo gera uma possibilidade de emprego para os catadores através do reaproveitamento do lixo inorgânico.

Esses trabalhos envolvendo preocupações com o meio ambiente trazem a reflexão sobre o futuro do homem e do planeta: existe esperança de um futuro melhor ao se conscientizar e modificar atitudes. Eles acreditam que “o mundo de hoje, que é horrível, é apenas um momento do longo desenvolvimento histórico e

que a esperança sempre foi uma das forças dominantes das revoluções e das insurreições” e ainda há esperança no futuro (SARTRE, 1963, p. 7).

Com esse projeto a partir do tema lixo visualizamos que o ensino de Estatística, quando não se limita apenas ao caráter instrumental oferece possibilidades para uma formação voltada para o exercício da cidadania.

2.2 FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO AMBIENTAL

A primeira escola especializada na formação de engenheiros e artilheiros foi fundada em 1506, em Veneza. Em 17 de dezembro de 1792 teve início a trajetória dos cursos de Engenharia no Brasil com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, a primeira escola de Engenharia das Américas, localizada na cidade do Rio de Janeiro. A segunda escola de engenharia brasileira foi a Escola de Minas de Ouro Preto, fundada em 1876. No século passado somente mais cinco escolas de Engenharia foram criadas (CORDEIRO; GIORGETTI, 1996).

O início tímido dos cursos de Engenharia até a década de 30 está associado à manutenção das características do período escravagista do Brasil, que utilizava mão de obra desqualificada e barata (OLIVEIRA, 2000).

A partir da década de 50 houve um aumento substancial nos cursos de engenharia graças ao desenvolvimento da tecnologia e da indústria, também relacionado às condições econômicas, políticas e sociais do país (OLIVEIRA, 2000).

Com a necessidade de normatizar a profissão, o Conselho Federal de Educação, segundo a Resolução 48/1976, regulamentou as carreiras de Engenharia, estabelecendo seis habilitações: Civil, Elétrica, Mecânica, Metalurgia, Minas e Química, definindo a duração do curso e seus currículos mínimos através de disciplinas (CORDEIRO, 1996).

O currículo mínimo contemplava a disciplina Ciências do Ambiente, com objetivo de estudar as condições ambientais, as consequências e as transformações ambientais ocasionadas pelo homem, principalmente aquelas decorrentes dos serviços de engenharia. A partir destes conhecimentos, o engenheiro deveria ser capaz de buscar soluções para os possíveis efeitos danosos da ação humana (CORDEIRO, 1996).

Com o aumento da exploração dos recursos naturais do planeta, da emissão de poluentes pelas indústrias e da necessidade de reaproveitamento ou reciclagem

de produtos descartados houve a necessidade de um curso de Engenharia voltado a questões ambientais e de saúde.

Os primeiros cursos voltados a esta problemática surgiram no início dos anos 60, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ e Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, determinando um novo enfoque para a Engenharia – Saúde e Ambiente (OLIVEIRA et al., 2012).

Somente na década de 90, foi criado o curso de engenharia ambiental, impulsionado pelas necessidades sociais de diagnosticar, propor soluções e gerir problemas que tangem ao ambiente e à saúde pública. Através da Portaria Ministerial n.º 1693 de 05 de dezembro de 1994, foi criada a sétima área denominada Engenharia Ambiental (CORDEIRO, 1996).

A nova LDB (Lei nº 9.394/96) revogou a Resolução 48/76, que estabelecia o currículo mínimo para os cursos de Engenharia e oportunizou o setor privado investir na criação de cursos de Engenharia.

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP) existe no Brasil, atualmente, mais de 3045 cursos de engenharia devidamente regulamentados e se formam cerca de 750 mil profissionais por ano (OLIVEIRA et al., 2012).

A profissão de engenheiro ambiental foi regulamentada somente com a publicação da Resolução nº 447, de 22 de setembro de 2000, que dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais.

A pesquisa em Educação Ambiental – EA só iniciou em meados da década de 80, com a defesa das primeiras dissertações da área, como os apresentados no Programa de Mestrado em Educação Ambiental da FURG de Rio Grande.

Podemos observar o crescimento na oferta do curso, pois em 2001 existiam 31 cursos de Engenharia Ambiental no país, e em 2011 já havia 237 cursos, apresentando uma oferta de vagas equiparada às outras modalidades de Engenharia mais tradicionais (OLIVEIRA et al., 2012).

O curso de Engenharia Ambiental cumpre os requisitos para o exercício da profissão, estabelecidos nos conselhos federais e regionais de engenharia. A Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966 regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. A Resolução CONFEA nº 1.010, de 22 de agosto de 2005, estabelece os regulamentos das atribuições de

títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA.

Esta resolução caracteriza-se pela flexibilização profissional, permitindo que as competências sejam adquiridas de forma contínua e disciplinar. Ela favorece a formação de engenheiros que sejam capazes de não somente propor soluções corretas, mas que considerem problemas em sua totalidade, em uma cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões.

Silveira (2005) a partir de um estudo histórico das diferentes formações de engenharia no país e no mundo desenvolvido, observa que a atual formação de engenheiro não prepara este profissional para considerar problemas em sua amplitude. Os papéis que deveriam desempenhar neste novo século são definidos pelas novas exigências para a formação de um engenheiro:

- Capacidade para resolver problemas definidos a partir das necessidades do contexto empresarial e industrial;
- Capacidade de resolver situações problemas junto a seus contextos de definição (segundo modo de produção de conhecimento);
- Competência de encontrar o nicho do mercado das soluções apresentadas, considerando os impactos sociais, econômicos e ecológicos de suas intervenções.

Para que eles possam desempenhar estas novas funções, é necessário um ensino voltado a essas necessidades, que privilegie uma formação:

- Científica ampla e integrada, que estimule o trabalho em equipe multidisciplinar;
- Mais especializada em alguma das áreas promissoras (nanotecnologias, biotecnologias, redes e informática etc.) - o que depende das possibilidades e da história da escola de engenharia sob análise;
- Dinâmica, com visão de mercado e espírito empreendedor – relacionados às malhas de inovação e ao segundo modo de produção do conhecimento (SILVEIRA, 2005).

Além de conhecimentos científicos e tecnológicos, valores (éticos, morais, sociais, ambientais, políticos, etc.) fazem parte da construção e constituição da estrutura necessária para a formação acadêmica do engenheiro solicitada pelas atuais DCNs.

O ensino de Engenharia deve ter como objetivo propiciar uma aprendizagem significativa, contextualizada e orientada para o uso das tecnologias

contemporâneas. Deve também, favorecer o uso dos recursos da inteligência, gerando habilidades em resolver problemas e conduzir projetos nos diversos segmentos do setor produtivo. Além do preparo requerido para a construção de competências técnicas, é indispensável que o profissional de Engenharia seja capaz de exercer valores e condições de formação humana, considerados essenciais no mundo do trabalho contemporâneo. Dentre esses valores, destacam-se: conduta ética, capacidade de iniciativa, criatividade, atitude empreendedora, flexibilidade, autocontrole, comunicação, expressão oral e escrita (BARBOSA; MOURA, 2014).

O profissional também precisa ser capaz de refletir a complexidade dos problemas atuais, questionar e a buscar alternativas, procurar e se apropriar de conhecimentos para contribuir com o fortalecimento do desenvolvimento econômico-tecnológico da sociedade. Portanto, Dias Sobrinho (2002, p.145) considera que “[...] cabe à educação uma tarefa ética de grande significação e importância: tratar por todos os seus meios de garantir que tenha um sentido profundamente humano o desenvolvimento econômico-tecnológico.”

Entre as competências e habilidades do engenheiro definidas pela legislação brasileira na resolução 11/2002, da Câmara de Educação Superior (BRASIL, 2002), estão:

- Utilizar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais em engenharia;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar seus resultados;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissional;
- Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Esse profissional deve possuir conhecimentos matemáticos e outras habilidades para entender e efetuar transformações no ambiente, sendo capaz de melhorar a vida da população. A Estatística ao interagir com outras áreas de interesse do curso de Engenharia Ambiental pode contribuir, entre um dos vários benefícios para, “[...] garantir uma sólida formação básica inter e multidisciplinar,” (FRAUCHES, 2008, p. 98).

Um engenheiro para ter sucesso precisa de um conhecimento mais amplo em que a habilidade matemática e a originalidade para conceber uma nova ideia, técnica, processo ou material são indispensáveis, corroborando com Cocian (2009), é necessário ser criativo para solucionar com sucesso um problema difícil de forma original.

Engenharia, segundo Cocian (2009, p. 11), pode ser sucintamente resumida como “a arte da aplicação dos princípios matemáticos, da experiência, do julgamento e do senso comum, para implementar ideias e ações em benefício da humanidade e da natureza”. Os engenheiros são solucionadores de problemas, são eles que encontram a maneira mais fácil, ágil e econômica de usar as forças da natureza para vencer os mais diversos desafios em benefício do homem e do planeta.

É necessário ter na sociedade, profissionais que sejam capazes de realizar atividades que promovam o bem estar social, ambiental e político.

As empresas privadas e órgãos públicos das esferas federais, estaduais e municipais têm grande demanda por profissionais da área ambiental decorrente do crescimento econômico dos últimos anos e do aumento dos investimentos em obras do Programa de Aceleração ao Crescimento (PAC), saneamento e infraestrutura. Também, precisam desse especialista para desenvolver atividades como controle de poluição, regularização e licenciamento ambiental de projetos e minimização de impactos socioambientais nas usinas hidrelétricas, indústrias de base (química e petroquímica, mineração, siderurgia e de papel e celulose) e grandes obras de infraestrutura em rodovias, portos ou ferrovias (FILHO, 2013).

Entre os empregos no setor empresarial, o engenheiro ambiental poderá atuar em grandes empresas de extração, complexos industriais, bem como as de geração de energia, para implantar sistemas de gestão ambiental de acordo com as normas ISO 14001, controlar e monitorar emissões atmosféricas, realizar tratamento de

efluentes e resíduos, procedimentos de licenciamento e regularização ambiental, avaliação de impactos e auditorias ambientais, perícias ambientais, entre outras atividades (FILHO, 2013).

Neste ramo também se encontram as consultorias, onde são elaborados planos de uso do solo, estudos para o licenciamento ambiental de projetos, pareceres técnicos e projetos específicos na área ambiental para recuperar áreas degradadas e remediar áreas contaminadas (FILHO, 2013).

O mercado de trabalho dos engenheiros é competitivo e exigente, sendo afetado pela atual instabilidade da economia mundial, tornando-se também menos empregador. Com a globalização, muitos engenheiros migraram das grandes empresas para as pequenas e médias, o que ocasiona uma demanda por profissionais capazes de integrar conhecimentos técnicos e industriais a habilidades administrativas e financeiras.

A expansão do campo de atuação, a competitividade do mercado de trabalho, a mudança de foco da economia e outros fatores são decisivos para que o engenheiro, ao longo de sua carreira, mude de emprego ou posição dentro das empresas, trabalhe em diferentes setores produtivos ou em seu próprio negócio. Portanto características como adaptabilidade e capacidade de aprender de forma autônoma novos conhecimentos são desejáveis nesta profissão.

Moraes (1999) apresenta os atributos necessários para o futuro engenheiro:

Conhecimentos: fundamentos da engenharia (ciência e tecnologia) e das relações entre seus diversos ramos, conhecimentos em diversas áreas tais como computação, administração de empresas, lucros, finanças, satisfação do cliente, competição, riscos, tributação, leis e regulamentações, marketing, impacto da tecnologia no meio ambiente e nas pessoas;

Habilidades: desenvolver projetos em laboratório ou em campo, analisar e resolver problemas, encontrar soluções referentes a práticas em uso, dialogar, trabalhar em equipe, conhecer gestão de recursos e processos e avaliar seu trabalho e de seus pares;

Atitudes: ética, integridade e responsabilidade são fundamentais para tratar com colegas, na sociedade e na profissão. As atitudes de preocupação com o meio ambiente, iniciativa, empreendedorismo, adaptabilidade, disposição de procurar especialistas quando necessário, motivação e interesse pelo aprendizado autônomo e contínuo durante suas vidas.

Apesar disso, Moraes (1999, p. 64) considera que em muitos cursos, no ensino de Engenharia está presente uma pedagogia “que define comportamentos de entrada e de saída como verdadeiras linhas de montagem, sequencial e hierárquica, previamente estruturada pelos professores ou pelo planejador, alienados do contexto sociocultural dos indivíduos”. Esse tipo de ensino preserva-se o passado, enfatiza o conformismo, não percebe o lado construtivo do erro, elimina as tentativas de liberdade e expressão.

Este ensino privilegia a concepção positivista da ciência, que trata o conhecimento como acabado e desvinculado de seu contexto histórico, sendo baseado na memorização, no pensamento convergente, na resposta única e verdadeira, valoriza excessivamente os conteúdos específicos e, especificamente os conhecimentos matemáticos e naturais.

A sobrecarga dos currículos de Engenharia é um entrave a utilização de novas propostas de ensino que rompam com essa concepção positivista. Ao optarem por metodologias convencionais pelo excesso de conteúdos, automaticamente impede que os alunos sejam participativos, críticos e levantem questões atuais do seu interesse. Esse tipo de ensino positivista não contribui para que o aluno tenha condições de adquirir as competências necessárias para trabalhar neste ramo.

Sua formação deve considerar as mudanças ocorridas na sociedade e o ensino na Universidade deve ser o mais abrangente possível. As Instituições de Ensino Superior devem possibilitar uma educação que considere essa alta taxa de mudanças. Para isso, devem rever seus papéis e se empenharem para cumpri-los de maneira a capacitar os futuros profissionais para enfrentarem a nova realidade.

Essas Instituições podem contribuir efetivamente para que estes profissionais desenvolvam uma melhor atuação, maior empregabilidade e lhes confirmem mais flexibilidade em suas futuras carreiras.

Mesmo reconhecendo as responsabilidades destas instituições, não nos esquecemos que existe a necessidade da formação contínua de todos os profissionais ao longo de toda a vida, para desempenharem bem seus papéis em uma sociedade em constante transformação.

Essa sociedade exige uma formação mais completa. Dias Sobrinho (2002, p. 19) afirma que a “formação humana plena comporta várias dimensões: técnica,

ética, política, social, ou seja, tudo o que tem a ver com o desenvolvimento material e espiritual do indivíduo e da sociedade”.

Este autor define como primeira e última função da Universidade garantir uma formação plena do indivíduo mas,

[...] esta não é prerrogativa exclusiva da universidade, que está definitivamente muito longe de, sozinha, poder dar conta dessa ingente, complexa e sempre incompleta tarefa. Além disso, poucos indivíduos têm acesso à universidade, especialmente nos países pobres. Mas, certamente é esta a instituição que a sociedade criou e mantém para produzir e divulgar conhecimentos e formar os cidadãos, com elevada qualificação e grande dose de inovação e crítica. Nisto consiste seu diferencial: a universidade é estrutural e intencionalmente voltada para a produção de conhecimentos e a formação humana (DIAS SOBRINHO, 2002, p.18).

Para que ela abarque essas dimensões exige-se que o currículo ao longo do curso preocupe-se com “a técnica, o conhecimento especializado, os saberes práticos que são imprescindíveis para ajudar a humanidade a responder às demandas da vida pragmática” (DIAS SOBRINHO, 2002, p. 20). Ela também deve abranger os novos problemas que a sociedade enfrenta, pois, segundo Dias Sobrinho (2002) muitas vezes, os conteúdos programáticos que são ensinados na Universidade se referem muito mais ao passado, pouco ao presente e menos ainda ao futuro.

Currículos que apresentam grades curriculares estanques, desatualizados, conteúdo técnico sem articulação com as disciplinas básicas e ausência de disciplinas que poderiam suscitar algumas questões de responsabilidades sociais podem comprometer a formação do engenheiro ambiental.

O currículo de Engenharia, de acordo com o art 7º da Res. 02/2006 do CNE/CES, abrange as capacidades que o aluno precisa desenvolver nas Instituições de Ensino Superior, que deverão estar inseridas em três núcleos de conteúdos: Núcleo de Conteúdos Básicos, Núcleo de Conteúdos Profissionais Essenciais e Núcleo de Conteúdos Profissionais Específicos.

Problemas com questões ambientais atuais que os intriguem podem ser trabalhadas a partir de situações de aprendizagem interdisciplinares desde o início do curso ou podem ser trabalhadas apenas nas disciplinas de conteúdos profissionais específicos. Esta última opção seguramente privaria o aluno de uma formação adequada para lidar com os desafios da sociedade atual. Para Santomé (1998) a interdisciplinaridade, vista como a superação da abordagem disciplinar

tradicionalmente fragmentária, auxilia na formação polivalente, com maior capacidade de enfrentar os problemas que encaramos atualmente.

Também é preciso frisar que apostar na interdisciplinaridade significa defender um novo tipo de pessoa, mais aberta, flexível, solidária, democrática e crítica. O mundo atual precisa de pessoas com uma formação cada vez mais polivalente para enfrentar uma sociedade na qual palavra mudança é um dos vocábulos mais frequentes e onde o futuro tem um grau de imprevisibilidade como nunca em outra época da história da humanidade. [...] Alunos e alunas com uma educação mais interdisciplinar estão mais capacitados para enfrentar problemas que transcendem os limites de uma disciplina concreta e para detectar, analisar e solucionar problemas novos (SANTOMÉ; 1998, p. 45 e 74).

Observa-se que há uma barreira a ser enfrentada pelos estudantes de engenharia nas disciplinas de conteúdos básicos, uma vez que estes estudantes não percebem a presença desses componentes curriculares nas disciplinas de conteúdo específico, devido à falta de articulação entre essas disciplinas o que ocasiona, uma lacuna no conhecimento para exercer sua prática profissional (POPIOLSKI; RICHIT; TORTYELLI, 2013).

Para que esta barreira seja transposta é necessário superar a formação fragmentária que temos hoje e incentivar uma formação mais integral, introduzindo novas formas de articulação teoria/prática, estimulando a pesquisa e a produção de conhecimento de forma cooperativa, interdisciplinar e que possibilite intervenções na realidade.

A proposta é então trabalhar com projetos em que o currículo seja coerente com o objetivo de formar para a cidadania crítica, não estando regido segundo uma estrutura rígida, mas aberta para investigações e reflexões a partir de problemas ambientais e de temáticas contemporâneas fortemente marcadas pela dimensão científico-tecnológica. Abarcando não somente um saber específico, mas permitindo o domínio de conhecimentos científicos e culturais, compreendendo-os na complexidade de suas interligações e relações.

3 ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA

Nos últimos anos, o ensino da estatística tem-se difundindo grandemente devido à sua utilidade na formação cívica do cidadão. Graças à sua potencialidade em resolver problemas de diferentes áreas do conhecimento, desde o seu surgimento, tem-se desenvolvido como uma ciência interdisciplinar, envolvida com questões sociais e políticas do interesse da sociedade. Portanto, o conhecimento de Estatística é cada vez mais necessário na construção da cidadania (BATANERO, 2004).

Em diversas áreas do conhecimento, como agronomia, biologia, direito, economia, engenharia, farmácia, física, geologia, hidrologia, matemática, medicina, nutrição, odontologia, psicologia, química e sociologia a estatística tem sido utilizada na realização de pesquisas científicas. Assim, questões ambientais, judiciais, sociais podem ser foco de pesquisas que visam à otimização de recursos econômicos e de processos de produção, relacionadas ao aumento da qualidade e produtividade.

Rao (1997) entende Estatística pela equação: Conhecimento incerto + Conhecimento sobre a incerteza = Conhecimento útil. Segundo essa compreensão, o objetivo da Estatística é analisar os dados disponíveis e que estão sujeitos a um certo grau de incerteza no planejamento e obtenção de resultados úteis.

Para o conhecimento do processo e para a tomada de decisão, as informações estatísticas são imprescindíveis. Por exemplo, a estatística fornece ferramentas para que os governos possam atuar na melhoria contínua das políticas públicas ao definir suas metas, avaliar seu desempenho e identificar seus pontos fortes e fracos.

Portanto, o desenvolvimento de um país depende em grande parte do seu sistema estatístico. Ao produzir estatísticas completas e confiáveis, estas informações são utilizadas para a tomada de decisões acertadas do tipo econômico, social e político. Nesse sentido, é necessária a formação adequada de todos: técnicos que produzem essas estatísticas, funcionários que colaboraram na obtenção dos dados requeridos, e também profissionais diversos e cidadãos, pois eles necessitam interpretar as informações e tomar decisões baseadas nelas (BATANERO; GODINO, 2005).

Dessa forma, eles não são excluídos do debate na sociedade e podem argumentar em discussões sociais e políticas.

Resultados matemáticos e dados estatísticos são uma referência constante durante debates na sociedade. Eles fazem parte da estrutura da argumentação. Dessa forma, a matemática é usada para dar suporte ao debate político. Mas não apenas isso. Ela se torna parte da linguagem com a qual sugestões políticas, tecnológicas e administrativas são apresentadas. A matemática torna-se parte da linguagem do poder (BORBA; SKOVSMOSE, 2011, p. 127).

Moore (2000) argumenta que o uso de palavras, assim como os dados, estão presentes em nossa sociedade e necessitam de uma interpretação, pois elas não se interpretam a si mesmas. Para que possamos entender as palavras corretamente, um escritor precisa as dispor em argumentos convincentes, porque, senão elas são apenas frases sem sentido. Os dados também podem ser convincentes, enganosos ou simplesmente inócuos. A capacidade de compreender e interpretar as informações e argumentos baseados em dados é necessária para todos. Uma formação sólida envolvendo o estudo da estatística garante que os dados não pareçam sem sentido e possibilitam ao aluno se posicionar em debates baseados nesta informação.

Compreender Estatística é essencial para a formação de profissionais da área técnica de um país, para que as informações que servirão como base em tomadas de decisão nas áreas econômicas sociais e políticas do país tenha qualidade (BATANERO, 2001).

D'Ambrósio (2000) discute ciências exatas segundo duas visões diferenciadas: a visão internalista e a visão externalista. Ele argumenta que a primeira vê o desenvolvimento da ciência como sendo disponível apenas para alguns gênios, sendo acessível somente para poucos indivíduos privilegiados. A vertente externalista busca explicações e maneiras de lidar com uma realidade e com as estruturas socioeconômicas e culturais. Desta maneira, esta vertente é adequada para o trabalho com projetos de Estatística, pois desfaz o caráter de genialidade em que poucos devem ter condições de analisar criticamente os dados, que é sustentado pela visão internalista. Ao trabalhar com projetos de Estatística, o aluno está incluído no processo de ensino e percebe que analisar dados é competência da sua formação profissional, portanto, não pode estar reservada a uns poucos.

Cazorla et al. (1999) destaca que o perfil dos novos profissionais está mudando e a importância da formação em Estatística cresce a cada dia, devido à grande quantidade de informações e necessidade de sua análise para decisões acertadas.

Batanero (2004) considera que as principais finalidades de se ensinar Estatística estão relacionadas a utilizar a Estatística para questionar, compreender o mundo e tomar decisões inteligentes.

A Estatística apresenta destaque na sociedade atual devido a sua “utilidade na vida diária, seu papel instrumental em outras disciplinas, a necessidade de um conhecimento estocástico básico em muitas profissões e o importante papel da estatística no desenvolvimento de um pensamento crítico” (BATANERO, 2006, p. 63).

Para efetivar o desenvolvimento de um pensamento crítico por meio da Educação Estatística, Batanero (2001, p. 6) considera que “é preciso evoluir em métodos de ensino adaptados a natureza específica da Estatística e que nem sempre se podem transferir os princípios gerais do ensino da Matemática.”

Holmes (2000) salienta que ensino de estatística deve ter como objetivo levar os alunos a tomar consciência e apreciar o papel da estatística na sociedade e reconhecer sua utilidade em diversas áreas para resolver problemas. Por isso, relacionar o ensino de Estatística a problemas do dia-a-dia do aluno tende a melhorar sua base de argumentação, além de aumentar o seu interesse e valor por esta ciência.

O desenvolvimento de um pensamento crítico vai além de entender os índices expressos em percentual, como crescimento populacional, taxas de inflação e desemprego. O cidadão precisa analisar/relacionar criticamente os dados que são apresentados, questionando/ponderando até mesmo sua veracidade. Para tirar conclusões, o aluno também precisa desenvolver a capacidade de organizar e representar uma coleção de dados, além de refletir e ser crítico para interpretar e comparar esses dados (LOPES, 2008).

Skovsmose (2007) propõe que ampliemos mais ainda nossa visão, refletindo e questionando a suposta neutralidade dos modelos estatísticos. Empreendimentos que de alguma forma afetam a sociedade estão relacionadas às tecnologias. O caso praticado no transporte aéreo, *overbooking* teve grande repercussão no Brasil é um exemplo disso. Para otimizar a receita total das companhias aéreas, uma estratégia

de mercado baseada em estatísticas foi utilizada. Justificada pelo fato de que, frequentemente partem muitos vôos com número significativo de assentos vazios mesmo quando todos os assentos foram reservados/vendidos. Para aumentar virtualmente a capacidade de uma aeronave no Sistema de Reservas uma construção estatística foi utilizada.

A gestão de Receita (*Revenue management* ou *Yield Management*), além de ser aplicada pelas empresas de aviação, é também bastante utilizada em hotelaria. O artigo *Revenue Management a Gestão de Receitas na hotelaria em Foz do Iguaçu – PR de Boaria e Anjos (2014)* expõe o tema em um estudo de caso abordando a parte histórica e a definição de *Yield Management* por vários autores.

Em ambas as áreas, o implemento desta prática traz para a sociedade grandes benefícios. Um deles é o de oportunizar aos funcionários uma garantia maior de trabalho, já que é comum diminuir o número de funcionários em épocas de pouca procura, outra vantagem é que nas estações de baixa temporada o consumidor pode encontrar preços menores, pois nestas épocas as companhias fazem promoção justamente para manter seus vôos ou hotéis lotados.

A Estatística pode ser empregada em diversos campos do saber sendo especialmente útil “na aplicação de seus conteúdos na vida real”, por isso, seu conhecimento é essencial tanto na vida profissional quanto para o exercício da cidadania (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011, p. 51).

A aprendizagem da estatística que complementa a formação dos alunos será significativa se considerar situações que sejam familiares a eles, que sejam contextualizadas, e passíveis de investigação e análise. Quando o ensino da Estatística e da probabilidade ocorre através de experimentações, observações, registros, coletas e análises de dados de maneira interdisciplinar, possibilita aos estudantes o desenvolvimento do sentido crítico, que é essencial para o exercício de uma cidadania crítica, responsável e participativa (LOPES, 2008).

Gal (2002) também argumenta que, para a formação de um cidadão informado e crítico capaz de resolver as situações problemas do seu cotidiano com melhor desempenho, deve-se incluir estudos estatísticos.

Estas habilidades e conhecimentos estatísticos devem estar voltadas a reflexão, formação de conceitos críticos e a efetivação de uma ação reflexiva que garanta a construção da cidadania (LOPES, 2004).

Desta forma, os alunos podem reconhecer a importância da Estatística em sua profissão e na sociedade, conhecer seus diferentes campos de aplicação e a maneira como ela contribui para o seu desenvolvimento.

Apesar da sua reconhecida importância em diferentes áreas e da evolução ocasionada pelas crescentes necessidades de informação, de organização e de análise de dados na sociedade atual, “o ensino de Estatística, em qualquer um dos níveis de ensino, vem, há tempos, apresentando problemas, sendo responsável por muitas das dificuldades enfrentadas pelos alunos em suas atividades curriculares” (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011, p. 10).

Para o ensino de estatística acompanhar essa evolução, o seu currículo precisa de uma profunda revisão que integre a análise de dados contextualizada, para favorecer o desenvolvimento dos conceitos envolvidos, orientados para a compreensão e resolução de problemas (PONTE; FONSECA, 2000, p. 194).

O ensino de Estatística deve ser orientado para o desenvolvimento de três competências: a literacia estatística, o pensamento estatístico e o raciocínio estatístico.

A literacia pode ser entendida como a dimensão técnica do conhecimento estatístico. Está relacionada a habilidade de argumentar usando corretamente a terminologia estatística, interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas, além de compreender o significado das informações inseridas em um contexto. A literacia é uma capacidade indispensável para o exercício da cidadania, pois através do entendimento dos termos, ideias, técnicas estatísticas e a capacidade de coletar e organizar dados, interpretar corretamente as informações estatísticas e descrever o resultado para aquele contexto, ele torna-se capaz de pensar criticamente sobre as informações e tomar boas decisões a partir delas. Além disso, atua como uma pessoa informada e educada ao explicar coerentemente suas ideias e resultados (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011).

Para entender, interpretar e comunicar a informação estatística conforme requer essa competência, deve ser dada oportunidade aos estudantes de produzirem seus próprios dados e fazerem questionamentos, não tratando passivamente as informações e os resultados obtidos. Além disso, o professor deve valorizar suas ideias e interpretações e estimular atitudes de diálogo e discussão e priorizar o entendimento dos conceitos básicos de Estatística ao invés do cálculo. Por isso, é aconselhável trabalhar com questões contextualizadas e expor os alunos

a situações em que precisem explicar seus resultados para convencer outras pessoas das suas ideias, de maneira oral ou escrita. Para desenvolver a literacia, os estudantes precisam aprender a usar a Estatística em sua vida diária como trabalhadores, consumidores ou cidadãos, como evidência para argumentações. Ao analisar e criticar artigos veiculados pela mídia utilizando a Estatística, o estudante tende a melhorar sua argumentação e valorizar o conhecimento estatístico (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011).

O pensamento estatístico abarca as habilidades de aplicar, criticar, generalizar, estimar e avaliar. Inclusive, a capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas, considerando a presença da variabilidade e da incerteza. A partir dos dados do problema, associa modelos matemáticos à sua natureza contextual. Essa capacidade se desenvolve quando o estudante escolhe adequadamente as ferramentas estatísticas para interpretar um problema. Neste caso, ele vai além de obter os dados, refletir sobre as variáveis envolvidas, pois enxerga o processo de maneira global, entendendo suas relações, questionando e investigando os resultados obtidos, interpretando as conclusões também em termos não estatísticos, pensando além do que lhe é exigido, tendo curiosidade e vontade de solucionar o problema.

O raciocínio estatístico significa entender um processo estatístico, interpretar seus resultados e conseguir explicá-lo. Existem diferentes tipos de raciocínio: raciocínio sobre os dados e sua representação, raciocínio sobre as medidas estatísticas, sobre o reconhecimento da variabilidade, da incerteza, da probabilidade e da aleatoriedade, raciocínio sobre amostras e o raciocínio sobre associações, que envolve saber julgar e interpretar as relações entre as variáveis envolvidas no contexto do problema.

O estudo estatístico envolve saber como interpretá-lo e elaborar perguntas críticas acerca do que é apresentado, como por exemplo, qual a confiança que permitem as medidas utilizadas, ou qual a representatividade da amostra.

Gal e Garfield (1999, p. 2) consideram que os estudantes são capazes de apreenderem o raciocínio estatístico ou o pensamento estatístico se eles foram capazes de:

1. Compreender como se conduz e se desenvolve investigações estatísticas a partir do conhecimento de variação, descrição e organização de populações, amostra, inferências da amostra para a população;

2. Compreender os processos presentes em uma investigação estatística, ou seja, elaborar a pergunta do estudo; planejar, coletar, organizar, explorar, analisar os dados, interpretar e discutir os resultados em função das perguntas formuladas;
3. Dominar os procedimentos estatísticos, como organizar os dados, calcular índices (como medidas de tendência central e de dispersão), utilizar diferentes tipos de representações e novas tecnologias.
4. Compreender as idéias matemáticas presentes nos procedimentos estatísticos: entender porque o valor da média pode ser afetado pela presença de valores extremos de um conjunto de dados ou explicar o que acontece à média ou à mediana quando os valores sofrem alterações;
5. Desenvolver a noção de probabilidade e de incerteza utilizando atividades de simulação e de discussão, em que os alunos percebam a quantidade de fenômenos imprevisíveis que ocorrem em nosso cotidiano, e como podem se formar intuições incorretas e retirar conclusões erradas ou tomar decisões menos adequadas a partir deles;
6. Comunicar estatisticamente utilizando a terminologia estatística de forma crítica, com base na construção de argumentos e da análise exploratória de dados;
7. Desenvolver atitudes estatísticas positivas ao se analisar os resultados obtidos na aplicação de testes estatísticos.

Campos, Wodewotzki (2007) também consideram como essenciais à formação os saberes estatísticos: compreender o propósito e a lógica das pesquisas estatísticas, entender como funciona o processo de pesquisa, sabendo como, quando e porque as ferramentas estatísticas são usadas; organizar os dados em gráficos e tabelas a partir dos recursos da informática ou manualmente, compreender as idéias matemáticas envolvidas; entender os conceitos relacionados à probabilidade e à incerteza que aparecem no cotidiano; ser capaz de interpretar os resultados; assumir uma postura crítica e reflexiva sobre os argumentos estatísticos e, também, possuir a habilidade de comunicar estatisticamente os argumentos utilizando terminologia específica da Estatística.

Para que estas metas sejam alcançadas, muitos educadores concordam que a aprendizagem estatística mais significativa para o aluno é decorrente de um processo investigativo em sala de aula. A oportunidade de aprendizagem e crescimento do aluno através da investigação está relacionada à atitude que o estudante tem de buscar, selecionar, fazer conjecturas, analisar, interpretar

informações e apresentá-las. Essa atitude não é passiva, sem esforço e sem significado. É um processo que proporciona oportunidades para reflexões e críticas das informações obtidas. Essas informações podem envolver questões sociais, econômicas, políticas e ambientais e, quando devidamente analisadas ajudam o estudante a ter uma visão mais crítica do mundo (WODEWOTZKI; JACOBINI, 2005).

Esta abordagem incentiva a interpretação ao invés de valorizar os cálculos. Portanto, favorece a abertura de espaço para dialogar e criticar informações a partir da pesquisa, análise e contextualização das informações, possibilitando ao aluno adquirir interpretações mais adequadas do tema investigado e incorporá-las à sua própria experiência (WODEWOTZKI; JACOBINI, 2005).

Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011) consideram que a Educação Estatística pode seguir os princípios da Educação Crítica se ela oportunizar:

- O Trabalho de Estatística com exemplos reais ou contextualizados dentro de uma realidade condizente com a dos alunos através de projetos, em que eles possam trabalhar individualmente e em grupos, utilizando os princípios da modelagem matemática;
- O debate e o diálogo entre os alunos e entre eles e o professor, a partir de uma postura democrática de trabalho pedagógico em que os alunos assumem responsabilidades pelo processo;
- A análise e interpretação dos resultados, valorizando a escrita e promovendo julgamentos sobre a validade das ideias e das conclusões, fomentando a criticidade e incentivando os alunos a se posicionarem perante os questionamentos;
- Atividades tematizadas de ensino que possibilitem o debate de questões sociais e políticas condizentes a realidade vivenciada dos alunos, que incentivem a liberdade individual, a justiça social e valorizem a reflexão sobre o papel da Estatística nesse contexto;
- O uso de tecnologias no ensino de Estatística para que os alunos adquiram competências de caráter instrumental e saibam como agir numa sociedade eminentemente tecnológica;
- O desenvolvimento do trabalho a partir de um ritmo próprio, adotando um tempo flexível para o desenvolvimento dos temas e projetos;

- Debates que evidenciem o currículo oculto, onde haja participação dos alunos nas decisões tomadas sobre o planejamento do currículo e o controle do processo educacional;
- Avaliação constante do desenvolvimento do raciocínio, do pensamento e da literacia, desmistificando o processo de avaliação do aluno, permitindo que ele participe desse processo e assuma responsabilidades sobre ele.

A Educação Crítica aliada a Educação Estatística tem um objetivo social que, além de dar significado ao conteúdo estatístico, procura que essa compreensão ocorra de forma democrática, incentivando o desenvolvimento do espírito crítico, da responsabilidade ética e da conscientização ambiental e política (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011).

O ensino de estatística que deseja alcançar esse objetivo social - uma educação voltada para a cidadania - precisa de metodologias diferenciadas.

Para mudar o ensino baseado em uma abordagem tradicional e centralizada no professor, Batanero (2001) sugere valorizar os temas presentes na realidade dos alunos para gerar situações de aprendizagem e possibilitar um trabalho utilizando representações gráficas, sem uso de fórmulas complexas.

Batanero (2001) percebe que as situações associadas ao ensino de Estatística devem ser consideradas pelos docentes ao planejarem suas atividades: mudança progressiva e sucessiva no conteúdo e na demanda de formação, sociedade cada vez mais informatizada, falta de conhecimento estatístico, deficiência na compreensão das técnicas básicas de análise de dados e na sua interpretação, expansão e mudanças na Ciência, numerosos procedimentos disponíveis, uso de tecnologias, desconhecimento das dificuldades que os alunos possuem.

Aspectos conceituais básicos como o de probabilidade e aleatoriedade, independência, teste de hipótese, amostras, entre outros, são diferentes dos determinísticos do ensino clássico e tradicional da Matemática (BATANERO, 2001).

Snee (1993) entende que a educação estatística deve ser orientada a partir do pensamento estatístico que é usado na resolução de problemas do mundo real oportunizando a recolha de dados, a compreensão e a modelação da variação, representação gráfica de dados, experimentação e questionamento.

A aula expositiva pode ser substituída por um ensino interativo em que o aluno pode experimentar e manipular grandes conjuntos de dados a partir do uso de

planilhas e simulação. Apesar de seu uso no ensino ser ainda tímido, a sua utilização pode eliminar a maior parte do trabalho braçal, acelerar a compreensão e melhorar o entendimento de conceitos estatísticos (VIALI, 2004).

Batanero e Díaz (2004) propõe a introdução de aulas baseadas em trabalho com projetos estatísticos, alguns dos quais apresentados pelo professor e outros escolhidos livremente pelos alunos. Em vez de introduzir os conceitos e técnicas estatísticas e trabalhar apenas com problemas abstratos que não se encontram na vida real, os alunos têm a oportunidade de aprenderem estatística de forma contextualizada.

Dessa forma, o modo de encarar a Estatística pode ser alterado. A perspectiva instrumental, em que se utilizam regras e fórmulas não será mais adequada quando se utiliza a Estatística para resolver problemas reais. Com problemas reais, o ensino não segue apenas o manual, mas valoriza as explicações do professor quanto aos procedimentos que devem ser realizados e também em relação ao seu controle da sala de aula.

Na perspectiva platônica, os professores vêem a Estatística como um corpo estático e unificado de conhecimentos, que é descoberto e não criado. Nesse caso, a aprendizagem da Estatística é fruto de uma recepção passiva de um conjunto de conhecimentos que não podem ser questionados. Essa abordagem não é coerente com a perspectiva de projetos, pois para ela, a Estatística é vista como um conhecimento construído a partir da necessidade de se encontrar soluções mais adequadas considerando-se o contexto do problema.

Não apenas o trabalho com projetos é defendido para melhorar o ensino de Estatística. As contribuições advindas da evolução dos estudos e pesquisas da Educação Estatística trazem consigo questionamentos e reflexões acerca dos objetivos da Estatística em todos os níveis de ensino, dos seus processos de ensino e aprendizagem e do seu papel na construção da cidadania, apontando direções.

Elas envolvem procedimentos que visem um ensino comprometido com as transformações sociais e a construção da cidadania, a busca de uma Estatística significativa para o aluno, vinculando-a à realidade, utilização de recursos e ambientes que propiciem o desenvolvimento de metodologias que contem com a participação ativa do aluno e contextos de trabalho em grupo.

Para isso, o ambiente de aprendizagem deve permitir o desenvolvimento de situações e atividades que propiciam o ato de pensar e agir com autonomia, despertando no aluno o hábito do estudo independente e a criatividade.

3.1 FORMAÇÃO ESTATÍSTICA PARA O ENGENHEIRO

As diretrizes curriculares para os cursos de engenharia propostos na resolução da ABENGE (BRASIL, 2002) estabelecem os conteúdos básicos necessários para a formação do Engenheiro: matemática, estatística, física, química, computação, expressão gráfica, ciências ambientais, ciências humanas e sociais.

A necessidade de introduzir estatística na formação básica do Engenheiro é indiscutível. A dúvida está na metodologia mais adequada para o seu ensino, como integrar Estatística às demais disciplinas do curso e como os alunos podem se sentir seguros para utilizá-la em sua vida profissional e em sociedade.

Quando os alunos de Estatística são submetidos a um ensino baseado em resolução de cálculos ou exercícios que não se aproximam da sua realidade eles perdem o interesse em estudá-lo e resulta em pouca ou nenhuma aprendizagem (VIALI, 2007).

Uma abordagem proposta para o ensino de Estatística que não se preocupa em introduzir práticas didáticas inovadoras que envolvam o aluno tem como características:

- 1) Uma distância grande entre o que é abordado em sala de aula e a realidade existente no mercado de trabalho e na sociedade atual;
- 2) Aulas maciçamente teóricas;
- 3) Avaliações que abordam questões com cálculos sem interpretação dos resultados;
- 4) Pouca ênfase ao trabalho em grupo;
- 5) Pouca prática de interdisciplinaridade;
- 6) Aulas que não promovem reflexões sobre como utilizar seu conhecimento para tomada de decisões;
- 7) Falta de interação entre professores e alunos fora da sala de aula.

Este tipo de abordagem acarreta muitos problemas, como o desinteresse dos alunos pela disciplina e, em muitos casos, a desistência do curso.

Os problemas daí resultantes são muito bem conhecidos: os alunos mostram-se desinteressados e desmotivados pela matéria, o conhecimento é fragmentado e há a presença contínua, em todas as matérias e em todos os anos, da clássica pergunta: "Para que serve essa matéria?" (MASETTO, 2003, p. 70).

Mudanças constantes e dinâmicas nos cursos de Engenharia são necessárias, pois a grande maioria dos alunos de Engenharia apresenta problemas de motivação em relação ao seu curso (SOUZA; RODRIGUES; TRIBESS, 2000).

Adequações curriculares como carga horária e modificação de ementas não são suficientes, o que realmente importa é uma grade curricular que tenha uma maior interligação entre as disciplinas. Isso exige valorizar um currículo flexível, continuamente atualizado, aberto às diferentes áreas do conhecimento (MASETTO, 2003).

Assim, diferentes disciplinas podem abordar problemas contemporâneos e emergentes envolvendo questões relacionadas à educação, cultura, política, economia, degradação do meio ambiente e direitos humanos.

O conteúdo do curso não pode ser definido exclusivamente pela disciplina. Ele também depende do curso, do tipo de profissional que se pretende formar e de suas necessidades (MASETTO, 2003).

Algumas pesquisas, como as realizadas na UFOP e USP enfatizam dificuldades enfrentadas no âmbito do ensino de Engenharia devido ao currículo. Por não conseguirem adequar o conteúdo das disciplinas em sua vida prática profissional, cerca de 45% dos alunos na UFOP e 39% na USP não conseguem manter o nível de motivação nos cursos de Engenharia. Os problemas didáticos e a grade curricular descontínua são apontados como maiores causadores desses efeitos nos alunos (SOUZA; RODRIGUES; TRIBESS, 2000).

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) após discutir sobre o perfil do profissional a ser formado pela instituição e visando atender as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES nº11 de 11 de março de 2002) e as Normas para a criação e reformulação dos Cursos de Graduação/UFSCar (Parecer CaG/CEPE nº171/98, substituído pela portaria GR nº 771/04, de 18 de junho de 2004) resolveu promover mudanças nos cursos de graduação de engenharia em relação ao ensino de Estatística (FILHO; DIAS, 2007).

Entre os principais motivos para reformulação do ensino de métodos estatísticos para os cursos de Engenharia, está a metodologia empregada no ensino e os conteúdos, que não estavam atendendo às necessidades atuais do profissional de Engenharia (FILHO; DIAS, 2007).

Após várias reuniões e debates, os profissionais envolvidos apresentaram a ementa de uma nova disciplina: Introdução ao Planejamento e Análise Estatística de Experimentos. Com isso, alteraram-se os conteúdos de maneira que o aluno obtivesse entendimento do papel da Estatística na experimentação científica, em métodos descritivos e exploratórios de dados, métodos de planejamento e análise de experimentos. Ademais, os objetivos foram modificados para que o futuro engenheiro, a partir da identificação de um problema, tenha capacidade de estabelecer um adequado plano experimental; analisar os dados coletados e obter possíveis conclusões utilizando análise estatística; reiniciar o processo e formular novas questões considerando as conclusões obtidas (FILHO; DIAS, 2007).

Entre as mudanças significativas, também está o oferecimento desta disciplina após o aluno ter cursado, no mínimo, quatro semestres de seu curso. Antigamente, a Estatística era cursada no segundo semestre de curso, e este aluno não possuía conhecimentos mínimos de sua área de atuação profissional para identificar a importância da disciplina na sua formação. Assim, um aluno que mal havia iniciado o curso não entenderia as aplicações de métodos estatísticos em suas áreas específicas (FILHO; DIAS, 2007).

Quanto a metodologia, a principal preocupação é a apresentação dos métodos estatísticos a partir de problemas concretos relacionados a área de formação dos alunos e, sobretudo sem a tradicional exigência de decorar fórmulas e regras de testes estatísticos. Definiram-se por priorizar a compreensão dos métodos, identificando quando e como utilizar cada método.

Após a redefinição dos conteúdos, dos objetivos, do período de oferta e da metodologia de trabalho deseja-se observar uma mudança no perfil do engenheiro formado a partir da implantação dessa proposta. Entre os resultados iniciais de sua aplicação, está a baixa desistência dos alunos na disciplina, o bom aproveitamento de aproximadamente 75% dos alunos participantes da disciplina, além de boa parte dos alunos trabalhar na análise de um problema da sua área para apresentação de um relatório ao final do curso (FILHO; DIAS, 2007).

O ensino da Estatística na Escola de Engenharia Mauá também sofreu alterações significativas. A principal justificativa está na dificuldade verificada pelos docentes, em despertar o interesse dos futuros engenheiros pela disciplina de Estatística, que para eles não parece estar relacionada com as demais disciplinas das diversas áreas da Engenharia (ARA; MUSSETI, 2001).

Com isso, notou-se a necessidade de tornar as aplicações práticas da Estatística visíveis nas áreas de formação do aluno. Iniciou-se então uma nova metodologia de trabalho, em que cada assunto passou a ser introduzido a partir de exemplos, sempre que possível com dados reais, nas áreas de interesse dos alunos. Os métodos estatísticos também foram apresentados através de exemplos a serem discutidos e resolvidos com o auxílio do programa Minitab (ARA; MUSSETI, 2001).

A partir dessas mudanças, foi verificado nos últimos anos um crescente interesse dos alunos durante as aulas e um melhor aproveitamento no curso. Os alunos perceberam a importância da Estatística em sua futura atividade profissional para analisar, interpretar e validar resultados experimentais, o que acarretou em um aumento do interesse e do gosto pelo aprendizado na disciplina (ARA; MUSSETI, 2001).

Devido a falta de integração entre as disciplinas da grade curricular do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), o Projeto Pedagógico precisou sofrer alterações. Foi observado que a falta de interdisciplinaridade trouxe problemas de aprendizagem, de retenção e de evasão. Por isso, para elaboração do novo projeto, foram incluídos a questão da interdisciplinaridade e flexibilização curricular, os aspectos do progresso social que poderão auxiliar o profissional a ter uma atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (GOMES et al., 2011).

Pinto e Rodrigues (2012) propõem que o ensino de Estatística para a Engenharia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) seja realizado a partir do uso de softwares. A metodologia utilizada consiste em três partes: na primeira os alunos pesquisam sobre o uso da estatística na sua área de atuação, na segunda etapa eles têm aulas de Estatística com o uso de planilhas eletrônicas. A seguir utilizam um banco de dados qualquer e apresentam um relatório técnico sobre ele.

Os alunos participantes do projeto piloto trouxeram para a sala de aula uma grande quantidade de situações concretas e contextualizadas em suas áreas de atuação, que foram compartilhadas entre os grupos. Como resultado, o interesse dos alunos pelos conteúdos de Estatística aumentou e, conseqüentemente, houve uma melhora na assimilação e no aprendizado dos conceitos trabalhados.

A disciplina de Introdução à Estatística para a graduação em Engenharia de Produção, em uma instituição federal de ensino em Vitória, no Estado do Espírito Santo, segundo Silva Júnior e Lopes (2014), foi reformulada para contribuir na formação de um Engenheiro de Produção nos seguintes aspectos: possibilitar a aquisição de competências diversificadas para o exercício da profissão e aumentar o seu nível de conhecimento técnico para que seja capaz de atuar na sociedade.

A disciplina optativa “Estatística aplicada às questões ambientais” oferecida para estudantes da PUC - Campinas envolveu os alunos em problemas ambientais ao identificar e analisar tendências anuais nos índices de temperatura média e precipitação pluviométrica de algumas cidades do estado de São Paulo. Esse trabalho foi proposto devido a lacunas encontradas sobre esse tema no currículo dos cursos de Engenharia. Nesta disciplina, os alunos trabalharam em grupos e muitas discussões foram geradas entre os participantes, o que ocasionou um ganho de conhecimento dos métodos e conteúdos estatísticos e de informática envolvidos e de questões relacionadas ao meio ambiente. Os estudantes envolvidos ficaram mais interessados ao utilizarem a Estatística numa situação da atualidade, em que observaram os impactos causados pelas mudanças climáticas em alguns índices de parâmetros climatológicos (PENEREIRO; FERREIRA, 2012).

Esta necessidade de serem identificadas relações e articulações entre a Estatística e outras áreas do conhecimento, principalmente na sua área de formação e com o cotidiano dos indivíduos é consenso entre os educadores matemáticos (D'AMBRÓSIO, 2007; SKOVSMOSE, 2007).

Ara (2006) propõe uma nova organização da disciplina de Estatística nos cursos de graduação em Engenharia e sugere que o ensino de Estatística seja introduzido a partir de exemplos contextualizados, sempre que possível com dados reais das áreas de interesse dos alunos. Também valoriza o trabalho em grupos e o uso de programas estatísticos para aumentar a motivação e facilitar o entendimento de conceitos. O autor apresenta exemplos de atividades didáticas para o ensino de Estatística adequado para o curso de Engenharia e defende o uso de uma variedade

de atividades como trabalhos de pesquisa, discussões em grupo, resolução de problemas e exposição pelo professor.

Um problema detectado pelo autor é o pouco contato dos alunos com o estudo dos fenômenos aleatórios, fato que não lhes permite uma melhor interpretação da realidade que os cerca. Por não terem essa compreensão, tendem a não valorizar o conhecimento de Estatística para sua área de atuação. A pouca importância dada à Estatística, resulta em um baixo aproveitamento no curso aliado a um alto índice de reprovação.

Ao analisar os principais livros didáticos utilizados pelos professores de Engenharia, Ara (2006) constata que estes livros apresentam predominantemente uma concepção determinística da realidade com a valorização da aplicação das técnicas. Para valorizar a construção de significados de conceitos necessários ao entendimento da realidade, exemplos contextualizados para o aluno se familiarizar com fenômenos aleatórios, tão presentes em nosso cotidiano, são imprescindíveis.

Problemas reais não apresentam dados bem comportados, respostas bem definidas e simplificações irrealistas como trazem os exercícios propostos em muitos manuais. Um aluno que durante toda a sua formação trabalhar somente com problemas estatísticos irrealisticamente simplificados terá grande dificuldade de se adaptar no mundo não acadêmico ou no mercado de trabalho (VIALI, 2007).

Os aspectos teóricos dos manuais não podem ser dispensados, mas tratá-los e aprendê-los de forma integrada com a realidade profissional será mais interessante e motivador para o aluno (MASETTO, 2003).

O acesso a um maior número de instrumentos e de técnicas intelectuais dá, quando devidamente contextualizado, muito maior capacidade de enfrentar situações e problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação. Isto é aprendizagem por excelência, isto é, capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas. Aprender não é o mero domínio de técnicas, habilidades e nem a memorização de algumas explicações e teoria (D'AMBROSIO, 2004, p. 51).

O ensino da Estatística que capacita o aluno para enfrentar situações e problemas novos utiliza os cálculos e técnicas para um processo de investigação em que questões desafiadoras são propostas, dados são coletados, analisados e interpretados e resultados são comunicados.

Os alunos de Engenharia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais que foram expostos à Aprendizagem Baseada em Problemas -

ABProb (fundamenta-se no uso contextualizado de uma situação problema para o aprendizado autodirigido) ou Aprendizagem Baseada em Projetos – ABProj, vivenciaram experiências de aprendizagem muito positivas pois o conhecimento adquirido em trabalhos desta natureza contribuiu para a aprendizagem significativa, capacidade de trabalhar cooperativamente, predisposição para análise e solução de problemas, capacidade de planejamento e gestão de projetos, dentre outras habilidades e competências que são valiosas no ambiente profissional (BARBOSA; MOURA, 2014).

Cordeiro (2001) ao analisar os anais dos COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia observa uma quantidade razoável de trabalhos abordando aspectos de adequações curriculares diversas. Estes tratam principalmente sobre reformas curriculares para a Engenharia e uso de tecnologia. Mas, apesar da preocupação dos pesquisadores, o autor considera que poucas transformações efetivas ocorrem na prática.

Pesquisas que apresentem resultados e reflexões sobre práticas realizadas com o uso de estatística nos cursos de Engenharia são necessárias para que possamos formar cada vez mais indivíduos capazes de tomar decisões e encontrar soluções para problemas envolvendo questões sociais, políticas, econômicas e ambientais na sociedade.

4 TRABALHO COM PROJETOS

Os trabalhos com projetos e abordagens temáticas são considerados uma alternativa diferenciada para o ensino frente aos desafios educacionais lançados pela Educação Crítica, principalmente para aproximar o conhecimento escolar da vida cotidiana.

A proposta do trabalho com projetos, desde sua versão inicial, no início do século XX considera que o conhecimento adquirido no meio acadêmico deve estar vinculado a vida dos alunos, deve iniciar de uma situação problemática e oferecer uma alternativa ao sistema curricular que fragmenta o conhecimento em disciplinas distintas.

Os trabalhos com projetos surgiram a partir das ideias de John Dewey de que o aluno precisa ser educado de maneira a não sentir diferença entre a vida exterior e a vida escolar. Até os anos 1930, estes foram utilizados no meio acadêmico a partir de diversas denominações “métodos de projetos, centros de interesse, trabalho por temas, pesquisa do meio, projetos de trabalho [...]” (HERNÁNDEZ, VENTURA, 1998, p. 67).

Apesar de ser antigo em pesquisas educacionais, o trabalho com projetos se constitui uma alternativa diferenciada e muitos dos alunos não estão acostumados com essa abordagem, portanto eles podem inicialmente se sentir inseguros para trabalhar em grupos, participar de debates, argumentar, defender ideias, tomar decisões e propor ações (SKOVSMOSE; PENTEADO, 2007).

Estes autores alertam para o cuidado que o professor deve tomar neste momento para que não direcione em excesso o projeto e nem se torne ausente, pois os dois extremos podem causar desinteresse nos alunos. O professor que deseja orientar um trabalho desta natureza, precisa se aperfeiçoar em uma postura de busca, procurando parcerias, pesquisando em livros, disposto a se aprofundar em um assunto que não tem familiaridade.

Fazenda (1995) destaca que o professor bem sucedido está sempre insatisfeito com o que realiza, com dúvidas a respeito do trabalho que executa, por isso está constantemente buscando, pesquisando e renovando seu compromisso com os alunos. Este se aventura em utilizar técnicas e procedimentos de ensino

convencionalmente pouco utilizados e no cuidado em torná-los transformáveis, conforme a necessidade de seus alunos.

Para que o trabalho com projetos seja uma atividade produtiva, o papel do professor deve ser de pesquisar a realidade, conduzir os alunos ao exercício da observação, percepção, análise crítica e criatividade; compreender sua responsabilidade social e investir na interação; planejar levando em conta o aluno real; avaliar permanentemente sua prática e a modificar; ser comprometido com novos paradigmas que orientam o pensar pedagógico; tornar-se um observador constante e atento, mediando as ações e interagindo com seus alunos (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998).

Masson et al. (2012) consideram que a aprendizagem acontece quando os alunos se envolvem em projetos, de sua própria escolha, alicerçados em seus interesses, e em geral transdisciplinares, sendo esta a aprendizagem mais desejável, pois:

1) Possibilita motivação para o aprendizado, sendo que através da aprendizagem que o ser humano projeta e constrói a sua própria vida.

2) Estimula o aluno a investigar e explorar seus interesses, assuntos que ele gostaria de aprender, e atribui ao educador a responsabilidade de encontrar maneiras de tornar tal atividade útil no desenvolvimento das competências básicas necessárias;

3) Busca tornar a aprendizagem um processo ativo, interessante para o aluno, de maneira que ele se envolva, não apenas na concepção e na elaboração dos projetos de aprendizagem, mas também na obtenção de dados, na análise e interpretação, buscando tornar a aprendizagem estimulante, por se tratar de um assunto de interesse dos alunos, e tornar a aprendizagem ativa e com real significado, mais do que a absorção de informações;

4) Pretende estabelecer uma relação entre a aprendizagem que ocorre na escola, na vida cotidiana, vinculando os processos cognitivos e sua experiência no mundo;

5) Considera que nem todas as pessoas aprendem as mesmas coisas, pelos mesmos métodos, nos mesmos ritmos e nos mesmos momentos. A aprendizagem é influenciada pelos seus interesses, suas aptidões, seu estilo cognitivo e até mesmo seu estado de espírito;

6) A absorção de grandes quantidades de informações (fatos, conceitos, princípios, valores, procedimentos) não é considerada o objetivo máximo da educação. O aprendizado é o subproduto esperado da ação do professor através de projetos;

7) A tecnologia digital é considerada parte integrante e indissociável na metodologia de projetos de aprendizagem, e ela abre espaço para interação, aprendizagem colaborativa, comunicação dos processos e resultados.

O trabalho com projetos é uma alternativa pedagógica que beneficia a aprendizagem dos estudantes através do uso da tecnologia, transdisciplinaridade, motivação para aprendizagem, além de considerar o interesse e as aptidões dos alunos.

Ao realizar projetos para o ensino de Estatística os alunos podem perceber que ela é inseparável de suas aplicações. Conhecendo a história da estatística, podemos adquirir compreensão de como foram criados conceitos e métodos comumente usados em estatística (correlação, análise fatorial) a partir de ideias e sugestões de diferentes áreas do conhecimento preocupadas em resolver problemas em seu domínio de atuação.

Trabalhar com projetos auxilia a adquirir conhecimento e ser capaz de aplicá-lo. Os problemas e exercícios de livros normalmente direcionam o aluno para que ele possa conhecer as técnicas estatísticas. A capacidade de aplicar corretamente este conhecimento não requer só conhecimentos técnicos (como preparar um gráfico ou calcular uma média), também necessita do conhecimento estratégico (saber em que situação usar um conceito ou gráfico dado). Trabalhando com projetos, os alunos adquirem conhecimentos técnicos para resolver seu problema e conhecimentos estratégicos ao pensar na prática em questões como: Qual é o meu problema? Preciso de dados? Como posso obtê-los? Como analisá-los? O que esse resultado significa na prática?

Holmes (1997) aponta para a possibilidade dos projetos estatísticos serem utilizados para aumentar a motivação dos alunos. Vários pontos positivos podem ser destacados através de projetos:

- A estatística utilizada é contextualizada e torna-se mais relevante, uma vez que os dados vêm de um problema real e precisa ser interpretada de acordo com seu contexto.

- O aluno pode ser co-responsável pelo aprendizado ao escolher um tema e envolver-se nele. O aluno se interessa em resolver o problema, que não foi imposto pelo professor.

- Projetos proporcionam o uso de dados reais, com situações reais, não aquelas idéias prontas do livro ou inventadas pelo professor. Isso possibilita abertura para questionamentos envolvendo precisão, variabilidade, confiabilidade, possibilidade de viés de aferição.

- Os projetos possibilitam os alunos entenderem que a Estatística não pode ser reduzida a conteúdos matemáticos.

Os alunos compreendem as principais diferenças entre a Matemática e Estatística: Na Estatística, o contexto motiva os procedimentos e é fonte e base de interpretação. Ela é caracterizada pela indeterminação, desordenação ou limitação de contexto, diferente da natureza mais precisa e finita da Matemática. A Matemática possui uma resposta única, enquanto a solução da Estatística pode ser apresentada a partir de uma opinião com diferentes graus de razoabilidade. Portanto, a Educação Estatística tem como objetivo capacitar os alunos para apresentarem descrições, julgamentos, inferências, argumentos sobre as interpretações de dados, usando ferramentas matemáticas apenas na medida em que forem necessárias.

Além disso, segundo Batanero e Diaz (2011) os projetos de estatística contribuem para a aquisição das seguintes competências:

Habilidades de comunicação: Os alunos exercem habilidades de construir e comunicar o conhecimento adquirido. Eles organizam melhor seu pensamento para explicar seu ponto de vista. Também adquirem atitudes positivas ao formarem um juízo crítico, gerar ideias e ter facilidade de expressar oralmente (afirmando conclusões a seus pares) e escrita (escrever o relatório do projeto).

Competência matemática: Os alunos usam diferentes conhecimentos matemáticos ao ter que trabalhar com números inteiros, frações, decimais, símbolos, funções, elementos geométricos e medição, além de realizar operações básicas e utilizar o raciocínio matemático. Pode-se implementar processos de reflexão para obter solução de problemas através do reconhecimento das técnicas adequadas. O trabalho com projetos proporciona uma integração da matemática com outras disciplinas.

Competência de interação com o mundo físico: O trabalho com projetos possibilita a compreensão de acontecimentos atuais e suas consequências, através de análise dos fenômenos sociais, políticos, ambientais envolvidos. Torna possível identificar questões ou problemas atuais, compreender e analisar a situação, emitir conclusões a fim de tomar melhores decisões.

Competência digital: Os alunos, por meio de projetos são encorajados nas fases de coleta de dados e organização, análise e interpretação dos dados, a recolherem e processarem informações para transformá-la em conhecimento. Eles podem adquirir habilidades digitais ao utilizarem a calculadora, computadores e softwares e através deles, organizar as informações, questionar, relacionar, analisar, sintetizar, fazer inferências e deduções de diferentes níveis de complexidade.

Competência social e cívica: Os alunos ao participarem dos projetos, compreendem que são responsáveis por tomar decisões e cada decisão leva a uma consequência. Quando as escolhas são mais acertadas elas contribuem para melhorar a sociedade em que vivemos. Os alunos percebem que a estatística ajuda a encontrar a melhor solução ao problema que estamos enfrentando, seja social, político ou econômico. Além disso, os projetos realizados em grupos promovem a cooperação e valorização do trabalho dos outros. Para sua realização, os alunos sentem a necessidade de adotarem uma atitude crítica em relação a informação disponível, contrastando-a quando necessário, e respeitando as regras de conduta socialmente aceitas ao lidarem com opiniões divergentes das suas.

Aprender a aprender: O aluno é levado a ser curioso, fazer perguntas, identificar e gerenciar as diversas técnicas e estratégias para lidar com a situação problema. Ele precisa tomar decisões a partir da análise dos dados. Eles praticam habilidades de informação e transformam essa informação em seu próprio conhecimento.

Autonomia e iniciativa pessoal: Através de projetos, os alunos analisam o problema, apresentam seus resultados e defendem suas ideias, o que promove a capacidade do aluno de escolher seu próprio critério, de exercer a sua imaginação e tomar as medidas necessárias para desenvolver planos e ações pessoais. O aluno não é dependente do professor, ele pode escolher seu próprio caminho e estratégias de resolução.

Estas atitudes que se destacam nos Projetos estão em acordo com as competências que devem ser estimuladas pelo ensino de Estatística, propostas pelo

Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report, aprovado em 2005 pela *American Statistical Association (ASA)* que seguem as recomendações sugeridas pelo *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report* (FRANKLIN, 2007), a saber:

Enfatizar a literacia estatística e desenvolver o pensamento estatístico;

Utilizar grandes conjuntos de dados;

Usar dados reais;

Enfatizar a compreensão conceitual, ao invés do conhecimento de procedimentos;

Favorecer a participação ativa do aluno em sala de aula;

Utilizar a tecnologia para adquirir compreensão conceitual e realizar análise de dados;

Fazer o uso de projetos no ensino e para avaliar a aprendizagem dos alunos.

Seguindo essas recomendações, Batanero e Diaz (2011) asseveram que os alunos podem refletir sobre suas intuições incorretas sobre experimentos randomizados, avaliar a utilidade da estatística para analisar os dados obtidos através da experimentação, observação, estudo ou medida; Apreciar o valor e a complexidade do desenvolvimento das estatísticas oficiais e a importância da Estatística para se obter dados confiáveis; Compreender a utilidade da estatística para identificar relações de associação entre as variáveis e construir modelos matemáticos para descrever a realidade de uma forma simplificada; Fomentar o pensamento crítico na análise e na utilização de tecnologias.

Os projetos são úteis para que o aluno perceba a utilidade da Estatística para descrever e interpretar dados específicos de diferentes áreas de conhecimento, ser capaz de encontrar a solução mais adequada para um problema e na fundamentação de decisões. Por isso, o trabalho com projetos tem potencial para desempenhar um papel essencial na educação para a cidadania (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2006).

Moura e Barbosa (2009, p. 18) afirmam que “os projetos representam um caminho para a introdução de mudanças e inovações nas organizações humanas”.

A organização dos projetos de trabalho se baseia em uma concepção de globalização, entendida como um processo muito mais interno do que externo, em que as relações entre conteúdos e áreas de conhecimento ocorrem a partir das

necessidades que o aluno traz consigo, para buscar explicações e compreender ou resolver uma série de problemas (HERNANDEZ; VENTURA, 1998).

Trabalhar com projetos exige compatibilizar o currículo com essas necessidades portanto “[...] não se trata apenas de uma técnica atraente para transmitir aos alunos o conteúdo das matérias, significa de fato uma mudança de postura, uma forma de repensar a prática pedagógica e as teorias que lhe dão sustentação” (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998, p. 23-24).

Lorenzetti (2008, p. 302) na sua tese analisa diversas pesquisas envolvendo EA e conclui que as atividades realizadas com alunos “são repetitivas nas diferentes áreas, isto é, são redações, textos, frases e histórias em quadrinho” que não ultrapassam o nível de sensibilização. O maior problema é que “não há perspectivas de projetos, nem de outras indicações de atividades transversais com o tema Meio Ambiente”.

Lopes (2013) ao investigar trabalhos realizados com projetos envolvendo EA concluiu que:

- A EA é trabalhada a partir de projeto envolvendo uma única disciplina e são abordadas questões levantadas pelo docente, na maioria das vezes, em momentos específicos, como uma atividade extracurricular;
- Quase sempre, as metodologias utilizadas centraram-se em aulas expositivas que pouco estimulam o diálogo entre educandos e comunidade escolar;
- A participação limitada dos alunos nas atividades desenvolvidas não contribui para o questionamento de ideias, a discussão de problemas e a busca de soluções coletivas;
- Existe pouca ou nenhuma articulação entre as diferentes disciplinas, com pequena participação dos diferentes professores, dos funcionários e dos moradores locais no desenvolvimento das práticas de EA.

Ferrari (2009) afirma que, apesar dos docentes e coordenadores pedagógicos considerarem os projetos como a melhor maneira de se realizar uma ação eficiente em EA nas instituições de ensino, na prática eles encontram muitos obstáculos. Os mais citados são a falta de colaboração entre os envolvidos, o isolamento das atividades em EA nas diferentes áreas; a ausência de tempo para preparar, organizar e executar os projetos em EA e ênfase em aulas tradicionais para conseguir finalizar todos os conteúdos curriculares obrigatórios.

Ferrari (2009) e Lopes (2013) apontam os motivos pelos quais os docentes não trabalham EA de forma adequada: o currículo extenso, número reduzido de aulas ou falta de tempo e formação docente inadequada.

Hernández e Ventura (1998) consideram que para atingir sucesso na metodologia de projetos devemos considerar as bases teóricas que fundamentam o trabalho com projetos: ter como meta uma aprendizagem que seja significativa, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos, estabelecendo conexões entre seus esquemas de conhecimento precedentes e a nova temática a ser abordada; atitude de respeito frente aos diferentes conhecimentos dos participantes do grupo, e envolver os alunos em diálogos e busca de soluções para situações de interesse levantadas no projeto.

Esses projetos são conduzidos de acordo com a metodologia denominada Metodologia de Projetos, ou Pedagogia de Projetos. Os projetos de trabalho são executados pelos alunos sob a orientação do professor visando a aquisição de determinados conhecimentos, habilidades e valores. Portanto, constituem-se projetos de trabalho aqueles desenvolvidos por alunos em uma (ou mais) disciplina(s), no contexto escolar, sob a orientação do professor tendo como objetivo a aprendizagem significativa de conceitos, procedimentos, competências e habilidades específicas (MOURA; BARBOSA, 2009).

O projeto de trabalho segue algumas orientações: deve envolver todo o grupo – alunos e professores – em todas as etapas do processo, desde a escolha do tema, dos objetivos e procedimentos à participação nas atividades e ações planejadas, incluindo a avaliação; parte de um problema a resolver, ou de uma questão que requer respostas, mobilizando os alunos e professores diante do tema em estudo; demanda a busca e a seleção de diversas fontes de informação; requer o estabelecimento de critérios de ordenação e de interpretação das fontes; suscita novas dúvidas e perguntas; demanda uma forma de representação de todo o processo seguido; inclui a avaliação da aprendizagem; estabelece articulação com um novo tema ou problema (HERNÁNDEZ, VENTURA, 1998).

Lopes (2003) considera que o aluno, a partir do envolvimento nos projetos, adquire uma melhor formação estatística, pois os conhecimentos estatísticos estarão inseridos em situações vinculadas ao seu cotidiano, a partir de uma problematização escolhida pelo próprio aluno.

Batanero (2013) observa que a Estatística é uma importante ferramenta para a vida pessoal e profissional dos alunos de todos os níveis de ensino. Porém, muitos alunos, inclusive os de nível superior possuem ideias erradas ou são incapazes de obter interpretações adequadas para resultados estatísticos. As rotinas de aplicação de fórmulas e definições sem a devida atenção à interpretação dos contextos que originaram os dados são uma das maiores responsáveis por essas deficiências. Para superar essas dificuldades e ajudar o aluno a desenvolver o senso estatístico, a autora propõe a utilização de projetos que contextualizem o ensino e envolvam as diferentes fases do processo estatístico: formulação do problema, decisões ligadas à coleta e à análise de dados e as conclusões.

Hernández e Ventura (1998) também argumentam a favor da problematização como ponto de partida de todos os projetos. A partir do tema escolhido conjuntamente, os alunos constroem uma questão que irá orientar o grupo em toda a trajetória e servirá de referência para debates, discussões e reflexões. Construir coletivamente, com a participação de todos envolvidos pode possibilitar que as opiniões diferentes sejam ouvidas e respeitadas.

Essa participação na construção de uma questão do seu interesse, que lhes intrigue, pode motivá-los na busca de soluções do problema de forma mais significativa, pois

tudo o que se distanciar de suas preocupações e interesses, que não estiver relacionado de alguma maneira com a satisfação de uma necessidade, de um desejo ou buscando evitar algum perigo, dificilmente pode chegar a converter-se em relevante e significativo para quem deve aprender (SANTOMÉ; 1998, p. 43).

Os alunos tornam-se verdadeiros autores do processo de aprendizagem, pois são eles que escolhem o assunto a ser investigado, formulam hipóteses, e, por meio de seus conhecimentos, tentam solucionar o problema, definindo estratégias e modelos matemáticos. O professor atua como mediador, intervindo e fazendo alterações, quando necessário, sempre levando em conta o interesse dos alunos.

O professor precisa estar presente para incentivar os alunos, mostrar confiança neles, cobrar seu envolvimento e os responsabilizar por seu período de formação profissional. O professor e o aluno desenvolvem uma atitude de coresponsabilidade e parceria ao planejar o curso juntos, dialogando e debatendo assuntos para o crescimento de ambos. É fundamental que os professores

entendam, discutam e busquem realizar na prática esse tipo de relação, utilizando técnicas em sala de aula que facilitem a participação e o desenvolvimento do aluno (MASETTO; 2003).

Qualquer cenário para investigação coloca desafios para o professor. A solução não é voltar para a zona de conforto do paradigma do exercício, mas ser hábil para atuar no novo ambiente. A tarefa é tornar possível que os alunos e o professor sejam capazes de intervir em cooperação dentro da zona de risco, fazendo dessa uma atividade produtiva e não uma experiência ameaçadora (SKOSMOSE, 2000a, p.7).

Esta experiência leva o professor a trabalhar em uma zona de risco. Transformar a sala de aula em local de trabalho conjunto, não de aula, é uma empreitada desafiadora, porque significa, desde logo, não privilegiar o professor, mas o aluno. Na realização dos projetos de trabalhos, os alunos descobrem que têm responsabilidade na sua própria aprendizagem, e que não podem esperar passivamente que o professor tenha todas as respostas (DEMO, 2003).

Segundo Masetto (2003) uma técnica que permite o desenvolvimento de várias aprendizagens, dentre elas selecionar, organizar, comparar, analisar, correlacionar dados e informações é o ensino por pesquisa. O ensino por projeto também é considerada uma técnica que se aplica para melhorar a qualidade da aprendizagem e a integração de conteúdos ensinados nas universidades, levando o aluno a relacionar a teoria com a prática, promovendo a integração das disciplinas em uma atitude interdisciplinar, algo tão necessário na realidade profissional.

Mas alguns problemas no desenvolvimento dos projetos podem levar o que chamamos de trabalho com projetos a uma atividade do tipo “quasi-projeto” ou “não-projeto”. Por isso, existe a necessidade de bons planejamentos, gestão, controle, acompanhamento e avaliação, para que o projeto acarrete em uma experiência rica e produtiva (MOURA; BARBOSA, 2009).

Moura e Barbosa (2009) asseveram que a criação e implementação de um projeto englobam um conjunto de ações contínuas e interligadas, voltadas para um objetivo bem definido. O uso de projetos, como ferramenta de planejamento e gestão, considera que a realidade pode ser mudada e que é possível encontrar uma solução para atender necessidades e resolver problemas. Essas necessidades e problemas podem ser tirados do cotidiano e demandam que todos os envolvidos se empenhem para garantir o bom desenvolvimento das ações e para chegar à melhor decisão.

Ambientes de aprendizagem favoráveis ao exercício de valores e atitudes podem ser favorecidos com o uso de projetos. Entre elas, a iniciativa, a capacidade de planejar e realizar um trabalho colaborativo, maior envolvimento do aluno no processo de aprendizagem, o que resulta em um desempenho melhor nas atividades escolares (BARBOSA; MOURA, 2014).

Moura e Barbosa (2009) consideram que a avaliação dos projetos educacionais precisa ser dirigida para a melhoria dos processos de formação humana e necessita de um cuidado especial para identificar, medir e avaliar seus resultados.

A avaliação dos projetos deve ser contínua e envolver uma reflexão sobre todo o processo de desenvolvimento da aprendizagem. Ela deve analisar quais objetivos foram atingidos; quais procedimentos utilizados foram adequados para atingir esses objetivos; quais as atitudes dos alunos frente ao projeto e ao grupo, a forma de apresentação dos resultados de suas pesquisas e finalmente, se o projeto possibilitou a aprendizagem esperada (HERNÁNDEZ, VENTURA, 1998).

A avaliação precisa considerar a qualidade de raciocínio do aluno, se os métodos empregados foram adequados para fundamentar as evidências, e não considerar os julgamentos e as conjecturas expressos pelos alunos apenas como certos ou errados (CAMPOS; JACOBINI; WODEWOTZKI, 2011).

Para o professor essa avaliação deve possibilitar uma reflexão para tomada de decisão voltada à melhoria de sua prática. Para o aluno deve servir para reconhecimento do que aprendeu e das falhas que possa ter cometido.

Do ponto de vista atual e de acordo com as exigências cada vez maiores das sociedades dependentes da tecnologia, o trabalho por projetos surge como um método necessário e indispensável de ensino orientado no trabalho e na ação dos alunos.

O ensino por projetos rompe com a ideia de que os estudantes são recipientes passivos da informação. Nessa concepção eles assumem um papel ativo, inquietos e capazes de refletir sobre temáticas diferenciadas e de desenvolver estratégias de solução para enfrentar situações problema de certa complexidade. Os estudantes ao participarem da construção do seu conhecimento possuem uma maior responsabilidade no processo de aprendizagem (GROENWALD, 2004).

Groenwald (2004) aponta algumas características positivas do trabalho com projetos:

- Para trabalhar cooperativamente a partir dessa metodologia deve-se levar em conta a opinião dos companheiros de trabalho e ser capaz de alcançar resultados como produto de uma ação coletiva, abolindo atitudes egoístas, característica da sociedade altamente individualista;
- A discussão crítica coletiva possibilita a escolha do tema, o planejamento de situações problemáticas de interesse do grupo, impulsiona a capacidade de ouvir e respeitar a opinião de cada participante;
- O pensamento complexo estrutural dos estudantes é impulsionado pelo trabalho intensivo e a resolução de problemas. Ele se manifesta na elaboração de novas estratégias de solução que podem ser aplicadas a outras situações similares;
- Os estudantes são capazes de encontrar respostas adequadas a uma variedade de questões que envolvem a temática escolhida, a partir de diferentes perspectivas, baseados em um processo investigativo;

Aulas investigativas são propiciadas através do trabalho com projetos, em que os alunos rompem a barreira do estudo de um currículo linear. A partir de aulas investigativas, valorizará o processo de criação do saber, onde ele tem a possibilidade de ampliar seus raciocínios, rever suas concepções e superar suas dificuldades. Eles também podem perceber o conhecimento como uma construção sócio-histórica, impregnada de valores que influenciam a vida humana. Portanto, a concepção da Ciência pronta, acabada e sem significados, será modificada com a ampliação de seu conhecimento (LOPES, 2003).

Uma aula com a vivência que traz o dia-a-dia para a sala leva para a realidade extraclasse as reflexões, os estudos, as propostas da ciência a respeito dessa mesma realidade. É o vivo, o científico, o atual presentes nessa ação educativa. Ela permite aplicações práticas, a relação do conhecimento com a experiência, com a realidade e com as necessidades dos alunos (MASETTO, 2001, p. 181).

Lopes (2003) considera que o trabalho com projetos pode assumir um papel relevante no ensino e aprendizagem de Estatística, pois os alunos constroem e socializam conhecimentos relacionados a situações problemáticas significativas, em que se consideram suas vivências, observações, experiências, inferências e interpretações. A autora acredita que esta opção de trabalho possibilite ao aluno adquirir uma competência crítica no que se refere ao uso da Estatística e desenvolver-se de forma mais autêntica e autônoma.

Para desenvolver-se de forma autônoma, o aluno precisa apresentar uma atitude mais ativa, e essa autonomia para pesquisar em projetos favorece uma aprendizagem significativa. Os projetos valorizam a aquisição de conhecimentos significativos ao promoverem uma maior participação do aluno nesse processo, levando-o a perceber sua grande responsabilidade no processo de aprendizagem (LOPES, 2003).

Ao compartilhar com o aluno a responsabilidade pela aprendizagem, o professor assume a posição de mediador e orientador.

Contudo, autonomia para o aluno e cooperação do professor ainda não são uma realidade, pois o que temos hoje é um currículo organizado por disciplinas que envolvem conteúdos que devem ser estudados e cumpridos em um determinado período de tempo, objetivos dúbios e indiscriminados (FAZENDA, 1995).

Por isso D'Ambrósio (1986, p.19) afirma “a estrutura tradicional do ensino e pesquisa que prevalece em nosso país é inadequada para os fins que sonhamos”.

As diferenças entre a maneira tradicional e a maneira interdisciplinar (oportunizada através dos projetos) são claramente observadas no tipo de sala que ela proporciona: na sala de aula tradicional a autoridade é simplesmente outorgada, enquanto na interdisciplinar ela é conquistada; na aula tradicional domina a obrigação, na interdisciplinar reina a satisfação; na aula interdisciplinar a arrogância é substituída pela humildade; a solidão é alterada pela cooperação; a especialização modificada pela generalidade; o grupo homogêneo é mudado para heterogêneo; e finalmente a reprodução é substituída pela produção do conhecimento (FAZENDA, 1995).

Além de favorecer o desenvolvimento da autonomia, questionamento, interpretação e criatividade ao estudar um tema ou um problema, por sua complexidade, os projetos podem favorecer um maior conhecimento dos alunos e dos docentes de si mesmos e do mundo em que vivem. Os projetos de trabalho abrem perspectivas para que o aluno construa conhecimento a partir de questões reais, ajudando o educando a desenvolver capacidades de observação e reflexão, pois criam um clima que incentiva à comunicação, à cooperação, à solidariedade e à participação (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998).

A comunicação é alterada em um trabalho com projetos. Brendefur e Frykholm (2000) desenvolvem construtos para analisar a comunicação matemática

da sala de aula. Os modos de comunicação, que representam concepções organizadoras do ambiente de sala de aula podem ser classificados em: modo de comunicação unidirecional; modo de comunicação contributiva; modo de comunicação reflexiva e modo de comunicação instrutiva.

A comunicação unidirecional é aquela em que o professor domina o discurso da aula. Ele expõe os conceitos, explica e modela a resolução dos exercícios e problemas. Cabe ao aluno ouvir atentamente o professor e ser capaz de reproduzir oralmente e por escrito as explicações do professor. A avaliação deste ensino é medida pela aproximação entre o que o professor expõe e a reprodução do aluno. Esta concepção de comunicação como transmissão segue uma orientação positivista, que entende o conhecimento como um corpo de verdades objetivas que podem ser transferidas para o aluno (BREDEFUR; FRYKHOLM, 2000).

A comunicação contributiva valoriza a interação entre alunos e professor. Porém a contribuição dos alunos nas aulas não tem uma expressão significativa na qualidade da interação. O professor aceita que os alunos participem no discurso da aula, mas essas intervenções precisam ser curtas e de um nível cognitivo baixo. Os alunos podem apenas participar através de uma palavra, como sim e não, e o professor detentor do conhecimento irá validar as respostas (BREDEFUR; FRYKHOLM, 2000).

A concepção reflexiva funda-se no conceito de discurso reflexivo e caracteriza-se por valorizar a reflexão dos alunos sobre a ação desenvolvida. Abre-se espaço em aula para que professor e alunos discutam os temas trabalhados. Existe partilha de saberes entre os envolvidos, de ideias, estratégias e resoluções. O professor não é mais o centro da autoridade sobre o saber e os alunos podem ter poder argumentativo. Uma afirmação bem justificada pode ser aceita pelo grupo de professor/alunos. As interações entre alunos e professor podem modificar a compreensão de conhecimento dos alunos (BREDEFUR; FRYKHOLM, 2000).

A comunicação instrutiva apresenta natureza metacognitiva, pois esta forma de comunicação entre aluno e professor pode alterar a organização do processo de ensino. A partir dessa comunicação se estabelece o tipo de tarefa/conteúdo que será realizada. Caracteriza-se também pela integração das ideias dos alunos, comunicando os seus avanços e dificuldades. Encontram-se também associados os diálogos interativos, em que os alunos apontam uma direção e o professor considera

útil e necessário que ambos construam o conteúdo a partir de uma negociação de significados (BREDEFUR; FRYKHOLM, 2000).

A comunicação reflexiva e instrutiva é uma preocupação nos trabalhos com projetos, em que os alunos têm liberdade de questionar e argumentar para defenderem suas opiniões e acabam decidindo junto com o professor o melhor caminho para sua aprendizagem.

Na prática do trabalho com projetos, os alunos ao percorrerem o caminho para chegar a melhor solução, adquirem habilidades para comunicar, resolver problemas, articular saberes adquiridos, agir com autonomia diante de diferentes situações que são propostas, desenvolver a criatividade e aprender o valor da colaboração. Esta é a função do projeto, ao trabalhar em conjunto, favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares envolvendo o tratamento da informação, diferentes conteúdos em torno de um problema e a construção de conhecimento próprio (HERNANDEZ; VENTURA, 1998).

Estas possibilidades levam Masetto (2001, p. 98) afirmar que “Projeto é, sem dúvida, uma das mais completas e envolventes atividades pedagógicas coletivas”.

Repensar a estrutura de cursos a partir dos projetos significa resgatar o que ocorre fora do espaço educacional formal, conhecer o estudante, seus interesses e talentos, favorecer o desenvolvimento de concepções humanistas; desenvolver a colaboração, a comunicação, a autonomia, a criatividade, e o pensamento crítico.

5 TRABALHO COLABORATIVO

O trabalho colaborativo é um processo de interação e engajamento dos educadores e alunos, em um trabalho conjunto, de interação entre as disciplinas do currículo entre si e com a realidade. Este trabalho tem como objetivo a formação integral dos alunos. Ao superar a fragmentação do ensino, o trabalho colaborativo proporciona uma visão global de mundo e gera possibilidades para o aluno enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade, a fim de que exerça conscientemente sua cidadania (LÜCK, 2003).

O trabalho colaborativo gera uma dinâmica diferente das aulas expositivas. Aprender em um trabalho colaborativo envolve construir relações e negociar significados com os participantes do grupo colaborativo e ainda, refletir sobre a potencialidade deste conhecimento.

Seria importante que os professores de diversas áreas do conhecimento pudessem se encontrar e analisar as possibilidades de integração entre eles, considerando tanto as vantagens para os alunos quanto para o seu desenvolvimento profissional (MASETTO, 2003).

Um grupo desenvolve uma dimensão colaborativa a partir do momento, em que qualquer participante do grupo pode contribuir com sugestões, revezando a liderança nas discussões: ora pode ser um professor, ora um graduando, pode formular hipóteses a serem testadas a partir da matemática formal. Podem surgir variadas contribuições, o que proporciona aos seus participantes a produção de diferentes saberes. O ambiente colaborativo permite a utilização das conexões para a resolução conjunta de problemas e para a produção de novos conhecimentos.

Colaboração pode ser considerada nos casos em que os diversos intervenientes trabalham em conjunto, sem uma relação de hierarquia, mas em uma base de igualdade, ajudando-se mutuamente para atingirem objetivos que beneficiem a todos (BOAVIDA; PONTE, 2002).

Dessa forma, o processo de gerar conhecimento como ação é "enriquecido pelo intercâmbio com os outros, imersos no mesmo processo, por meio do que chamamos comunicação" (D'AMBRÓSIO, 2008, p. 144).

Professores e alunos interagem no ambiente colaborativo como verdadeiros construtores de disciplinas, pois os professores atuam como tutores dos alunos,

dando cada vez mais espaço aos alunos, que aos poucos se transformam em solucionadores de problemas. Esse processo evolutivo transforma a disciplina, adequando-a as necessidades do ambiente. O ambiente colaborativo influencia diretamente na construção da disciplina e no perfil profissional dos alunos (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012).

A Universidade como espaço privilegiado de ensino, deveria valorizar abordagens que se aproximam do ensino colaborativo. Seria muito produtivo se houvesse interação entre os participantes, investimento de tempo e de esforço para que os docentes e discentes trabalhassem conjuntamente em um projeto para atingir seu objetivo comum (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012).

Para que projetos pedagógicos colaborativos envolvendo vários docentes alcancem sucesso é necessário um esforço acrescido por parte dos docentes para realizarem um trabalho interdisciplinar, com flexibilidade e com capacidade de adaptação, de modo a modificar seu planejamento, partilhar ideias e experiências e valorizar o interesse do aluno.

Classes heterogêneas em que é necessário respeitar o tempo do aluno e dar atenção a todos se constitui num grande desafio para os docentes que pretendem desenvolver um trabalho colaborativo. A discussão em grupo que somente um dos componentes tem ideias, enquanto os outros são passivos também pode gerar preocupação para o professor que deseja realizar um trabalho colaborativo.

Muitos problemas atuais envolvem a mobilização de diferentes especialistas e conhecimentos para sua solução. Para encontrar soluções mais adequadas é necessária uma visão do todo que só é proporcionada através de conhecimentos variados. Por isso, cada vez mais, é requerido um diálogo efetivo entre as diversas disciplinas e profissionais. Esse trabalho colaborativo possibilita definição de metas de ação e intervenções favoráveis na direção de uma resposta ao problema.

Santos et al. (2002) afirmam que o trabalho em pequenos grupos é o mais indicado para a exploração de tarefas de investigação. Em pequenos grupos pode ocorrer a participação de todos, em que diferentes sugestões são dadas para investigar a mesma situação problema. A discussão envolvendo diferentes caminhos, a partir de pontos de vista diferentes e a cooperação entre essas ideias é mais explorada quando o grupo é menor.

As investigações a partir do trabalho colaborativo são importantes potencialidades educacionais que podem estimular o tipo de participação dos alunos

que possibilite uma aprendizagem significativa. Os projetos proporcionam pontos de entrada diferentes, o que facilita o reconhecimento ou estabelecimento de conexões além de favorecer o envolvimento de alunos com diferentes níveis de competências (SANTOS et al. 2002).

As potencialidades do trabalho colaborativo são múltiplas e variadas: as características de colaboração têm sido reconhecidas e valorizadas por parte dos profissionais empregadores. O aluno através da interação com o outro, conhece melhor as diferentes interpretações, por meio do confronto com as perspectivas dos outros.

Ao se esforçarem para colocar suas idéias aos grupos, os alunos expõem seu conhecimento de forma pura e profunda. Percebe-se também que no caso de um momento de diálogo durante a investigação, a construção de cada aluno participante pode ser modificada durante a interação (D'AMBRÓSIO, 2007).

Santos et al. (2002) ressaltam que explorações e investigações precisam de momentos de reflexão e discussão. Discutir e confrontar diferentes resultados e processos possibilita um enriquecimento da própria atividade e ajuda os alunos a compreenderem melhor o significado de uma investigação, além de desenvolverem poder de argumentação em sala de aula. O produto final escrito propicia uma situação favorável, em que exige do aluno capacidade de metacognição.

Os processos reflexivos realizados em grupo são mais ricos. A partir da oportunidade de ouvir e de se expressar, a capacidade de reflexão do grupo aumenta. Para desenvolver trabalho colaborativo, é necessário que se estabeleça uma relação de trabalho onde haja confiança, respeito e diálogo no sentido de gerir as especificidades dos participantes. Mesmo assim, qualquer grupo, apesar de ser unido, pode entrar em conflitos, desequilibrar-se, no entanto, muitos grupos devido à maturidade ou experiência anteriores sabem prevê-las e contê-las. Esses desentendimentos podem ser resolvidos analisando a situação, através do diálogo e negociação.

O trabalho colaborativo não é um ambiente que favorece a competição, mas onde e as aprendizagens ocorrem através das interações entre os alunos. A dinâmica que se gera em um grupo colaborativo é a de inter-ajuda entre eles. Todos os elementos do grupo podem aprender conjuntamente, caso contrário o trabalho do grupo não será satisfatório, seja porque apenas um elemento dominou o diálogo, ou

por falta de contribuição e dedicação dos envolvidos. Neste caso, a responsabilidade pelo sucesso da aprendizagem é de todos.

A interação social no trabalho colaborativo é a componente central da aprendizagem. A cooperação é inerente à própria atividade matemática e, por isso, o trabalho cooperativo é particularmente relevante nesta área (SCHOENFELD, 1989).

Hatano e Inagaki (1993) afirmam que a construção do conhecimento matemático através das interações sociais é mais provável a partir de interações horizontais (onde todos os elementos do grupo se encontram em um mesmo nível de conhecimento) do que nas interações verticais (em que um participante do grupo é mais capaz).

Quando o professor e alunos trabalham em conjunto, precisam assumir-se epistemologicamente curiosos, dispostos aprender um com o outro. O exercício da curiosidade leva à imaginação, a intuição, as emoções, a capacidade de conjecturar, de comparar. Em uma postura dialógica, aberta, curiosa, indagadora, em todos os momentos da participação, enquanto fala ou enquanto ouve (FREIRE, 2007).

Esta postura pode ser alcançada pelo trabalho colaborativo o qual propicia um saber para “[...] atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialistas e diversos profissionais, de modo a estar preparado à contínua mudança do mundo produtivo” (FRAUCHES, 2008, p.98). Torna-se necessário privilegiar esse saber na Universidade, pois segundo Minicucci

Se a necessidade de aprender com os demais, de partilhar com os outros nossas ideias e sentimentos, de se conseguir um melhor entrosamento com as pessoas e com o mundo, e o trabalho em grupo forem iniciados na Universidade, haverá uma possibilidade de uma melhor formação do indivíduo, pois novas habilidades estão sendo desenvolvidas. Desta forma, quando o profissional ingressar no mercado de trabalho, encontrar-se-á apto a desenvolver atividades requeridas pela organização (MINICUCCI, 1982, p. 59).

Miskulin et al. (2005) ao realizarem meta-análise de teses em Educação Matemática, concluíram que o trabalho colaborativo contribuiu para a formação de professores. Eles transformaram sua prática curricular de maneira efetiva, autônoma e consciente, se tornaram mais conhecedores crítico-reflexivos sobre seu trabalho, seus saberes, seus alunos e sobre si mesmos, além de tornarem-se sujeitos produtores de conhecimento em seu campo profissional.

Fernandes, Flores e Lima (2012) explicam que os projetos interdisciplinares, ao serem introduzidos no UNISAL, logo trouxeram benefícios aos participantes e

seus resultados têm sido cada vez mais relevantes, no que se refere à viabilização dos seguintes aspectos:

1. Intercâmbio entre professores: os professores envolvidos no projeto integraram suas disciplinas em busca de um objetivo comum, o que possibilitou um ensino interdisciplinar.
2. Inovação nos cursos: os projetos interdisciplinares proporcionaram um caráter inovador ao curso, e ações integradoras têm sido elaboradas para formalizar novos planos de ensino e planejamentos das disciplinas;
3. Fertilidade da proposta: os projetos interdisciplinares já aplicados podem ser retomados ou aperfeiçoados para serem implementados em outros programas do UNISAL, a exemplo dos programas de Iniciação Científica ou Projeto de Final de Curso.
4. Clima de competitividade: um clima de competitividade tem surgido a partir dos projetos interdisciplinares. Ao ser proposto um objetivo, o grupo, em conjunto elabora uma forma de atingir tal objetivo mais eficientemente, o que amplia a visão do conhecimento dos alunos e as formas de articulá-lo para um novo contexto;
5. Trabalho colaborativo: alunos e professores, a partir dos projetos interdisciplinares têm trabalhado colaborativamente, o que estimula o desafio de trabalhar em equipes e possibilita novas formas de aprender com o grupo interdisciplinar;
6. Conhecimento recorrente: os alunos utilizam conhecimentos e experiências adquiridos que obtiveram em outros momentos do curso, não apenas os que estão sendo tratados no semestre.
7. Participação do aluno no próprio aprendizado: os alunos são responsáveis por sua própria aprendizagem e, portanto, buscam conhecimentos e contato direto com os professores de várias áreas.

O trabalho colaborativo está associado à interdisciplinaridade. Para o trabalho ser considerado interdisciplinar, segundo Fazenda (1995) há que se construir

[...] uma relação de reciprocidade, de mutualidade, ou melhor dizendo, um regime de co-propriedade que iria possibilitar o diálogo entre os interessados. Neste sentido, pode dizer-se que a interdisciplinaridade depende basicamente de atitude. Nela a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma “interação”, a uma subjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar (FAZENDA, 1995, p. 39).

Boavida e Ponte (2002, p. 2) apontam as vantagens do trabalho colaborativo: “diversas pessoas unidas com um objetivo comum reúnem mais energias do que as de uma única pessoa, fortalecendo-se, assim, em determinação para agir”; diversas pessoas unidas com diferentes experiências, competências e perspectivas reúnem mais recursos para concretizar, com sucesso, um projeto, tendo mais ideias para promover mudanças e iniciar inovações; diversas pessoas unidas que interagem, dialogam e refletem em conjunto, criam sinergias que possibilitam uma maior capacidade de reflexão e aumento das potencialidade de aprendizagem mútua. Essas diversas pessoas unidas podem ir muito mais longe e criar melhores condições para enfrentar, com sucesso, quaisquer desafios que surgirem.

Toda a colaboração é um processo emergente, marcado pela imprevisibilidade e repleto de negociações e decisões, mas com grandes possibilidades de aprendizado, a partir da participação e envolvimento no grupo.

6 MODELAGEM

A Modelagem, como entendemos, estimula os alunos a investigarem situações da realidade envolvendo diversas áreas do conhecimento, na medida em que abre espaço para discutir questões sociais, ambientais, políticas, econômicas, de maneira a alargar as possibilidades de construir e consolidar sociedades democráticas.

A inclusão da Modelagem Matemática é pesquisada e defendida por diversos autores, entre eles Barbosa (2001), Meyer (2007), Biembengut e Hein (2003), Araújo (2007), sendo tratado como uma maneira de trabalhar a Matemática mais próxima da realidade e que contribua para uma formação sociocrítica do educando.

Compreendemos Modelagem Estatística como uma possibilidade de consolidar e aprofundar o conhecimento estatístico em um ambiente de aprendizagem que incentiva investigação de situações com referência a realidade. Ela valoriza diversos conhecimentos ao permitir que o aluno vivencie a aplicabilidade dos conteúdos estatísticos em outras áreas, visando a preparação para o trabalho, o exercício da cidadania, a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual.

6.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

Apesar das diferentes posturas dos autores em relação à Modelagem Matemática, ela é considerada o alicerce para ler o mundo e para uma construção dialógica, coletiva e crítica do conhecimento, se tornando, assim, uma chave para compreender a matemática como atividade humana, para criticar os processos sociais e para empreender mudanças (MEYER, 2007).

A Modelagem pode ser tratada como “uma metodologia de ensino-aprendizagem que parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso do ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema” (BIEMBENGUT; HEIN, 2003, p. 28).

Embora na literatura, haja diferentes caracterizações para Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática, consideramos a concepção de Modelagem Matemática proposta por Barbosa "um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade" (BARBOSA, 2001, p.31).

Modelagem Matemática é um ambiente de aprendizagem, em que as atividades de modelagem, segundo Barbosa (2001, p. 29) “[...] são consideradas como um meio de indagar e questionar situações reais por meio de métodos matemáticos, evidenciando o caráter cultural e social da matemática”.

Diferentes perspectivas de Modelagem têm o objetivo comum de resolver um problema não-matemático da realidade utilizando conceitos matemáticos (ARAÚJO, 2007).

[...] o ponto de vista que me parece de fundamental importância e que representa o verdadeiro espírito da Matemática é a capacidade de modelar situações reais, codificá-las adequadamente, de maneira a permitir a utilização das técnicas e resultados conhecidos em um outro contexto, novo. Isto é, a transferência de aprendizado resultante de uma certa situação para a situação nova é um ponto crucial do que se poderia chamar aprendizado da Matemática, e talvez o objetivo maior do seu ensino (D'AMBRÓSIO, 1986, p. 44).

A Modelagem Matemática em concordância com a Educação Matemática Crítica considera fundamental o papel social da Matemática, por isso considerada a mais apropriada para trabalhos, atividades e projetos que abordam questões sociais, ambientais e políticas.

Kaiser e Sriraman (2006) sistematizaram cinco perspectivas para a modelagem de acordo com uma revisão da literatura de trabalhos de Modelagem em âmbito internacional. As perspectivas realística, epistemológica, educacional, sociocrítica e contextual possuem diferentes aspectos quanto ao uso da Modelagem Matemática, que se caracterizam, de maneira geral, como atividade a ser abordada no contexto educativo.

Na perspectiva sociocrítica a compreensão crítica do mundo é a característica que as diferencia das demais, em que o estudo de situações-problema envolvem questões sociais em que o aluno conscientiza-se de seu papel na sociedade. Por meio dessa perspectiva o aluno adquire outras formas de ver o mundo em que vive, ampliando suas possibilidades de ação e interação na sociedade (KAISER; SRIRAMAN, 2006).

Araújo (2002, p. 39) considera Modelagem Matemática uma abordagem, que se utiliza “da matemática para debater um problema não-matemático da realidade, escolhido pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho”.

Para que a Modelagem possa abarcar questões da matemática crítica, os alunos devem ter contato com suas aplicações e ser conscientes de seu papel para utilizar essas aplicações para embasar seu posicionamento em questões sociais.

Silva e Kato (2012) elencam as características da perspectiva sócio-crítica da Modelagem: trabalho em grupo, possibilidade de envolvimento crítico e democrático nas aulas, os alunos escolhem os temas trabalhados a partir de situações do seu interesse, participação em ações comunitárias, valorizar o contexto social (em que o estudante trabalhe questões do ambiente extra-escolar), incentivo do pensamento crítico dos estudantes, utilidade da Matemática na sociedade, escolha do problema ou situação-problema a partir de situações da realidade, utilizar a Matemática para compreender ou solucionar o problema real, considerando o contexto do problema e a cultura dos estudantes.

Os alunos, em um projeto de modelagem, verificam a solução encontrada dentro do contexto em que estão inseridos. Isto propicia utilizar a Matemática para tomar decisões, discutir o papel da Matemática na sociedade, entender de que forma a Matemática foi utilizada para interpretar ou resolver o problema. Compreender a Matemática dentro de um contexto contribui para combater a ideologia da certeza, pois nem sempre dentro de uma questão específica será possível encontrar uma solução, ou garantir que um resultado obtido possa ser melhor do que outro (SILVA; KATO, 2012).

Como resultado, o aluno a partir desta abordagem, tem a capacidade de tomar atitudes diferenciadas em relação a determinada situação ou, ainda, apresentar uma nova maneira de se posicionar na sociedade (SILVA; KATO, 2012).

Existem muitas maneiras de desenvolver Modelagem nas aulas, mas segundo Skovsmose (1994), deve-se considerar que a principal preocupação da Educação Matemática Crítica é o desenvolvimento da matemacia, que considera a Matemática através da concepção problematizadora e libertadora (FREIRE, 1996).

Portanto, para que a modelagem ocorra de maneira crítica, é preciso ajudar no processo de humanização, que “[...] se funda na criatividade e estimula a reflexão e ação verdadeiras dos homens sobre a realidade, responde à sua vocação, como seres que não podem autenticar-se fora da busca e da transformação” (FREIRE, 1996, p. 80).

Para alcançar a visão mais completa do mundo, conforme a concepção problematizadora, não é possível simplesmente desenvolver habilidades de cálculos,

mas, também, promover a participação crítica dos estudantes na sociedade, a partir de discussões abrangendo questões políticas, econômicas, ambientais, nas quais a Matemática serve como suporte tecnológico. Essa perspectiva não se preocupa apenas com o ensino e aprendizagem da Matemática, ela própria, pois nesse caso, ela pode ser questionada e emite-se pareceres críticos sobre seu uso na sociedade.

6. 2 MODELAGEM ESTATÍSTICA

Podemos estender para a Estatística os pressupostos teóricos da Modelagem Matemática visto que possuímos as preocupações de criar um ambiente de aprendizagem³ que propicie aos alunos ampliar conhecimentos, refletir e debater sobre questões reais, explorar novos caminhos, ser criativo e crítico ao relacionar conhecimentos estatísticos aliados a situações com referência na realidade.

O potencial da Modelagem Estatística está relacionado a utilizar a Estatística para promover uma formação crítica do estudante. A partir do uso da Modelagem Estatística é possível realizar problematizações e investigações. A primeira consiste no ato de criar questões e/ou problemas; enquanto que a segunda refere-se “à busca, seleção, organização, manipulação de informações e reflexão sobre elas” (BARBOSA, 2001, p. 28). Além disso, essas duas etapas são articuladas durante o desenvolvimento dos projetos que exigem envolvimento crítico dos alunos.

Porém, apesar de considerarmos o referencial teórico da Educação Matemática como inspiração, percebemos como Moore (1992), diferenças-chave entre a Matemática e a Estatística:

- a) Na Estatística o contexto motiva os procedimentos, sendo fonte e base de interpretação;
- b) A aprendizagem tradicional da Matemática é diferente da Estatística que tem como características a indeterminação, a desordenação ou a limitação de contexto;
- c) Na Matemática existe a necessidade de aplicação de cálculos precisos ou a execução de procedimentos, enquanto a Estatística valoriza o uso seletivo de instrumentos tecnológicos e de softwares cada vez mais sofisticados;
- d) A natureza fundamental de muitos problemas estatísticos é não terem uma solução matemática única, o que acontece com os problemas estatísticos realistas

³ noção apresentada por Skovsmose (2000a) utilizada por Barbosa (2001), que se refere a condições sob as quais os alunos são convidados a desenvolver investigações.

que usualmente começam com uma questão e sua solução é uma opinião que pode ter diferentes graus de razoabilidade;

e) A Estatística capacita os alunos para apresentarem descrições, julgamentos, inferências e opiniões pensadas acerca de dados, sendo fundamental argumentar sobre as suas interpretações, usando ferramentas matemáticas quando necessárias.

Portanto “existe uma diferença fundamental entre Educação Matemática e Educação Estatística; enquanto a primeira busca operar com os fenômenos reais e imaginários, na segunda busca-se resumir informações grupais para explicar e inferir sobre esses fenômenos” (VENDRAMINI, 2006, p. 241).

Contudo, utilizaremos pressupostos teóricos da Educação Matemática para a Educação Estatística assim como Skovsmose utilizou-se da Teoria da Educação Crítica como inspiração para trabalhar com a Educação Matemática Crítica⁴.

Diversos pesquisadores estatísticos apóiam-se em pressupostos teóricos da Modelagem Matemática, Sampaio (2010) investigou o uso da Modelagem Matemática ao indagar “Educação Estatística Crítica: uma possibilidade?”, Jacobini (1999) estudou “A modelação matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação”, Mendonça (2008) pesquisou “A Educação estatística em um ambiente de modelagem matemática no ensino médio”, Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011) discutiram “Educação Estatística - teoria e prática em ambientes de modelagem matemática”. Estas investigações apontam a Modelagem Matemática como suporte para pesquisas de Educação Estatística. No entanto, a Educação Estatística como um campo de estudo próprio necessita de ampliar seus conceitos e alargar seu alcance ao utilizar termos mais apropriados, que os diferencie da Educação Matemática. Assim, Modelagem Estatística e Educação Estatística Crítica são termos mais coerentes com o estudo da variabilidade, da incerteza e a tomada de decisões frente à incerteza.

Temos a preocupação de, por meio da Modelagem Estatística, valorizar uma postura investigativa, reflexiva e crítica do aluno, levando-o a compreender e lidar com a incerteza, a variabilidade e a informação estatística no mundo à sua volta e a participar efetivamente na sociedade da informação emergente, além de contribuir

⁴ Enquanto na EMC, Skovsmose (2000a) enfatizou o uso da Matemática em questões críticas, valorizamos a Estatística nos projetos desenvolvidos e, portanto, ao longo de toda a pesquisa. Assim, ao ler modelagem entende-se modelagem estatística.

ou tomar parte na produção, interpretação e comunicação de dados referentes aos problemas com que se deparam na sua vida profissional e pessoal.

Diversas disciplinas do currículo, como no caso da Estatística, enfrentam o problema de ser considerado apenas um curso de serviço, e por isso, muitas vezes ela se torna ilha do currículo, não estabelecendo relações com as demais disciplinas do curso, com a futura atuação profissional e o exercício da cidadania (BARBOSA, 2012).

Apesar de alunos e professores saberem a necessidade de trabalhos com propostas diferenciadas como a modelagem em cursos de serviço para atender demanda de cursos futuros e atuação profissional, ambos não estão habituados a trabalhar a partir dessa proposta.

Desta maneira, estudos em cursos de serviço que conduzem experiências com modelagem, não são comuns na literatura, apesar de serem experiências importantes para compreender as práticas dos alunos e para subsidiá-las.

A partir de projetos de Modelagem Estatística são oferecidas oportunidades para os alunos explorarem os papéis que a Estatística desenvolve na sociedade contemporânea. Utilizando Modelagem Estatística desta forma, os alunos são convidados a investigarem outras áreas que se relacionam com a Estatística. Neste sentido, a modelagem não pode ser entendida como um método organizado na busca de certo resultado. Várias disciplinas e diversos conhecimentos são utilizados para se refletir sobre um problema escolhido. Dessa forma, tratar a Estatística como ilha do currículo não faz sentido. Ela precisa estar relacionada a outras ciências para ser capaz de questionar a realidade vivida.

Tratadas como meios e não fins para se questionar a realidade, a Estatística pode ser utilizada para que o aluno desenvolva algum nível de crítica, mas isso não significa que ele será capaz de efetuar complexas análises sobre a estatística no mundo social (BARBOSA, 2001).

Mesmo não dominando todas as técnicas, a partir da realização de projetos de Modelagem, ele pode entender o suficiente para envolver-se em debates sobre tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações da Estatística, o que contribui para alargar as possibilidades de construção e consolidação de sociedades democráticas (BARBOSA, 2003).

D'Ambrósio (1986, p. 11) considera que a “Modelagem é um processo muito rico de encarar situações reais, e culmina com a solução efetiva do problema real e não com a simples resolução formal de um problema artificial”.

Nela, o ponto de partida não é o saber do educador, mas a prática social dos educandos. Por isso, a experiência dos alunos é valorizada e elementos de sua prática social precisam ser explorados: quem são, o que sabem, como vivem, o que querem e quais desafios enfrentam. Este aprendizado liga teoria e prática a partir da realidade coletivamente refletida.

Ao trabalhar com situações reais, o ambiente de Modelagem está diretamente relacionado à problematização e à investigação. Através da problematização o aluno cria perguntas e/ou problemas enquanto que na investigação ele busca, seleciona, organiza, manipula as informações e reflete sobre elas. Elas são atividades articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar os problemas do seu interesse. E as questões levantadas através de projetos de modelagem podem atingir o âmbito do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2003).

[...] a ação de criar uma pergunta na sala de aula que gera a pesquisa. Pergunta, sob esta perspectiva, é problema [...] problematização está para o problema (ou pergunta) assim como um processo de estruturação está para a estrutura, compreendendo a estruturação como o processo de se compor algo, cujo final é a estrutura. Problematização é, então, o caminho em direção ao problema, é a problemática que leva à formulação do problema (MENDONÇA, 1993, p. 30).

Barbosa (2003) apresenta alguns argumentos a favor da modelagem:

- **Motivação:** os alunos podem se sentir mais estimulados para o estudo de estatística, a partir do vislumbre da sua aplicabilidade em problemas da atualidade;
- **Facilitação da aprendizagem:** os alunos poderiam compreender as idéias estatísticas com mais facilidade, ao terem oportunidade de conectá-las a outros assuntos;
- **Preparação para utilizar a estatística em diferentes áreas:** a partir da modelagem os alunos poderiam desenvolver a capacidade de aplicar estatística em diversas situações, sejam da sua vida cotidiana ou do seu trabalho;
- **Desenvolvimento de habilidades gerais de exploração:** os alunos têm a oportunidade de investigar problemas;
- **Compreensão do papel sócio-cultural da estatística:** os alunos descobrem que a estatística pode ser utilizada nas práticas sociais.

Discussões são elementos importantes em atividades de modelagem, pois através dela podemos desafiar a ideologia da certeza e colocar lentes críticas sobre as aplicações da Estatística. Várias questões podem surgir: O que significa essa representação? Quais os pressupostos assumidos? Quem a realizou? Para que serve? Essas questões abrem espaço para discutir a natureza das aplicações, os critérios utilizados e seu significado social, alcançando assim, o conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2003).

Nesse ambiente de aprendizagem, o aluno deve ser convidado a realizar estas perguntas e muitas outras visualizando a aplicação e relacionando com as questões sociais no seu entorno.

Nessa situação, os problemas que possuem referência na realidade podem ser escolhidos pelos alunos, para investigá-los e analisá-los. Ao organizar o trabalho com modelagem, segundo Barbosa (2001; 2003) o professor pode escolher abordá-lo segundo três casos principais:

Caso 1: O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução;

Caso 2: O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias a sua resolução;

Caso 3: A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas e também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema.

Os casos (Tabela 1) são categorizados conforme as tarefas que compete ao professor ou aos alunos no ambiente de modelagem:

Tabela 1 Casos			
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração da situação-problema	professor	professor	professor/aluno
Simplificação	professor	professor/aluno	professor/aluno
Dados qualitativos e quantitativos	professor	professor/aluno	professor/aluno
Resolução	professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

Fonte: BARBOSA, 2003

O caso 3 é o mais adequado ao trabalho com projetos de Modelagem Estatística, pois este permite aos alunos escolherem um problema e argumentarem em defesa do que pensam, ouvirem os argumentos dos seus pares e decidirem em grupo como encontrar a solução mais apropriada para aquele contexto e

desenvolverem espírito de coletividade ao realizarem o projeto em comum acordo entre os integrantes do grupo.

Mendonça (1993) apresenta três interpretações para a resolução de problemas: como objetivo, onde o conhecimento é utilizado para resolver problemas, ou seja, a resolução de problemas é o objetivo final; como um processo, onde a resolução de problemas é um meio para desenvolver o potencial do aluno; ou resolução de problemas como um ponto de partida, onde o problema é utilizado para promover o processo de construção do conhecimento. Este último caso é o que privilegiamos ao trabalhar com problematização a partir da modelagem.

Ao se conceber a sala de aula como um espaço democrático, em que todos podem expor suas ideias, os alunos tem a oportunidade de participar formulando questões, expondo seus pensamentos, criticando a solução encontrada para determinada situação (SILVA; KATO, 2012).

As autoras consideram que a Modelagem pode ser uma maneira dos estudantes questionarem em sala de aula, problemas relacionados ao seu cotidiano, envolvendo também discussões sobre o seu papel na sociedade e provocando mudanças na sua forma de ver o mundo.

Elas também argumentam que mais pesquisas devem ser desenvolvidas a partir da Modelagem na perspectiva sociocrítica, pois sua literatura é bastante reduzida, limitando seu alcance nas práticas da Modelagem na sala de aula.

Nas atividades de Modelagem, na perspectiva sociocrítica, todos podem participar igualmente, professor e alunos expõem seus pensamentos e demonstram respeito pelas ideias uns dos outros, permitindo que observem como o conhecimento utilizado pode servir para analisar e tomar decisões sobre determinado problema (SILVA; KATO, 2012).

O professor, como mediador da atividade, auxilia na escolha do problema a ser estudado e leva em conta a cultura de seus alunos, considera seus interesses e seus conhecimentos. Ele não tem o papel de detentor do conhecimento e também não pode interferir com seus preceitos, nem mesmo planejar e organizar a atividade de modelagem. Cabe ao professor respeitar os diferentes caminhos que os alunos escolherem para construção do conhecimento e métodos para analisar e interpretar a solução, inclusive respeitando e considerando outras formas de conhecimento (SILVA; KATO, 2012).

A única condição necessária para o professor que deseja utilizar Modelagem no ensino é ter audácia, grande desejo de modificar sua prática e disposição de adquirir conhecimento e aprender junto com os alunos, uma vez que essa proposta exige que o professor e o aluno aprendam constantemente e busquem caminhos para descobertas mais significativas (BIEMBENGUT; HEIN, 2003).

Ao analisar várias pesquisas em modelagem, Silva (2011) destaca ações específicas e características da perspectiva sociocrítica da Modelagem que podem beneficiar a Aprendizagem Significativa Crítica. Moreira (2010, p. 7) considera que a aprendizagem significativa crítica é dada pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio na “perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” e além disso ela pode trabalhar “com a incerteza, a relatividade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente”. Esse autor prevê onze princípios que devem ser implantados em sala de aula para que a aprendizagem significativa crítica ocorra:

1. Princípio do conhecimento prévio: Aprendemos a partir do que já sabemos. Só se aprende significativamente se partimos de algo que já conhecemos.

2. Princípio da interação social e do questionamento: O conhecimento é produzido em resposta a perguntas e questionamentos. A postura dialógica facilita o intercâmbio de perguntas e a interação entre professor e alunos, o que pode favorecer a Aprendizagem Significativa Crítica.

3. Princípio da não-centralidade do livro de texto: O autor defende o uso de documentos, artigos, relatórios, enciclopédias, filmes, softwares, contos, obras de arte e outros materiais educativos que representem o conhecimento. O livro texto é apenas um dentre os vários materiais instrucionais e não deve ser o único.

4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador: Os alunos percebem o mundo e o representam. Como possuímos percepções prévias, enxergamos de acordo como elas e percebemos o que é ensinado de modo único. O professor ensina de acordo com suas percepções prévias sendo um perceptor e representador. Haverá aprendizagem significativa quando os dois perceptores, professor e aluno buscarem perceber de maneira semelhante o conhecimento.

5. Princípio do conhecimento como linguagem: O que entendemos por "conhecimento" é linguagem. Precisamos aprender a linguagem como uma forma de perceber o mundo.

6. Princípio da consciência semântica: Isso envolve compreender que as palavras apenas representam as coisas, que os significados das palavras mudam e num nível crítico significa que o aluno questionará as respostas do tipo certas ou erradas, ou decisões do tipo sim ou não.

7. Princípio da aprendizagem pelo erro: O conhecimento é construído através da superação de erros. Aprendemos criticamente rejeitando certezas, considerando o erro natural, pois através de sua superação avançamos.

8. Princípio da desaprendizagem: Consiste em identificar quais conceitos e estratégias não são relevantes às novas demandas impostas pelas alterações da sociedade. Não se trata de esquecer conceitos ou estratégias, mas de não usá-los quando eles se mostram irrelevantes para a sobrevivência em um mundo em transformação.

9. Princípio da incerteza do conhecimento: perceber que as definições são invenções, ou criações humanas. O conhecimento que temos é incerto pois depende das perguntas que fazemos e das definições que criamos.

10. Princípio da não utilização do quadro-de-giz: Este se refere a participação ativa do aluno e a diversidade de estratégias de ensino. Em suma, Moreira (2010, p. 18) defende o “uso de atividades colaborativas, seminários, projetos, pesquisas, discussões, painéis, enfim, a diversas estratégias, as quais devem ter subjacentes os demais princípios.”

11. Princípio do abandono da narrativa. Em que o ensino passa a ser centrado no aluno que fala mais do que o professor. O docente atua como mediador do processo. Este princípio está em consonância com Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011) que acreditam em uma Educação Estatística centrada no aluno, tendo o professor como mediador e em aprender fazendo.

A utilização desses princípios provocará a aprendizagem significativa crítica pois promove condições para que o aluno aprenda “com significado, compreensão, sentido, capacidade de transferência; oposta à aprendizagem mecânica, puramente memorística, sem significado, sem entendimento” (MOREIRA, 2010, p. 6).

Silva (2011) ao analisar dissertações e teses que utilizaram modelagem no ensino concluiu que este ambiente de modelagem apresentou vestígios desses princípios:

1. Conhecimento prévio: esse ambiente favoreceu o uso de conhecimentos que os alunos já possuíam. A partir do momento que os alunos escolheram um tema ou situação-problema de sua realidade, eles recorreram às suas experiências anteriores sobre o problema.

2. Interação social e questionamento: o trabalho em grupos formados por alunos ou o grupo de todos os alunos com o professor utilizou o ambiente de modelagem como um espaço democrático da sala de aula favorecendo a interação social e a discussão.

3. Não centralidade do livro texto: as atividades de Modelagem descentralizaram a aprendizagem exclusiva do livro didático, oportunizando ao aluno a realização de pesquisas fora do ambiente escolar por meio de visitas a locais relacionados ao tema escolhido, entrevistas com profissionais da área, entre outras possibilidades de pesquisa.

4. Aprendiz como preceptor/representador: o aluno pode utilizar diversas maneiras como desenhos, textos, gráficos, tabelas ou modelos para representar aquilo que aprendeu. O aluno foi capaz de representar o que aprendeu e como este conhecimento traz implicações para a sua vida em sociedade.

5. Conhecimento como linguagem: os alunos entendem o conhecimento como uma linguagem, ou uma forma de ver o mundo. A modelagem em uma perspectiva sociocrítica pode auxiliar o aluno a compreender melhor o que acontece ao seu redor.

6. Consciência semântica: os alunos desenvolveram a consciência semântica⁵ a partir de atividades de modelagem que os levaram a perceber que os resultados obtidos podem ter mais significado do que um número ou um modelo apresenta.

7. Aprendizagem pelo erro: em ambiente de modelagem, o aluno pode compreender porque determinadas soluções não são adequadas para alguns problemas ao considerar o contexto em que esta solução está sendo proposta.

⁵ Consciência semântica entendida como a capacidade do aluno compreender que as palavras ou os símbolos podem ter significados que vão além da sua representação.

8. Desaprendizagem: ao pensar em toda a situação envolvida, o aluno pode perceber que está aprendendo um novo conceito a partir de um conhecimento prévio inadequado.

9. Incerteza do conhecimento: no ambiente de modelagem, o aluno pode discutir sobre a validade dos modelos para determinadas situações, além de questionar a própria construção do conhecimento.

10. Não utilização do quadro de giz: atividades de modelagem permitem que o professor adote estratégias diferenciadas de ensino como artigos, programas de televisão, entrevistas, entre outros.

11. Abandono da narrativa. A modelagem, em geral, está intimamente ligada ao princípio da não utilização do quadro de giz, não exclusividade do livro de texto e ao abandono da narrativa por desfazer a aula tradicional em que professor, livro didático e quadro negro possuem todo o conhecimento e onde eles são considerados o centro da sala de aula.

Estas conclusões sugerem que deve haver um esforço contínuo por parte da comunidade escolar para que a Modelagem Estatística seja implementada em todos os níveis de ensino favorecendo a aprendizagem significativa crítica dos envolvidos.

Campos (2007) aponta, em sua tese, que a modelagem estatística utilizada em projetos desenvolvidos com os graduandos de Ciências Econômicas favoreceu o desenvolvimento da literacia, do raciocínio e do pensamento estatístico, na medida em que observou as recomendações de trabalhar com dados reais sempre que possível, relacionar os dados ao contexto em que estão inseridos, determinar que os alunos interpretem os resultados, orientar o trabalho em grupo, permitir que uns critiquem as interpretações de outros, favorecendo o debate de ideias entre os alunos.

Silva e Oliveira (2012) com base em diversos estudos sobre modelagem argumentam que a inserção da Modelagem no contexto escolar ainda não acontece naturalmente ou de forma integrada às demais disciplinas do currículo. Isso ocorre devido a problemas como, a organização da escola, as rotinas já estabelecidas, a dificuldade de realizar um trabalho em colaboração com os demais professores, além das tensões e dilemas presentes para elaborar a proposta de modelagem nas práticas pedagógicas.

A falta de investigações sobre as discussões e reflexões que ocorrem em ambiente de modelagem, sejam elas antes ou após a realização do trabalho de

modelagem podem suscitar dúvidas para os profissionais que desejam implementar modelagem na sala de aula (SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Apesar disso, a Modelagem é uma das atividades científicas e pedagógicas que favorecem a prática interdisciplinar, permite o trabalho colaborativo entre alunos e professores de diferentes áreas do conhecimento e propicia a construção de um conhecimento mais significativo incluindo novas visões sobre o conhecimento (CIFUENTES; NEGRELLI, 2012).

7 EDUCAÇÃO CRÍTICA

A Educação Crítica surgiu como uma contestação ao discurso positivista do sistema educacional. Ela propõe o desenvolvimento de uma educação para a consciência crítica valorizando uma formação ampla que considera a liberdade, participação política, dialogal e ativa, ou seja, uma educação democrática. Esse compromisso ético da Educação Crítica é incorporado por Skovsmose (2011), que volta seus estudos para a Educação Matemática.

Para Skovsmose (2011) a expressão crítica está relacionada com investigar condições para obter conhecimento, identificar e avaliar problemas sociais, reagir às situações sociais problemáticas. Neste sentido, a crítica sugere reflexões, reações e ações.

Skovsmose (2011) considera que a Educação Matemática Crítica deve buscar novas possibilidades educacionais ao proporcionar momentos de reflexão e ação na educação, principalmente sobre como a Matemática se relaciona com a sociedade, como ela pode servir como instrumento de análise das características críticas de relevância social e como pode contribuir para os alunos exercerem uma cidadania crítica.

A Educação Estatística utiliza-se de recursos teórico-metodológicos de outras áreas do conhecimento, como a Educação Matemática, a Psicologia, a Educação, a Filosofia e a Matemática, além da própria Estatística (SOUZA; COUTINHO, SOUZA, 2014). Neste trabalho, apresentamos a Educação Matemática Crítica a partir de suas relações com a Educação para a cidadania e com o cenário de investigação. Posteriormente, a partir destas convergências de considerar a Educação para exercer a cidadania crítica e oportunizar a investigação, utilizaremos esses pressupostos teóricos para caracterizar a Educação Estatística Crítica.

7.1 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

A Educação Matemática Crítica busca uma prática democrática no processo de ensino e aprendizagem, em que o aluno é convidado a refletir criticamente sobre a Matemática vivenciada em seu contexto, tendo como foco o seu meio social e político (SKOVSMOSE, 2007).

7.1.1 Educação para cidadania

A Educação voltada para a cidadania conduz a formação crítica do aluno, em que este se torna preparado para intervir em debates políticos, sociais e econômicos. Por isso, a perspectiva sócio-crítica tem um grande impacto na comunidade de Educação Matemática, Educação Estatística, influenciando não apenas práticas educacionais como também o desenvolvimento de pesquisas.

A Educação Matemática Crítica, de forma mais geral, significa um suporte para o cidadão crítico, bem como para qualquer grupo de pessoas que possam refletir e questionar utilizando a matemática (SKOVSMOSE, 2007).

Skovsmose (2007) considera que a Educação Matemática além de auxiliar na aprendizagem de certas formas de conhecimento e de técnicas, convida os alunos a refletirem sobre como essas formas de conhecimento e de técnicas podem ser trazidas à ação. Estas reflexões podem envolver confiabilidade e responsabilidade. Os estudantes podem considerar a confiabilidade da Matemática posta em ação a partir de questionamentos como: Estes cálculos são razoáveis? O que desconsideramos ao identificar números e figuras relevantes? Existe algo que a Matemática não pôde apreender? Essas perguntas consideram os limites da Matemática em ação. A Matemática em ação depende de fazer uso dos seus conhecimentos considerando sua utilidade em determinado contexto.

Considerar a Matemática em ação significa estabelecer uma relação entre os saberes matemáticos fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos da sociedade. Para lidar com noções matemáticas em diferentes contextos fazemos uso da matemacia, um conjunto de competências, como dominar as técnicas estatísticas, analisar os resultados e refletir sobre seus resultados influenciando certa comunidade.

Skovsmose (2007) esclarece que um ensino para dar suporte ao desenvolvimento da matemacia deve ser orientado para que o aluno possua: o conhecer matemático, o tecnológico e o reflexivo. O conhecer matemático envolve habilidades matemáticas: domínio de teoremas, provas, técnicas, algoritmos. O conhecer tecnológico que se refere às habilidades em aplicar a matemática a problemas específicos. O conhecer reflexivo se refere à competência de refletir sobre o uso da matemática na sociedade e avaliá-lo.

Em uma perspectiva social e política, o processo de ensino e aprendizagem da Matemática não tem como objetivo ensinar os alunos a usarem modelos

matemáticos, mas, levar os alunos questionarem porque o modelo foi utilizado, quando ele se aplica, como ele funciona, para que o utilizamos na sociedade e ainda pode-se compará-lo aos modelos reguladores da sociedade global em que vivemos (SILVA, 2007).

Somente através desses questionamentos os alunos serão capazes de adquirir um conhecimento amplo para compreender o mundo e contribuir nele.

Freire (2000) também argumenta que o educador capaz e sério, além de ensinar muito bem sua disciplina, precisa desafiar o educando a pensar criticamente sobre sua realidade social, política e histórica, em que também faz parte e é capaz de agir sobre ela.

Uma boa educação não será avaliada pelo conteúdo ensinado pelo professor e aprendido pelo aluno. O desgastado paradigma educacional sintetizado no binômio “ensino/aprendizagem”, verificado por avaliações inidôneas, é insustentável. Espera-se que a educação possibilite, ao educando, a aquisição e utilização dos instrumentos comunicativos, analíticos e materiais que serão essenciais para o seu exercício de todos os direitos e deveres intrínsecos à cidadania (D’AMBRÓSIO, 2007, p. 66).

Os professores que trabalham com a Matemática precisam se empenhar para que ela ganhe um novo significado, passando a ser entendida como uma ciência capaz de contribuir para a sua emancipação, a partir de um conhecimento libertador e não dominador, um conhecimento que inclua e não exclua (SILVA, 2007).

Enquanto os educandos são exercitados para o arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, eles desenvolverão menos consciência crítica de que resultaria em uma aprendizagem que considerasse sua inserção no mundo, como transformadores dele (FREIRE, 1996).

Freire (2007) questiona porque os educadores não consideram as experiências do aluno como sujeito.

Por que não aproveitar a experiência que têm os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem-estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem à saúde das gentes. [...] Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina, a realidade agressiva em que a violência é a constante e a convivência das pessoas é muito maior com a morte do que com a vida? (FREIRE, 2007, p. 30).

Para que a educação seja crítica, ela deve discutir problemas sociais, problemas de desigualdades, problemas da supressão e outras preocupações

sociais além de tentar fazer da educação uma forma de intervenção social progressivamente ativa (SKOVSMOSE, 2011).

A Educação Matemática Crítica considera diferentes papéis possíveis que a Educação Matemática pode desempenhar e, além disso, se importa em incluir um contexto sociopolítico particular. A educação matemática crítica também aborda outros problemas: a educação matemática como instrumento de estratificação, como legitimadora de inclusões e exclusões sociais (SKOVSMOSE, 2007).

Os conhecimentos críticos de refletir, questionar são necessários para o manejo das relações sociais. Esses conhecimentos são importantes para considerar a integração das demais dimensões humanas, favorecer o desenvolvimento integral da pessoa, fortalecer os profissionais para os desafios no mundo do trabalho, saber agir em coletividades adquirindo habilidades para as relações interpessoais, possibilitar a compreensão do outro e interação, aprender a conhecer a realidade, buscar a construção e a reconstrução do conhecimento.

A Educação Matemática Crítica não é um ramo especial da Educação Matemática, não é uma metodologia de sala de aula e não é constituída por um currículo específico. Preocupações emergentes da natureza crítica da Educação Matemática dão sentido à Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2007).

A Educação Matemática tem responsabilidade no desenvolvimento epistemológico geral dos estudantes. Através da Educação Matemática pode-se melhorar as habilidades dos estudantes de estruturar e resolver problemas lógicos. Porém, não abrangem as preocupações da Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2010).

A partir da Educação Matemática, os estudantes reorganizam o mundo a sua volta, ao desenvolverem uma postura em relação à sociedade tecnológica. Compreendem que, algumas pessoas são capazes de gerenciar problemas tecnológicos, e outras não. Nesta sociedade, “os estudantes “incapazes” aprendem a ser servis às questões tecnológicas, e servis àqueles que podem gerenciar tais questões” (SKOVSMOSE, 2011, p. 31).

A Educação Matemática Crítica reflete maneiras de impedir que os alunos fiquem à mercê da centralização do poder nas mãos da classe dominante. Ela indica que, através do conhecimento pode-se encontrar caminhos para reagir a esse tipo de dominação e ser capaz de atuar e decidir em uma sociedade tecnológica.

Alrø e Skvosome (2006, p. 18) destacam que pesquisas e práticas educacionais mostram que a educação matemática crítica

[...] preocupa-se com a maneira como a Matemática em geral influencia nosso ambiente cultural, tecnológico e político, para as quais a competência Matemática deve servir. Por essa razão, ela não visa somente identificar como os alunos, de forma mais eficiente, vêm a saber e a entender os conceitos", mas "... de que forma a aprendizagem de Matemática pode apoiar o desenvolvimento da cidadania" e "como o indivíduo pode ser *empowered* através da Matemática".

A matemática pode ser significativa para dar poder aos alunos e alterar essa relação de dominação, incentivando o aluno observar as questões econômicas por trás das fórmulas matemáticas. Quando os problemas matemáticos adquirem significado para o aluno e estão relacionados a processos importantes da sociedade, estes lhes possibilitam desenvolver um comportamento social e político, pois identificam questões relevantes associadas às tratadas em aula em seu meio cultural e se posicionam frente a elas (SKOVSMOSE; 2008).

Esta maneira em que é gerado *empowered* é apenas uma das possíveis em que a EMC está presente, pois segundo PAIS et al. (2008) ela está presente em:

- Estudos em etnomatemática: dependendo de como é realizada a pesquisa, a etnomatemática, que é um programa que valoriza a cultura do conhecimento matemático e de outros conhecimentos científicos, pode ter uma conotação política.
- Estudos em subjetividade: com o propósito de compreender as formas segundo as quais a matemática escolar contribui para a formação da subjetividade necessária para o tipo de governação a que somos sujeitos, sendo baseado principalmente nos trabalhos de Foucault sobre as relações de poder.
- Estudos em *empowerment*: elas tem o objetivo de alcançar uma literacia matemática, ou matemacia (SKOVSMOSE, 2011), por meio de uma educação que contribua com a formação cidadã dos alunos.
- Estudos em desigualdade: esses estudos identificam formas de exclusão por meio da educação matemática, sejam elas de raça, gênero, linguagem ou classe social e pesquisam meios que venham a contribuir para que a educação matemática seja democrática.

Pais et al. (2008) considera que estas diferentes linhas de investigação em educação matemática crítica tem em comum as relações de poder e podem ser encaradas como sociologias das ausências. Estes diversos estudos podem tornar visíveis alternativas ao modo de pensar e investigar em educação matemática que

contribuam para percebermos os diferentes papéis da Educação Matemática Crítica na sociedade.

Não ignoramos os papéis que a EMC tem para auxiliar o ensino, porém focamos nos estudos de *empowerment* que tenham como objetivo desenvolver uma participação cidadã dos envolvidos no contexto educacional.

Dessa maneira, alguns autores tem ideias a favor de uma educação crítica que desenvolva a cidadania. Skovsmose (2011) defende que uma educação para a cidadania parte dos conflitos e crises existentes na sociedade, no sentido de lhes dar resposta e, de alguma forma, transformar essa realidade social.

Freire (2007, p. 77) também destaca a intervenção da realidade social na educação: “Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra. Não posso estar no mundo de luvas nas mãos constatando apenas”. A educação deve servir de caminho para a inserção, que envolve decisão, escolha e intervenção na realidade.

Freire (2007, p. 14) sempre defendeu que “formar é muito mais do que puramente treinar o educando no desempenho de destrezas”.

D’Ambrósio (2007) também considera que o educador matemático tem uma missão bem mais complexa do que ensinar a fazer contas ou a resolver equações e problemas do livro texto, sem sentido e artificiais, mesmo que, muitas vezes, esses problemas aparentam se referir a realidade.

É preciso um envolvimento muito maior no ato educativo para que os estudantes sejam capazes de entender sua realidade. E a Matemática estudada deve ser realmente útil para ajudar os estudantes a compreender, explicar ou organizar sua realidade (D’AMBRÓSIO, 1993).

Freire (1996) acredita que o aluno precisa conhecer sua realidade e refletir sobre ela, para conseguir transformá-la.

A „linguagem da crítica” (que pode contribuir para a clarificação de problemas) deve ser complementada com a „linguagem da possibilidade” que pode colaborar para a ação e para a transformação, o que torna a crítica significativa (PAIS et al., 2008).

D’Ambrósio (2008) assevera que o professor precisa compreender que a educação é um ato político, e ao reconhecer seu papel em uma educação para a cidadania, dedica-se mais para que o aluno obtenha conhecimento, considerando que cidadania implica em conhecimento.

Ser crítico envolve engajamento efetivo no contexto social em que está envolvido. Para isso, o indivíduo torna-se um cidadão ativo e participativo, desenvolvendo sua competência e pensamento crítico face a este contexto social que lhe é apresentado e sobre o qual ele age: refletindo, questionando e reagindo. Por isso, para desenvolver o pensamento crítico, é necessário abandonar uma noção tradicionalista de "bom cidadão" em que se conhece, aceita e cumpre passivamente todas as regras sociais, para uma outra que promova a sua participação nos processos sociais. Ao assumir um compromisso com a intervenção democrática ele poderá ser interessado e capaz de desocultar e propor desenvolvimentos ao reconhecer e questionar a forma como as instituições e a estrutura social se organiza e funciona (PAIS et al., 2008).

Para que uma atitude democrática seja desenvolvida por meio da educação, a educação como relação social precisa conter aspectos democráticos e o professor não pode ter apenas um papel decisivo e prescritivo. Para incluir aspectos democráticos a educação deve ser realizada por meio do diálogo (SKOVSMOSE, 2011).

O diálogo é defendido como um meio de tratar aspectos realmente necessários a aprendizagem, que envolvem questões sociais críticas. A partir disso, considera-se que o "ensino e aprendizagem dialógicos são importantes para a prática de sala de aula que apóia uma Educação Matemática para a democracia" (ALRØ, SKOVSMOSE, 2006, p. 142).

Pais et al. (2008) explica que ser crítico significa ser e agir de maneira a desenvolver a democracia pois envolve não aceitar explicações e visões ditas óbvias ou naturais, mas envolve questionar e buscar outras explicações. Para ser crítico é preciso dialogar, participar de um pensamento coletivo, refletir sobre as implicações de assuntos em um processo dialógico e viver a alteridade. Nas relações sociais é preciso haver respeito, reconhecimento do conhecimento do outro, ouvir as vozes de todos os elementos envolvidos nesta relação social e interagir com os novos conhecimentos que constroem nossa ordem social, em um movimento cíclico.

7.1.2 Do paradigma do exercício ao cenário de investigação

Dentre os principais obstáculos para o êxito de uma Educação Crítica está a exclusiva responsabilidade do professor disposta no contrato didático vigente em muitos sistemas de ensino. De acordo com Alrø e Skovsmose (2006)

É importante ter ciência de que os alunos vêm à sala de aula conhecedores de certo discurso escolar que influencia suas expectativas e antevisões sobre as atividades a serem desempenhadas em sala de aula. Por exemplo, os alunos costumam esperar que o professor apresente o conteúdo que quer que eles apreendam. Eles não vão propor ideias próprias porque esperam ser comandados e avaliados pelo professor. (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 74).

A possibilidade do aluno participar de tomadas de decisões, formular questões, refletir, articular diferentes saberes escolares pode romper esse contrato didático e auxiliar para a valorização pessoal, o fortalecimento da capacidade argumentativa e sobretudo, para a tomada de consciência do papel do sujeito em desenvolver sua cidadania crítica.

Skovsmose (2011, p. 101) esclarece que a crítica está relacionada a: 1) uma investigação de condições para a obtenção de conhecimentos; 2) uma identificação dos problemas sociais e sua avaliação; e 3) uma reação às situações sociais problemáticas”. Por isso, crítica demanda auto-reflexões, reflexões e reações.

Muitos exercícios se referem a uma situação de semirealidade, que não atendem a estes pressupostos pois não trazem condições efetivas de refletir em cima da pergunta apresentada que está “totalmente descrita pelo texto do exercício; nenhuma outra informação é importante para a resolução do exercício; mais informações são totalmente irrelevantes; o único propósito de apresentar o exercício é resolvê-lo” (SKOVSMOSE, 2008, p. 25).

Nesse contexto, Skovsmose (2008, p. 21) propõe que seja oferecido aos alunos um ambiente de aprendizagem que os convida a “formular questões e a procurar explicações.”

Os alunos que aceitam o convite iniciam questionando “O que acontece se...” Com isso, os estudantes iniciam explorando situações, questionando, refletindo e participando do seu processo de aprendizagem.

Skovsmose (2008) considera que o ambiente de aprendizagem baseado nos cenários para investigação podem resultar na quebra do paradigma do exercício, convidando o aluno a participar intensamente do processo de aprendizagem. O autor apresenta uma matriz com seis ambientes de aprendizagem diferentes:

Tabela 2 Ambientes de aprendizagem

	Paradigma do exercício	Cenários para investigação
Referência à Matemática pura	(1)	(2)
Referência à Semi-realidade	(3)	(4)
Referência ao Mundo real	(5)	(6)

Fonte: SKOVSMOSE, 2008

Nele três tipos de referência são possíveis: referência à matemática pura, referência à semi-realidade, referência ao mundo real. A partir de referências ao mundo real, abrem-se possibilidades de mudanças na Educação Matemática.

Atuar com referência ao mundo real é a situação mais rica de aprendizagem. Para atuarem neste ambiente de imprevisibilidade, professores e alunos devem sair de uma zona caracterizada pelo conforto proporcionado pela previsibilidade e o controle da situação, para adentrarem em numa zona de risco, em que novas e imprevisíveis situações de aprendizagem podem ocorrer.

As possibilidades de diálogo, interação, crescimento dos estudantes neste ambiente é imensa, pois os alunos estão trabalhando em um cenário de investigação que abre espaço para o trabalho da Educação Matemática Crítica.

Para que haja crítica em um cenário de investigação, as seguintes características da EMC devem ser presentes: compromisso dos estudantes no controle do processo educacional; a criticidade de conteúdos; destaque para diálogos a partir de problemas sociais, relacionar problemas externos ao universo educacional para o centro do ensino (SKOVSMOSE, 2011).

Na Educação Matemática Crítica, é necessário que o processo educacional esteja relacionado a problemas existentes fora do universo educacional presente no contexto em que vivem os estudantes. O conhecimento deve proporcionar uma relação próxima com problemas sociais objetivamente existentes (SKOVSMOSE, 2011).

As competências a serem desenvolvidas nos sujeitos estão diretamente relacionadas a potencializar o espírito crítico e reflexivo no entendimento das transformações da sociedade. Destarte, “a EMC preocupa-se com a maneira como a matemática em geral influencia nosso ambiente cultural, tecnológico, e político e

com as finalidades para as quais a competência matemática deve servir” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p.18).

Os problemas de faz de conta não estão presentes na Matemática Crítica. Na Educação Crítica os problemas se relacionam com situações e conflitos sociais, em que os estudantes reconhecem como seus próprios problemas (SKOVSMOSE, 2011).

Freire (1974, p. 75) defende aprendizagem por meio da interação com o outro a partir do uso de situações reais contextualizadas ao afirmar que: “Ensinar é uma prática social, uma ação cultural, pois se concretiza na interação entre professores e alunos, refletindo a cultura e os contextos sociais a que pertence”. Essa prática social deve estar recheada de questionamentos e curiosidade.

A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvendamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta faz parte integrante do fenômeno vital. Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fizemos, acrescentando a ele algo que fazemos (FREIRE, 2007, p. 35-36).

A postura do professor e aluno precisa ser dialógica, aberta, curiosa, indagadora ao questionar e argumentar ao construir seu conhecimento e a sua visão de mundo (FREIRE, 1996).

A Educação Matemática Crítica como uma filosofia educacional preocupa-se com que os alunos sejam curiosos, participativos, críticos, e atuantes. Ela discute sobre o risco da educação matemática não estar contribuindo para a criação de alunos participativos e críticos que refletem sobre os efeitos da matemática na sociedade (SKOVSMOSE, 1994).

A Educação Matemática Crítica tem como objetivo problematizar o papel da Matemática na sociedade, discutir sua influência nas diversas ações sociais e políticas. Isso possibilita ao estudante, desenvolver uma consciência cidadã que o incentiva a participar na sociedade, de forma crítica, discutindo questões políticas, econômicas, ambientais, dentro do seu contexto (ARAÚJO, 2007).

7.2 EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA

Os princípios teóricos apresentados da EMC estão em concordância com os aspectos que valorizamos na Educação Estatística Crítica - a partir da Estatística proporcionar condições para o desenvolvimento da responsabilidade, ética,

conscientização política e capacidade crítica dos estudantes em uma sociedade globalizada, repleta de informações e marcada pela necessidade de decisões em situações de incerteza.

A Educação Estatística Crítica tem preocupação com a formação de um estudante crítico, informado dos problemas que afligem a sociedade e consciente da importância da sua participação na comunidade (JACOBINI, 2004).

Nos aproximamos das ideias da EMC proposta por Skovsmose (2011) a partir de alguns interesses: (1) preparar os alunos para o exercício consciente da cidadania; (2) estabelecer o conteúdo trabalhado como um instrumento para analisar características críticas de relevância social; (3) considerar os interesses dos alunos; (4) considerar conflitos culturais e sociais nos quais a escolaridade se dá; (5) refletir sobre a utilidade do conteúdo; (6) estimular a comunicação em sala de aula, porque as inter-relações oferecem uma base para a vida democrática.

Aliando estes interesses convergentes e os aplicando à Educação Estatística, os educadores foram “construindo uma teoria crítica de ensino de Estatística, ou melhor, uma Educação Estatística Crítica” (CAMPOS, 2007, p. 122).

Esta teoria ainda é um desafio para muitos professores que tratam o ensino de Estatística desvinculada da realidade, assumindo uma falsa postura de que a educação é neutra e apolítica. Em consonância com o desejo de promover uma educação que valorize o caráter sócio-crítico da Estatística é necessário considerar no currículo o amplo contexto sociopolítico atual para avançar na harmonia entre educação e democracia.

Podem-se inserir na Educação Estatística questões críticas como acesso democrático de toda a população aos serviços sociais, públicos e de qualidade, tais como saúde, educação, moradia e trabalho; a garantia de igualdade de direitos, deveres e oportunidades para todos os membros da sociedade, sem que haja qualquer tipo de discriminação em relação à posição social, nível de escolaridade, sexo ou raça; e as condições mínimas de sobrevivência para todos os cidadãos, asseguradas pelo Estado. Trabalhar com esses conceitos críticos podem trazer novas perspectivas para a prática pedagógica.

Para Campos (2007) a compreensão da Estatística Crítica perpassa pelo entendimento dos conteúdos estatísticos de uma forma democrática, motivando os alunos a desenvolver espírito crítico, responsabilidade ética e da conscientização política.

Entendemos que o objetivo de ensinar conteúdos estatísticos deve sempre estar acompanhado da finalidade de desenvolver a criticidade e o engajamento dos estudantes nas questões políticas e sociais relevantes para sua realidade como cidadãos que vivem numa sociedade democrática e que batalham por justiça social em um ambiente humanizado e desalienado.

Na atualidade, alguns autores vêm discutindo formas de melhorar o ensino de estatística, e investigam a Modelagem Matemática como forma de desenvolver a cidadania crítica, a exemplo de Mendonça (2008), concluindo que o ambiente de Modelagem Matemática levou os alunos a perceberem a necessidade dos conceitos estatísticos, ao dar sentido e significado aos conteúdos curriculares, contribuindo para o desenvolvimento pessoal e social dos alunos.

Andrade e Wodewotzki (2008) ao investigarem o ensino de Estatística por meio da Modelagem Matemática apontaram que esta abordagem constituiu um ambiente altamente investigativo que contribuiu para a cidadania crítica do aluno ao favorecer o desenvolvimento da autonomia, raciocínio lógico, senso crítico e posicionamento diante de questões sociais.

Campos et al. (2011) apresentam os projetos de modelagem matemática como caminhos para o desenvolvimento das competências de literacia, do pensamento e do raciocínio estatístico no contexto da Educação Crítica.

A modelagem em uma perspectiva crítica pode propiciar a compreensão do fenômeno estudado, além de estimular a criatividade e incentivar investigações e reflexões, melhorar a apreensão de conceitos estatísticos, a formação da cidadania e das consciências sociais e política do estudante (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011).

Como afirma Lopes (2004, p. 192) existem muitas outras competências a serem adquiridas a partir das investigações e “a Estatística também poderá auxiliar o estudante no desenvolvimento da habilidade comunicativa tanto oral quanto escrita e no desenvolvimento do raciocínio crítico, integrando-se às diversas disciplinas”.

A Estatística Crítica pode ser utilizada como forma de intervenção em discussões, e quando presente em sala de aula pode possibilitar ao aluno refletir sobre a presença dela na sociedade. Portanto, ao organizar uma atividade investigativa, o professor deve propor trabalhos que levem os alunos a analisar o papel da Estatística nas práticas sociais.

A zona de risco caracterizada nas investigações estatísticas promove o diálogo, não entendido como uma conversa qualquer, mas uma comunicação em que os participantes se encontram, influenciando-se, provocando e sofrendo mudanças. Para Alrø e Skovsmose (2006) o diálogo é uma conversa que visa a aprendizagem e está relacionado a realizar uma investigação, correr riscos e promover a igualdade.

O diálogo existe quando há uma conversa de investigação com o objetivo de obter conhecimentos e novas experiências. A Educação Estatística Crítica ocorre na zona de risco e requer investigações, explorar perspectivas, ter curiosidade, estar disposto a considerar o pensamento e os pontos de vista do outro.

Este caráter de imprevisibilidade da Educação Estatística Crítica conduz os participantes a correrem riscos. “Não há respostas prontas de antemão, para os problemas. Eles surgem através de um processo compartilhado de curiosa investigação e reflexão coletiva, com o propósito de obter conhecimento” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 128).

Em uma Educação Estatística Crítica é possível estabelecer um ambiente de aprendizagem confortável e respeitoso e uma atmosfera de confiança mútua, nos quais se torna possível experimentar e onde existe igualdade, não no sentido de negar diferenças, mas ao saber lidar com elas. Alrø e Skovsmose (2006) afirmam que essas qualidades da comunicação surgem na medida em que os alunos tornam-se condutores do processo e participam ativamente dele.

Os estudantes não estão restritos a seguir um livro-texto, mas realizam legítimas experiências caracterizadas pela discussão de problemas reais, negociação entre o grupo de alunos sobre o caminho a tomar e legitimidade das soluções propostas (D'AMBRÓSIO, 1993).

Por meio da Educação Estatística Crítica os alunos ampliam sua leitura de mundo, sendo capazes de compreender com criticidade a Estatística inserida nas questões ambientais, sociais e políticas discutidas por eles.

Campos (2007) delineou os princípios da EEC: 1) Contextualizar os dados do problema utilizando dados reais; 2) Incentivar a interpretação e análise dos resultados obtidos; 3) Socializar o tema, ou seja, inseri-lo num contexto político/social e promover debates sobre as questões levantadas.

A contextualização e a socialização auxiliam a construção de uma postura crítica, pois implica em uma visão aberta do conhecimento, que não pode ser

concebido como um saber pronto e acabado, mas vivo, dinâmico, que aceita estímulos externos (necessidades sociais) e internos (necessidade de compreensão de significados) para que o aluno assuma responsabilidade por sua formação e participe nos processos de exploração e argumentação.

Lopes (2008) afirma que uma Educação Estatística Crítica exige do professor uma atitude de respeito aos saberes do estudante, valoriza os conhecimentos que foram adquiridos por sua vida em sociedade. A autora sugere a discussão de temas, como a poluição dos rios e mares, os baixos níveis do bem-estar das populações, o abandono da saúde pública, entre outras questões que estão presentes nas manchetes de jornais diários e revistas e em reportagens de televisão. Trabalhar a análise dessas questões que estão sempre envolvidas em índices, tabelas, gráficos etc., é possível contribuir na formação de cidadãos críticos, éticos e reflexivos.

Estas experiências trazem um enfoque interdisciplinar que impedem a típica fragmentação que geralmente se caracteriza a Educação. Na perspectiva da educação estatística crítica, o currículo pode ser estruturado por meio de problemas e situações reais que permitem a participação dos alunos no controle do processo educativo ao engajarem-se na investigação. Neste trabalho, ao usarem Estatística aliada a contextos sociais, os alunos argumentam, se posicionam e desenvolvem confiança em suas capacidades e potencialidades.

O objetivo de ensinar Estatística deve sempre estar acompanhado do objetivo de desenvolver a criticidade e o engajamento dos estudantes nas questões políticas e sociais relevantes para a sua comunidade (Campos et al., 2011).

A Educação Estatística Crítica ajuda a pôr em movimento a cidadania crítica, esta, que segundo Skovsmose (2008), discute qualquer decisão que é considerada inquestionável. A EEC não pode ser entendida como um ramo da Educação Estatística. Não pode ser interpretada por metodologias de sala de aula ou constituída com base em um currículo. Ela é marcada por preocupações críticas que geram ação e envolvimento que são compartilhadas em “um espaço paradigmático para discutir estruturas de conhecimentos e poder na sociedade atual” (SKOVSMOSE, 2008, p. 113).

Este tipo de ambiente de aprendizagem permite aos estudantes observar os aspectos vivos do conhecimento e lhes oferece a oportunidade de interpretar a estatística como uma ferramenta para ver criticamente o mundo e ser protagonista da intervenção social.

A Estatística na perspectiva sócio-crítica é uma alternativa para abordar o desenvolvimento de competências democráticas dos estudantes.

SAMPAIO (2010) justifica o termo Educação Estatística Crítica para reforçar que a Estatística também possui uma natureza crítica forte; para reiterar a importância de uma abordagem crítica no seu ensino, pois possui uma demanda específica em diversos campos profissionais; para tentar aumentar o debate sobre o caráter crítico da Educação, da Matemática e da Estatística entre os educadores estatísticos; e para tentar fazer com que esta discussão alcance uma maior parcela da sociedade.

A transformação que ocorre por meio da EEC é evidenciada nas reflexões críticas sobre a realidade social e política atual. Nas discussões, existe o respeito aos diferentes posicionamentos e reconhecimento de que a liberdade de expressão é um ato democrático.

Wodewotzki e Jacobini (2005, pág 233) afirmam que a Educação Estatística, nesta perspectiva trata-se de “[...] um processo que favorece a contextualização das informações e oferece oportunidades relevantes para reflexões e para críticas, sobretudo quando se trata de informações de ordem social”.

A Estatística na abordagem crítica, dialógica e investigativa pode agir sobre os fatores promotores de desinteresses e expulsão universitária, que segundo estão relacionados com a inadequação de currículos que não respondem adequadamente aos movimentos complexos dos novos arranjos de saberes e compartilhamento de experiências de nossas sociedades articuladas em redes de sociabilidades e saberes mediadas pelos aparatos sócio-técnicos, notadamente a internet e os múltiplos meios de comunicação.

A EEC traz elementos para reflexão sobre os desafios contemporâneos enfrentados pela sociedade onde o contexto e o problema abordado é significativo para os estudantes, que participam ativamente, analisam seu entorno e são capazes de se posicionar no mundo, como sujeitos livres e críticos e provocar mudanças visando à democracia.

8 INVESTIGAÇÃO UTILIZANDO PROJETOS DE MODELAGEM ESTATÍSTICA E EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA

Encontrou-se na proposta de projetos (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998), na Modelagem Matemática (BARBOSA, 2003), e na Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2011) a inspiração e um caminho para o trabalho com projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica (CAMPOS, 2007). Segundo Hernández e Ventura (1998, p. 61), “a proposta que inspira os Projetos de Trabalho está vinculada à perspectiva do conhecimento globalizado e relacional”. Essa proposta abre possibilidades para que o conhecimento seja construído de maneira dialógica, aberta e menos rígida. Os participantes adentram em um processo de construção de conhecimento.

A partir destes pressupostos teóricos, que orientam o trabalho, investigamos as possibilidades de crescimento profissional e pessoal de engenheiros ambientais por meio do trabalho com projetos de modelagem estatística em uma perspectiva sócio-crítica. Tendo em vista a preocupação em conhecer como o uso de projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica pode contribuir para a formação integral do Engenheiro Ambiental definimos os procedimentos metodológicos necessários para realizar essa pesquisa.

8.1 METODOLOGIA

Como se pretendeu não só desenvolver o projeto de forma prática, mas também investigá-lo, foi necessário estabelecer o contexto metodológico dessa investigação. Pela natureza do trabalho proposto, considerou-se a perspectiva qualitativa.

Propõe-se uma investigação de abordagem qualitativa, devido às características das questões e objetivos que norteiam a pesquisa, bem como em virtude da complexidade da realidade investigada. A abordagem qualitativa considera que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números, portanto a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são exigências básicas. Para Severino (2007, p. 119), “[...] várias metodologias de pesquisa podem adotar uma abordagem qualitativa [...]”, inclusive as pesquisas de campo, adotadas para a efetivação deste estudo.

Torna-se necessária a realização da pesquisa bibliográfica, justificada pela necessidade de relacionar os conhecimentos teóricos construídos com os dados levantados na pesquisa de campo, considerando o objetivo de dar forma ao relatório científico.

Foram tomados como documentos para análise os planos de curso da Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia das disciplinas de Estatística.

Conforme Ludke e André (1986, p. 26), “a observação direta permite também que o observador chegue mais perto da „perspectiva dos sujeitos”, um importante alvo nas abordagens qualitativas”. Dessa forma, esta será a abordagem de observação realizada no estudo.

Uma pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994), tem como características principais a utilização do contexto onde ocorre o fenômeno como fonte direta para obtenção dos dados; o pesquisador é considerado instrumento indispensável para o desenvolvimento do trabalho; preocupa-se com o processo e não simplesmente nos resultados e produtos da investigação; os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. Nesta abordagem, o significado é a preocupação essencial.

A coleta de dados centrou-se nos estudantes, em suas ações, comportamentos, produções e participação. Os dados foram obtidos a partir da observação, registros em áudio e vídeo das atividades desenvolvidas e análise da produção dos estudantes na realização dos trabalhos.

Ouvir, interpretar e compreender os indivíduos, como eles reagem durante a execução dos projetos, foi nossa atitude na coleta de dados. Isso ocorreu de forma planejada e cuidadosa de modo a compreender melhor como se desenvolveram os projetos de modelagem.

Investigou-se o processo de ensino aprendizagem, por meio de observações em salas de aula, privilegiando as atitudes reflexivas e críticas dos alunos ao analisarem os temas dos problemas propostos.

Uma pesquisa qualitativa possibilita um conhecimento mais profundo da totalidade do contexto, no qual o pesquisador se apropria de compreensões de um conjunto de atitudes e reações dos sujeitos no meio em que estão inseridos. De acordo com Ludke e André (1986, p. 18), “a investigação qualitativa é rica em dados descritivos, é aberta e flexível e foca a realidade de forma complexa e

contextualizada.” Desta maneira, tem-se a preocupação de ir além das descrições da realidade do ambiente escolar.

O uso da gravação de vídeo como instrumento de coleta de dados pode ser justificado pela possibilidade de reexaminar os dados com frequência, perceber nuances sutis da fala e do comportamento não verbal do aluno e observar momento a momento o posicionamento do aluno frente as questões discutidas (POWELL; FRANCISCO; MAHER, 2004).

Torna-se importante relatar como o aluno realizou o projeto, que recursos ele utilizou, que relações conseguiu estabelecer, e principalmente se será capaz de utilizar esse conhecimento em seu cotidiano.

A recolha de dados baseou-se na observação de aulas, notas de campo, vídeos de encontros e apresentação do projetos e material produzido pelos alunos.

Analisaremos o processo de desenvolvimento desse projeto considerando as ações dos alunos e professores envolvidos, preocupando-se em investigar as potencialidades dos trabalhos com projetos de modelagem estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica para a formação integral do Engenheiro Ambiental.

Observamos e analisamos como se mostra o processo educacional a partir desses projetos, procurando evidenciar os resultados do seu uso em estudantes de Engenharia Ambiental, segundo os objetivos propostos, de maneira a responder a pergunta diretriz e a partir do referencial teórico utilizado neste trabalho.

Iniciamos com uma revisão bibliográfica e pesquisa a partir dos principais autores preocupados com o processo de ensino e aprendizagem de Estatística, que privilegiam construção de projetos de ensino, para fornecer embasamento teórico ao nosso trabalho.

Para atingirmos o nosso objetivo de pesquisa, duas turmas de futuros engenheiros ambientais foram investigadas.

As turmas que participaram do projeto estavam matriculadas na disciplina Estatística II, ministrada pelo professor pesquisador, oferecida como disciplina obrigatória do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

A atividade de modelagem foi desenvolvida no decorrer da disciplina. O acompanhamento dos trabalhos se deu através dos relatórios preliminares, e momentos de acompanhamento do grupo durante a realização em sala de aula e em horário extraclasse. Os relatórios eram lidos e discutidos em sala, com especial

preocupação para os comentários dos alunos pesquisadores sobre seus avanços. Ao final da disciplina, os grupos entregaram a versão final do trabalho, que foi seguida da apresentação oral e discussão.

8.2 ENGENHARIA AMBIENTAL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

A Universidade Federal de Rondônia iniciou seus trabalhos em 1980 como Fundação Centro de Ensino Superior de Rondônia (FUNDACENTRO) e ainda hoje é a única Universidade pública do Estado. Sendo uma Universidade multicampi possui 65 cursos de graduação e 13 cursos de pós-graduação distribuídos em 8 pólos.

No pólo de Ji-Paraná foi criado o curso de Engenharia Ambiental pela Resolução n. 113/CONSEA, de 09 de janeiro de 2006 que tem como objetivo:

Formar um engenheiro ambiental apto a compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidades, com relação aos problemas tecnológicos, sócio-econômicos, gerenciais e organizativos, bem como utilizar racionalmente os recursos disponíveis, além de conservar o equilíbrio do ambiente, com capacidade de adaptação de modo flexível, crítico e criativo às novas situações.

O curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia iniciou seus trabalhos em agosto de 2006 e a primeira turma teve ingresso em 2007. O curso teve seu primeiro projeto político pedagógico em 2007 sendo este projeto reformulado em 2009. Todos os professores do curso possuem dedicação exclusiva na UNIR e decidiram por atualizar o currículo buscando definir uma política pedagógica para “formação do Engenheiro Ambiental de modo a atender as demandas da sociedade com vistas as políticas de desenvolvimento nacional, com base nos conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais visando o desenvolvimento sustentável” (UNIR, 2009, p. 7).

Os objetivos específicos contidos no Projeto Político Pedagógico do curso são:

- 1) Proporcionar uma estratégia do ensino de graduação em Engenharia Ambiental, capaz de “formar um engenheiro (pleno e de concepção) que transite nas diversas áreas do conhecimento humano que tenham interface com o Meio Ambiente” (UNIR, 2009, p. 7). Esta educação está voltada a formar um bom engenheiro ambiental bem como um cidadão capaz e consciente de suas

responsabilidades dentro da realidade atual de seu país, e com conhecimentos para auxiliar na promoção do bem estar da sociedade;

2) Apresentar atividades que favoreçam a formação de um engenheiro ambiental com capacidade para pesquisar, encontrar soluções criativas envolvendo diversas atividades humanas com o meio físico e os ecossistemas. A integração com os campos da Matemática, Física e Química, além de conhecimentos em Biologia, Geociências, Ecologia e Legislação;

3) Oferecer conteúdos visando a compreensão clara da sua área de atuação que está intrinsecamente relacionada a diversos campos do conhecimento, especialmente os de recursos hídricos, saneamento ambiental, avaliação e monitoramento dos impactos ambientais do setor industrial e urbano, e gerenciamento e avaliação de recursos naturais;

4) Oferecer oportunidades diversas para aluno aprender a partir de programas de extensão universitária, estágios, atividades de pesquisa, monitoria, congressos e seminários, entre outras atividades;

5) Oportunizar a criação de um espaço de pesquisa, reflexão, geração, busca, análise crítica e sistematização do conhecimento nas áreas de concentração do curso para os integrantes do curso;

6) Discutir conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais relacionados às áreas do curso com vistas a aplicação dos resultados práticos dessas pesquisas e sua divulgação em ambientes acadêmicos e empresariais.

Atualmente o curso tem duração mínima de 5 anos, com 4.680 horas distribuídas em disciplinas básicas, um núcleo de disciplinas profissionalizantes, núcleo de disciplinas específicas, estágio supervisionado obrigatório, trabalho de conclusão de curso e atividades complementares. Seu funcionamento é diurno, sendo as aulas oferecidas no período da manhã e tarde e, devido a esta característica, a maioria de seus alunos não trabalha e por isso, ficam o dia na Universidade tendo condições de realizar trabalho extraclasse.

A atual grade do curso é distribuída em Conteúdos básicos, conforme apresentado no quadro:

Quadro 1: Disciplinas do Conteúdo Básico

Disciplina	Créditos	Carga Horária
Química Ambiental I	4	80
Química Ambiental II	4	80
Metodologia Científica	4	80
Biologia Ambiental	4	80
Cálculo I	4	80
Cálculo II	4	80
Geometria Analítica e Álgebra Linear	4	80
Física 1	4	80
Física 2	4	80
Física 3	4	80
Materiais e Processos de Construção	4	80
Economia Ambiental	4	80
Humanidades	4	80
Ecologia	4	80
Fenômenos de Transporte	8	160
Mecânica dos solos	4	80
Estágio e cidadania 1	2	40
Estágio e cidadania 2	2	40
Química Ambiental da Atmosfera	4	80
Teoria do Conhecimento Tecnológico	4	80
TOTAL	80	1600

Neste currículo, os conteúdos básicos apresentam o total de 1600 horas, representando 34,48 % da carga horária mínima que o aluno precisa cumprir. Este atende a Resolução CNE/CES de 11 de março de 2002, que estabelece o mínimo de 30% de disciplinas básicas.

Os conteúdos profissionalizantes estão expressos no quadro 2:

Quadro 2: Conteúdos profissionalizantes

Disciplina	Créditos	Carga Horária
Termodinâmica	4	80
Geologia e Geotécnica Ambiental	4	80
Hidráulica	4	80
Hidrologia e Drenagem	4	80
Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto I	4	80
Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto II	4	80
Resistência dos Materiais	4	80
Microbiologia Ambiental	4	80
Sistema de Esgoto	4	80
Gestão Ambiental I	4	80
Gestão Ambiental II	4	80
Sistema de Água I	4	80
Sistema de Água II	4	80
Processos de Tratamento de Esgoto	4	80
Sistema de Esgoto	4	80
TOTAL	60	1200

Os conteúdos profissionalizante apresentam 1120 horas, o que corresponde a 25,64% da carga horária mínima a ser cumprida, acima do estipulado de 15% proposto pela Resolução CNE/CES 11.

As disciplinas específicas de Engenharia Ambiental estão no quadro:

Quadro 3: Disciplinas específicas

Disciplina	Créditos	Carga Horária
Introdução a EA	4	80
Estatística I	4	80
Desenho e Geomática	4	80
Estatística II	4	80
Resíduos Sólidos Urbanos	4	80
Recursos Hídricos: Bacias Hidrográficas	4	80
Climatologia	4	80
Análise, Conservação e Manejo de Recursos Naturais	4	80
Saúde Ambiental	4	80
Resíduos Industriais	4	80
Avaliação de Impactos Ambientais	4	80
Gestão de Negócios Ambientais	4	80
Projeto Final de Curso	2	40
TOTAL	50	1000

As disciplinas Estatística I e Estatística II são consideradas do núcleo de disciplinas específicas, normalmente sendo integralizadas no segundo e quarto semestre, respectivamente. O projeto antigo tinha a disciplina Estatística para Engenharia Ambiental com 4 créditos, oferecida no segundo semestre e a disciplina Estatística para Engenharia Ambiental A, também com 4 créditos, oferecida no quinto semestre. A ementa desta última envolvia: distribuições amostrais: estimativa por ponto, estimativa por intervalo, teste de hipóteses: desenvolvendo as hipóteses nula e alternativa, erros do tipo I e do tipo II, inferências para amostras grandes, inferências para amostras pequenas, comparações envolvendo médias: inferências sobre a diferença entre as médias de duas populações, análise de variância – ANOVA. Comparações envolvendo proporções: inferências sobre a diferença entre as proporções de duas populações. Análise de correlação e regressão: correlação linear, significância da correlação, regressão linear simples, significância da regressão e análise de resíduos.

Atualmente a ementa da Estatística I abrange os conteúdos de introdução e organização de dados estatísticos, métodos de amostragem, medidas de tendência central, medidas de variabilidade, propriedades de probabilidade, probabilidade condicional, dependência e independência de eventos, modelos probabilísticos, correlação e regressão.

A ementa da Estatística II abrange distribuições amostrais, estimativa por intervalo, teste de hipóteses, comparações envolvendo médias, comparações envolvendo proporções, análise de correlação e regressão: correlação linear, significância da correlação, regressão linear simples, significância da regressão.

O curso ainda determina 240 horas de disciplinas optativas que são oferecidas no sétimo, oitavo e nono semestres. As atividades complementares como programa de monitorias, iniciação científica, extensão universitária, seminários, congressos e encontros pretendem fornecer mais informações a respeito das atividades exercidas na atuação profissional do Engenheiro Ambiental.

O currículo apresenta 4040 horas de atividades presenciais distribuídas em 3800 horas de disciplinas obrigatórias e 240 horas de disciplinas optativas. Nas 640 horas de atividades não presenciais estão contabilizadas 320 horas da disciplina Estágio Supervisionado e 320 horas de Trabalho de Conclusão de Curso, oferecidos no último semestre. Portanto, o curso de Engenharia Ambiental da UNIR possui carga horária total de 4680 horas. Desta forma, a integralização curricular atende as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia instituída pelo Conselho Nacional de Educação CNE, da Câmara de Educação Superior CES, do Ministério da Educação MEC, contida na Resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002, e publicada no Diário Oficial da União em 9 de abril de 2002, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB (Lei 9394/96).

O projeto político pedagógico informa que o docente do curso deverá estar habilitado para trabalhar de forma a garantir que o aluno desenvolva as competências e habilidades necessárias para sua profissão, a saber: representação, comunicação, investigação, compreensão e contextualização sócio-ambiental-cultural.

O seu projeto político pedagógico propõe um ensino visando formar um engenheiro pleno que transite nas diversas áreas do conhecimento humano que tenham interface com o Meio Ambiente. Para isso sugere uma metodologia de trabalho em que os estudantes se responsabilizarem por suas atividades de

aprendizagem e desenvolvam comportamentos proativos em relação aos estudos e ao desenvolvimento de suas competências.

8.3 A PROPOSTA DA DISCIPLINA A PARTIR DO TRABALHO COM PROJETOS DE MODELAGEM

O projeto foi desenvolvido em duas turmas de Estatística II do curso de Engenharia Ambiental. Todos os alunos participaram da disciplina de Estatística II pela primeira vez. Uma turma participou da disciplina no semestre de 2012/2 e outra no semestre de 2013/1. Para facilitar, elas também serão tratadas como a turma de 2012 e a turma de 2013.

Em ambas as turmas, a proposta para desenvolver a disciplina foi apresentada aos alunos no primeiro dia de aula. Foi explicado às turmas que seria adotado o trabalho com projetos de modelagem estatística, onde os alunos iriam ter responsabilidade de escolher os temas das pesquisas a partir de problemas do seu interesse, que preferencialmente, envolvesse assuntos relacionados à Engenharia Ambiental e que fizesse uso de alguma análise estatística.

Os temas dos trabalhos poderiam ser os mais variados possíveis desde que fossem de relevância para seu futuro campo de trabalho como engenheiro ambiental. As variáveis para análise poderiam ser tanto variáveis quantitativas como variáveis qualitativas e a obtenção dos dados poderia ser direta, ou seja, eles mesmos poderiam coletar os dados através de questionário, medição ou observação ou obter os dados para análise indiretamente por meio de um banco de dados.

Os alunos entenderam a proposta e inicialmente se mostraram entusiasmados e curiosos com a possibilidade de realizarem projetos. Eles assinaram o termo de consentimento para participação na pesquisa (Anexo 1).

Quando lhes foi informado que os conteúdos estatísticos seriam aprendidos conforme suas necessidades, para darem subsídios a elaboração de cada projeto, houve certo desconforto por parte dos alunos, pois estavam esperando uma abordagem tradicional dos conteúdos, onde os conhecimentos estatísticos necessários seriam trabalhados conforme sua disposição nos livros textos.

Todos discentes já tinham realizado a disciplina de Estatística I, onde estudaram os conceitos básicos de estatística descritiva como: tipo de gráficos, tabelas, distribuição de frequência, média aritmética, mediana, moda, variância, desvio padrão, coeficiente de variação e introdução à probabilidade.

A turma de 2012 era composta por 21 alunos que cursavam diferentes semestres. Pelo projeto político pedagógico do curso, a disciplina seria oferecida no quarto semestre, então alguns alunos estavam no quarto semestre e outros mais avançados, inclusive com alunos que cursavam o décimo semestre, que é o último do curso.

A turma de 2012 já tinha certa experiência com temas ambientais devido a grande quantidade de alunos em semestres mais avançados. A partir de uma visão mais ampla do seu campo de trabalho, envolveram-se com certa facilidade nas questões ambientais escolhidas por eles para o trabalho com projetos.

Já a turma de 2013 era composta por 59 alunos, sendo que cinco deles nunca compareceram a disciplina e quatro vieram apenas às primeiras aulas e desistiram do curso. A maioria deles estava no quarto semestre, mas também continha alunos dos semestres mais iniciais do curso. Essa turma apresentou mais dificuldade em elaborar seus projetos.

A partir dessa dificuldade inicial dos alunos da turma de 2013, sentida principalmente pela falta de conhecimento sobre a sua área de formação, na primeira etapa da disciplina foi disponibilizado para consulta o trabalho de Bortoni e Pereira (2012) que contém nomes de revistas nacionais na sub-área da Engenharia Sanitária e Ambiental, avaliados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

As revistas os auxiliariam a encontrar trabalhos diversificados na sua área e a partir deles, visualizarem as diversas aplicações da Estatística para seu campo de atuação. Direcionando a atividade, o professor propôs aos alunos, que divididos em grupos procurassem duas revistas com publicações relacionadas à área ambiental e analisassem os artigos contendo análise estatística. A pesquisa envolvia os artigos dos últimos dez anos, para revistas publicadas anualmente e cinco anos para as demais.

No relatório deveria constar o nome da revista, ano, período, número de artigos publicados nesta edição, nome dos artigos que utilizaram Estatística, o objetivo da pesquisa e qual assunto estatístico foi utilizado.

Um dos alunos sugeriu que fosse criado um *e-mail* da turma para que todos pudessem acessar, e nele cada grupo deveria informar o nome das revistas selecionadas, para evitar que diferentes grupos analisassem a mesma revista. A sugestão foi aceita pela turma e o *login* e senha foram disponibilizados.

Os nomes das revistas selecionadas foram:

Recursos Hídricos: periódico editado pela Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, APRH.

Revista DAE: Revista do Departamento de Águas e Esgoto publicada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

CERNE: Centro de Estudos em Recursos Naturais Renováveis publicada através da parceria entre o Centro de Estudos em Recursos Naturais Renováveis e o Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras.

AMBIÊNCIA: Revista publicada pela Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO vinculada ao Setor de Ciências Agrárias e Ambientais.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – Agriambi: periódico oficial da Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola - ALIA, editada, pelo Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

Engenharia Sanitária e Ambiental: Revista editada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES.

Revista de estudos ambientais: periódico do programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau.

ACTA Amazônica: publicação científica oficial do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

Revista Saneas (Revista de Saneamento ambiental): editada pela AESabesp - Associação dos Engenheiros da Sabesp

Revista De Ciências Ambientais: publicação do Centro Universitário La Salle.

Revista Sociedade & Natureza: revista do Instituto de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Publicatio UEPG: revista editada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

RECEN: Revista Ciências Exatas e Naturais é uma publicação do Setor de Ciências Exatas e de Tecnologia, SEET da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO.

Recursos Hídricos: revista editada pela Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, APRH.

Revista Águas Subterrâneas: periódico de publicação anual da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS.

Ciência E Natura: revista publicada pelo Centro de Ciências Naturais e Exatas, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

Novos Cadernos NAEA: revista do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará.

O objetivo desta etapa foi propiciar aos alunos a oportunidade para eles identificarem nos artigos, assuntos do seu interesse relacionados à sua área de formação, aumentarem seu conhecimento sobre esses temas e perceberem a aplicabilidade da Estatística na Engenharia Ambiental. A partir disso, poderiam sentir-se mais motivados para trabalharem com projetos de modelagem.

Ao terminar esta etapa, cada grupo fez uma breve apresentação das revistas examinadas, as instituições que eram vinculadas, os objetivos dos periódicos e, relataram a dinâmica de trabalho adotada no grupo, os trabalhos analisados que chamaram sua atenção, explicitando os temas e os objetivos dos mesmos, assim como a metodologia empregada e os conteúdos estatísticos utilizados na análise. Algumas dificuldades foram relatadas: como revistas que gostariam de analisar, mas que não puderam porque seus artigos não eram disponibilizados na internet; alguns sites que eram difíceis de trabalhar, pois os artigos para download ficavam “escondidos”.

Neste momento, o professor pôde observar como os grupos se organizaram, quais os líderes de cada grupo que já se destacavam, quais as dinâmicas desenvolvidas para a elaboração e apresentação do trabalho. Identificaram-se alguns grupos que precisaram ser reorganizados pela falta de consenso entre os seus integrantes na divisão de tarefas ou pela falta de participação de alguns alunos do grupo.

Todos os alunos apresentaram para a turma, a análise dos trabalhos escolhidos pelo grupo e houve muita participação e debate sobre os temas de interesse dos alunos.

Depois desta etapa cumprida, os alunos tiveram mais ideias para elaborarem o seu projeto de pesquisa.

O projeto de modelagem elaborado pelos alunos deveria constar: os nomes dos componentes do grupo, o título do trabalho, o tema, o problema, o objetivo, a justificativa, a metodologia, o plano de trabalho, a exequibilidade do trabalho, cronograma e referências.

Os temas selecionados pelos alunos da turma de 2012 para desenvolver os projetos foram resíduos sólidos orgânicos, preenchimento de falhas, vazão ecológica, curva de permanência, queimadas e desflorestamento, coleta seletiva, quantificação da erosão pluvial, prática da queimada urbana enquanto que os temas escolhidos pela turma de 2013 foram densidade populacional, sensoriamento remoto, extração de areia, tratamento de água, consumo consciente de água, percepção da erosão, disposição final dos resíduos sólidos, disposição final do óleo de cozinha, malária, queimadas e desflorestamento.

Ambas as turmas apresentaram formas diferenciadas de coleta dos dados estatísticos. Os alunos utilizaram tanto coleta direta, através de questionário, mensuração; como coleta indireta, obtendo os dados disponibilizados por órgãos públicos ou por empresas.

Todos os grupos buscaram aumentar seu conhecimento sobre o tema escolhido em pesquisas recentes, artigos publicados em congressos, revistas ou trabalhos de pós-graduação. Além disso, participaram do atendimento extra classe disponibilizado pelo professor da disciplina e tiveram auxílio de algum professor do curso em todas as fases dos projetos. Estes professores concordaram em participar do trabalho colaborativo para auxiliarem os grupos na realização dos projetos de modelagem, o que motivou ainda mais os alunos para realização e execução das pesquisas.

9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos alguns projetos realizados, discutimos e analisamos as investigações desenvolvidas na disciplina de Estatística II para identificar as potencialidades de crescimento profissional e pessoal do Engenheiro Ambiental a partir dos Projetos de Modelagem Estatística na perspectiva sócio-crítica.

9.1 APRESENTAÇÃO DE PROJETOS

Os projetos escolhidos pelos grupos investigaram questões ambientais, sociais, políticas presentes em seu cotidiano e utilizou a Estatística Crítica como forma de compreender e refletir sobre estas questões.

9.1.1 Erosão pluvial

Quando a disciplina de Estatística II começou, estávamos na estação de chuva em Ji-Paraná, época do ano em que ocorrem precipitações diárias e de grande intensidade.

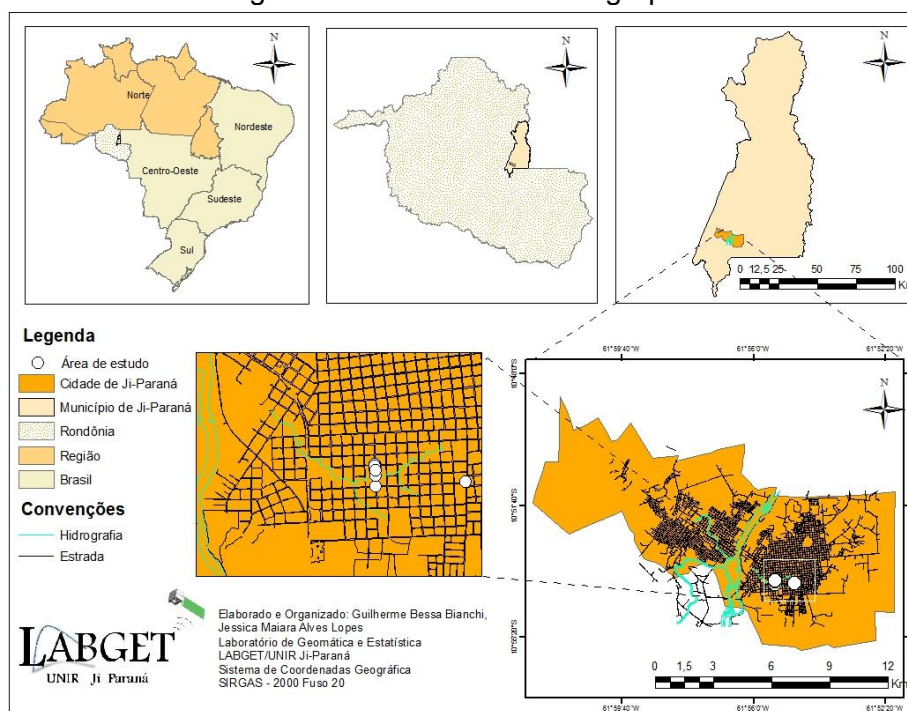
As chuvas de elevadas intensidades provocam vários danos a vertente por sua potencialidade erosiva, o que interfere na qualidade de vida dos moradores, principalmente no que se refere ao trânsito local nas ruas que não são calçadas. Nestas ruas são criadas grandes valas devido ao processo erosivo, o que potencializa o processo de assoreamento do leito dos igarapés próximos, por causa da matéria lixiviada que é transportada para a calha do rio. Isso faz com que o rio transborde e inunde as casas próximas.

Um grupo composto de dois alunos que moram em uma rua com problemas de erosão pluvial escolheu trabalhar com este assunto.

O objetivo do trabalho elaborado por eles era realizar a análise do movimento de massa na vertente do igarapé Riachuelo.

Utilizando os conhecimentos aprendidos na disciplina de sensoriamento remoto, onde utilizaram o sistema de coordenadas geográficas (SIRGAS - 2000) os alunos confeccionaram a Figura 1 abaixo para mostrar o local onde foi feito o estudo e, em seguida, a foto da rua de onde colheram os dados.

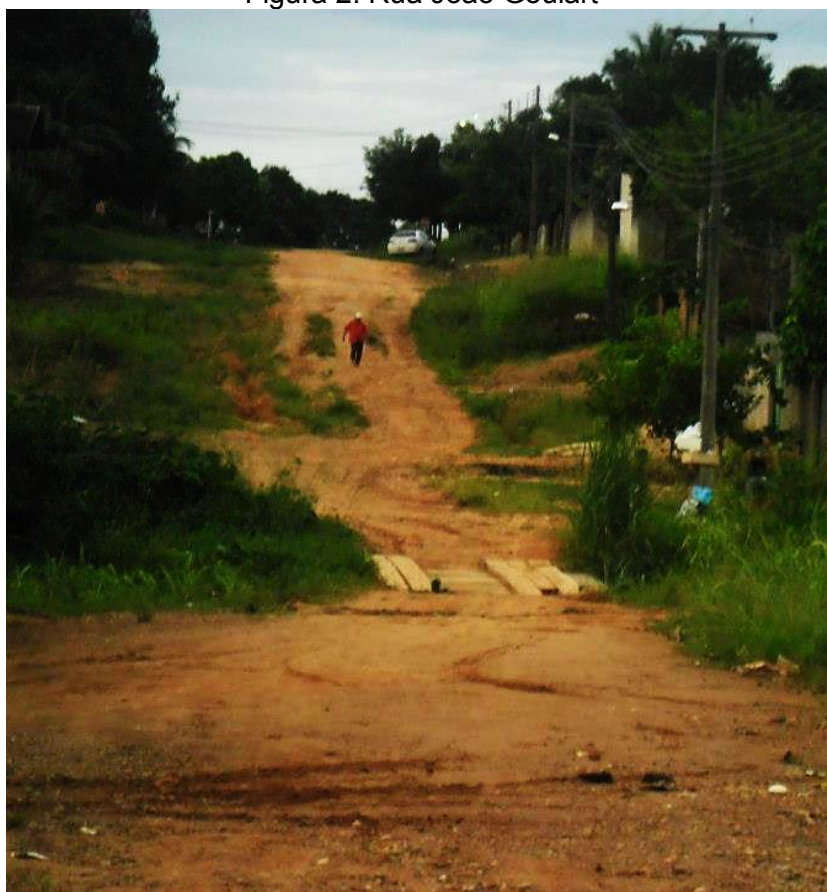
Figura 1: Local de estudo do grupo 1



Fonte: Dados da Pesquisa

A Figura 2 mostra a Rua João Goulart, onde a pesquisa foi realizada.

Figura 2: Rua João Goulart



Fonte: Dados da Pesquisa

A vertente estudada é área coletora de água de chuva da microbacia hidrográfica do Igarapé Riachuelo.

O primeiro passo tomado por eles foi procurar formas de quantificar o processo erosivo, assim como calcular o volume da chuva. Procuraram a professora de Hidrologia e ela explicou como confeccionar um pluviômetro para poderem colher os dados da quantidade de chuva.

O pluviômetro consiste em uma fabricação artesanal e empírica, onde se utiliza uma garrafa PET (Politereftalato de etileno), cortada ao meio, em que a parte do gargalo é usada como um funil, preso por fitas com a outra parte da garrafa, como pode ser observado na Figura 3. O pluviômetro é instalado em uma estaca a 1,50 de altura do solo, como na Figura 4.

Figura 3: Recipiente coletor de água pluviométrica, feito artesanalmente



Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 4: Pluviômetro instalado



Fonte: Dados da Pesquisa

Utilizando a internet os alunos procuraram artigos da área que tratavam de erosão pluvial e encontraram um livro que descrevia o método: “Geografia - práticas de campo, laboratório e sala de aula” de Jurandyr Roos. Segundo a informação encontrada, os pinos devem ser graduados em medidas iguais e introduzidos no solo por impacto até atingir certa medida, igual para todos. A partir disto, monitora-se ao longo de um tempo pré-estabelecido, (dia, meses, ou ano), verificando-se o quanto a erosão retirou sedimentos, pela maior exposição dos pinos na superfície. Pode-se utilizar também estacas para verificar se houve acúmulo de sedimento,

“fundo de vale por exemplo”, quando os pinos são gradativamente encobertos. Então o rebaixamento ou elevação do terreno são medidos em centímetros.

Foram usadas três estacas de madeira de tamanhos iguais, marcada com 15 cm a partir da parte pontiaguda, como mostrada na Figura 5. As estacas foram introduzidas no solo dentro da erosão com distância de 8,68 metros uma da outra, como observado na Figura 6, Figura 7 e Figura 8.

Figura 5: Estacas demarcadas, objeto metodológico para fixação e medição da erosão



Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 6: Estaca 1



Figura 7: Estaca 2



Figura 8: Estaca 3



Fonte: Dados da Pesquisa

Os assuntos estatísticos abordados no trabalho realizado por este grupo foram: análise de regressão linear, correlação linear, teste t de student e o teste não paramétrico: teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov, sendo que este último não está na ementa da disciplina. Os alunos, enquanto pesquisavam artigos relacionados com o assunto que eles estavam trabalhando, observaram que para realizar a análise dos resultados era necessário que os dados satisfizessem algumas suposições, entre elas a de normalidade, isto é, os dados deveriam seguir uma distribuição normal. Depois de ler alguns artigos perceberam que os testes

mais utilizados eram o teste Qui-Quadrado e o teste Kolmogorov-Smirnov sendo que o teste K-S era o mais citado.

O professor questionou se havia algum motivo específico para os alunos utilizarem o teste K-S ao invés do teste Qui-Quadrado. Após um tempo, eles disseram que realmente o aconselhado para o tipo de dados colhidos por eles era o teste Kolmogorov-Smirnov, já que as variáveis são contínuas e são poucos dados amostrados. Comentaram que esse tipo de explicação - usar um teste em vez de utilizar outro - não são esclarecidas nos artigos, por isso tiveram que procurar em livros ou conteúdos de disciplinas disponibilizados na internet.

Ao realizarem a análise, não encontraram correlação linear entre volume de chuva e erosão, o que causou um estranhamento, já que este resultado fugia do senso comum, isto é, quanto mais chove, maior é a força da água escoando pela rua, maior é a quantidade de sedimentos que é retirado do solo causando mais erosão.

Após discussão entre eles, perceberam que o valor zero, que colocavam para simbolizar que a medição nas estacas, não poderia ocorrer e significava dados perdidos e não falta de erosão.

A solução encontrada por eles foi rever suas planilhas de anotações da coleta de dados e anular as colunas onde estava anotado: medição não feita.

Perceberam que o método de medir erosão utilizado, apesar de ter sido aplicado em um artigo de Ross e referenciado por outros autores da área, quando aplicados por eles não foi tão eficaz. Em seu caso, o local onde foram colocadas as estacas estavam cheios de água e a medição não poderia ser feita, já que a estaca ficava submersa.

Questionados de como fazer para evitar o problema de medição não realizada, eles concluíram que necessitariam de estacas maiores ou deveriam fixar duas estacas fora da vala formada pela erosão ligadas por uma linha e medir a distância entre a linha e o fundo da vala.

Os alunos discutiram sobre o método utilizado pelos autores pesquisados e observaram que, no seu contexto, o método deveria ser adaptado ou não poderia ser utilizado.

Isso desafia a ideologia da certeza, pois os alunos visualizaram um método falho para sua pesquisa, o que questiona a possibilidade de um método infalível, que

deve ser seguido sem restrições, que serve para todos os casos e seu resultado não possa ser questionado.

Percebem também que a Estatística não pode ser tomada como um conhecimento pronto e acabado, mas como um conhecimento vivo, dinâmico que vem sendo construído, e de acordo com necessidades sociais, particulares daquele grupo, novos saberes podem ser concebidos.

9.1.2 Trabalho estimativa de vazão ecológica

Alguns alunos participavam da disciplina de Recursos Hídricos: Bacias Hidrográficas (oferecida no sexto período) concomitantemente com a disciplina de Estatística II (oferecida no quarto período). Estes alunos se dividiram em dois grupos, cada um composto de três alunos. O fato de estarem em semestres mais avançados foi positivo, pois estes alunos possuíam uma visão mais clara da finalidade do seu próprio curso, o que facilitou a escolha do tema de projeto de pesquisa.

A disciplina de Recursos Hídricos trata de assuntos como reservas, potencialidades e disponibilidades dos aquíferos; sustentabilidade e vulnerabilidade quantitativa dos recursos hídricos; manejo integrado de bacias hidrográficas; desenvolvimento sustentável, entre outros.

No momento aberto de discussão para decidirem o assunto que gostariam de trabalhar com projetos em Estatística II, os alunos mencionados acima, explicaram o que estavam estudando na disciplina de Recursos Hídricos e que queriam trabalhar com o assunto de desenvolvimento sustentável. Esse tema seria trabalhado com foco na disponibilidade de água que podemos utilizar dos rios, para os diversos fins como abastecimento de água às populações, abastecimento de água de estabelecimentos industriais, comerciais e públicos, aquicultura e irrigação sem prejudicar o meio ambiente. Os alunos perguntaram se poderiam investigar este assunto nas duas disciplinas, e o professor informou que procuraria a professora de Recursos Hídricos para saber de sua disponibilidade e interesse de trabalhar colaborativamente no trabalho de projetos sobre estimativa de vazão.

Ao conversar com a professora, ela demonstrou grande interesse sobre a proposta de trabalhar juntos um tema que é importante tanto para as disciplinas como para formação dos novos engenheiros ambientais. A preocupação do engenheiro ambiental é voltada para o desenvolvimento econômico sustentável, que

respeita os limites de exploração dos recursos naturais e busca identificar e reduzir os impactos ambientais, em especial àqueles relacionados com grandes construções, que são as maiores causadoras de danos ao meio ambiente. Neste contexto, cabe ao engenheiro ambiental o projeto, a construção, a ampliação e a operação de sistemas de água e esgoto.

Após os professores se reunirem e concordarem em trabalhar colaborativamente, decidiram acompanhar os alunos na escolha do método de trabalho e na elaboração do mesmo. Os alunos foram informados sobre a disponibilidade e interesse da professora de apoiar os projetos dos alunos.

Os alunos escolheram o assunto, mas não sabiam onde aplicar o estudo, o que coletar, onde coletar os dados e como trabalhar com eles. Foi sugerido que eles fizessem uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos que tratavam do tópico escolhido, em revistas da área de Engenharia Ambiental. Após a pesquisa bibliográfica em várias revistas indexadas constataram que precisariam estudar mais sobre os tópicos estatísticos como: Distribuição Normal, Distribuição Log-Normal, Distribuição Gumbel (que eram as distribuições mais citadas nos artigos), testes de ajustamento, coeficiente de determinação, que eram utilizados frequentemente para validar os modelos estatísticos e ainda, entender melhor o termo “outlier”. Além desses assuntos, perceberam a necessidade de relembrar conhecimentos adquiridos na disciplina de Estatística I como distribuição de frequência, gráficos, média aritmética e desvio padrão.

Até então, os seis alunos estavam trabalhando juntos discutindo os artigos lidos, os objetivos das pesquisas, qual foi a metodologia empregada para a análise, de onde vieram os dados e se foi utilizado algum software para o tratamento e análise dos dados coletados.

Um aluno desse grupo comentou que trabalhar dessa forma oportunizou o debate entre eles sobre possíveis objetivos para seus próprios trabalhos e, a partir do trabalho em conjunto, abrangeu uma diversidade maior de artigos lidos e portanto melhor compreensão sobre o tema de estudo.

Após a pesquisa bibliográfica, um dos grupos, que vamos denominar de grupo A, decidiu elaborar um projeto sobre determinação da $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} como implemento para gestão dos recursos hídricos, utilizando dados da bacia hidrográfica do Rio Jamari, em Rondônia, com o objetivo de utilizar modelos estatísticos/hidrológicos a fim de se obter a vazão mínima do Rio Jamari através de

séries históricas das mesmas antes do barramento realizado pela usina hidrelétrica de Samuel, de modo a servir de instrumento para outorga aos usuários.

Devido à linguagem técnica utilizada, se faz necessário uma breve explicação de alguns termos empregados acima.

Vazão Mínima conforme definida no site do Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano na apresentação da 41ª Reunião da Câmara Técnica de Controle e Qualidade Ambiental no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o termo genérico, utilizado para descrever as vazões requeridas à manutenção de determinada característica de um ecossistema.

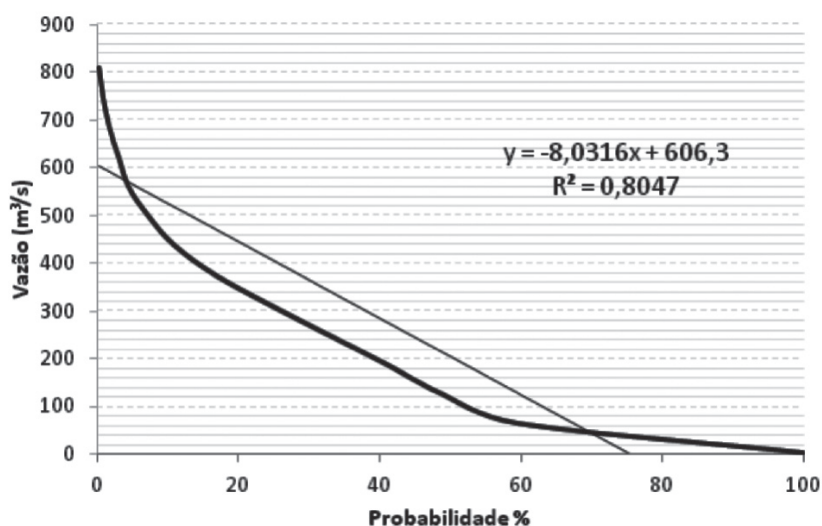
$Q_{7,10}$ corresponde à vazão mínima, com sete dias de duração e tempo de retorno de dez anos, ou seja, a cada dez anos, em média, há o risco de ocorrer sete dias seguidos com esta vazão mínima (com um risco de 10% ocorrer valores menores ou iguais a este em qualquer ano). (OLIVEIRA; FIOREZE, 2011).

Q_{90} ou Q_{95} representa uma probabilidade de 90% e 95%, respectivamente, das vazões serem igualadas ou superadas no tempo, como exemplo pegarei os valores encontrados por eles no artigo.

A vazão Q_{90} do Rio Jamari corresponde a aproximadamente 20 m³/s, ou seja, ao decorrer do ano, esta seria a vazão com garantia de ocorrência em 90% dos eventos, devido a alterações do nível d'água em resposta à sazonalidade. Quanto à Q_{95} , esta apresentou valor de vazão de aproximadamente 9 m³/s.

Esses valores foram observados visualmente através do gráfico abaixo:

Figura 9: Vazão do Rio Jamari



Fonte: Dados da Pesquisa

Por sugestão da professora de Recursos Hídricos, os alunos procuraram no site da Agência Nacional de Águas (ANA) para coletar os dados fluviométricos e após alguns debates, escolheram obter os dados da bacia do rio Jamari para trabalhar.

Quando questionados pelo professor a respeito da escolha pela bacia do rio Jamari, eles informaram que o rio fica no Estado e serve como via de transporte de passageiros entre a capital Porto Velho e a Cidade de Ariquemes, além de ter grande importância econômica, pois nele se encontra a hidrelétrica de Samuel, a primeira do Estado de Rondônia.

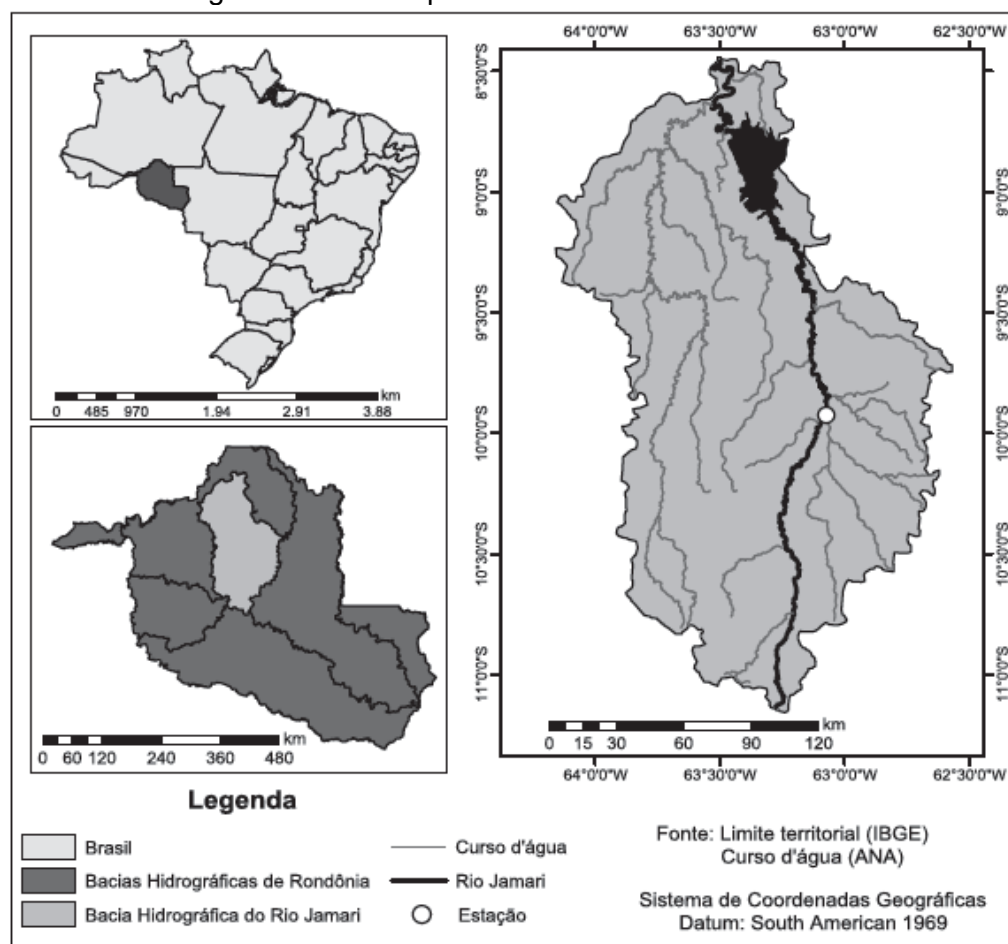
Ao serem indagados pelo professor novamente sobre como obtiveram os dados no site da ANA, ele explicaram que por estarem um pouco a frente no curso, eles já tinham aprendido como utilizar o site.

Como muitos alunos da turma se interessaram pelo assunto, foi solicitado ao grupo que fizessem uma breve explicação de como “baixar” os dados pelo site, e prontamente os alunos explicaram à turma, com o auxílio de um projetor.

A princípio, alguns do grupo estavam um pouco envergonhados mas, depois que perceberam a importância dada pelos colegas à explicação, eles começaram a relaxar e até deram algumas informações para quando os colegas fizerem a disciplina que envolve a coleta de dados utilizando o site da ANA.

No trabalho, utilizaram outros conhecimentos apreendidos anteriormente, como o uso do software ArcGIS para demonstrar o local de estudo. Inicialmente, situaram Rondônia no Brasil, a Bacia do rio Jamari no Estado e por último, o rio junto com a estação meteorológica onde os dados foram medidos.

Figura 10: Local a partir do software ArcGIS



Fonte: Dados da Pesquisa

Ao coletarem os dados, notaram que a estação fluviométrica número 15430000 da ANA contém dados de 1970 até 2005. Como um dos objetivos era utilizar dados antes do barramento realizado pela usina hidrelétrica de Samuel para observar a influência desta para o fluxo do rio, os alunos coletaram dados entre 1971 a 1989.

Um dos alunos acrescentou que optaram por esse período não só pelo fato de ser antes da usina ter sido terminada, mas também devido ao fato que neste intervalo não houve falhas nos registros. Outro integrante do grupo salientou que a usina demorou quatorze anos para ser finalizada, o que causou uma discussão a respeito da demora em realizar as obras públicas em geral, mas principalmente as da nossa região.

Um dos exemplos que utilizaram para salientar o problema foi a construção da nova biblioteca do campus de Ji-Paraná que começou em 2009 e antes de ser finalizada apresentou problemas estruturais e está parada até hoje.

Entre os motivos citados pela classe para estes atrasos ao terminar as obras, estão a falta de força da representação política da região e a falta de visibilidade do estado em comparação aos estados de outras regiões.

Após aplicar a metodologia descrita no capítulo anterior encontraram os valores Q_7 mínimo de vazões da estação fluviométrica 15430000 do rio Jamari da série temporal de 19 anos. Para realizar os cálculos, construir as tabelas e gráficos fizeram uso do EXCEL.

A tabela 3 apresenta os valores de Q_7 encontrados pelo grupo.

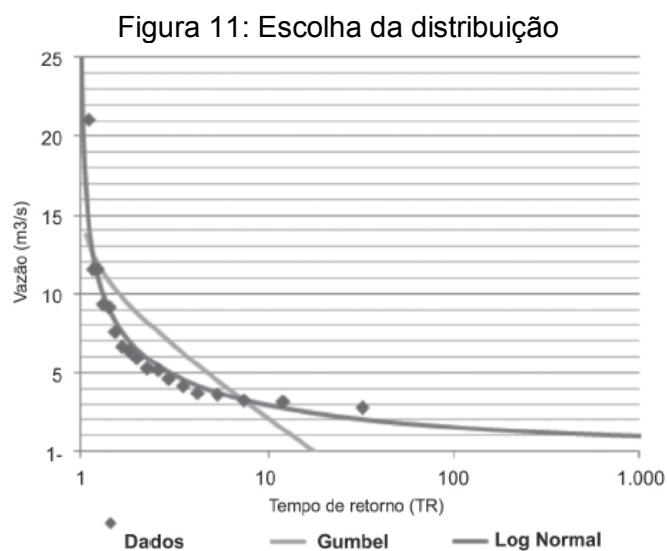
Tabela 3: Valores de Q_7

Tabela 1 Valores Q_7 mínimo de vazões da estação fluviométrica 15430000 do Rio Jamari, para a série de 19 anos Rondônia, Brasil – 1971-1989									
Ano	$Q_7\text{min}$	Ano	$Q_7\text{min}$	Ano	$Q_7\text{min}$	Ano	$Q_7\text{min}$	Ano	$Q_7\text{min}$
1971	2,823	1975	4,225	1979	11,575	1983	7,615	1987	5,924
1972	3,244	1976	3,727	1980	4,635	1984	9,415	1988	5,191
1973	5,309	1977	9,158	1981	3,657	1985	6,392	1989	11,575
1974	3,304	1978	6,671	1982	21,061	1986	26,620		

Fonte: Dados da Pesquisa

Os alunos estimaram o Tempo de Retorno - TR para os anos observados utilizando as distribuições de Gumbel e de Log-Normal e, em seguida, traçaram um gráfico com os valores observados da vazão mínima de cada ano em função do tempo de retorno estimado por ambos os métodos.

A escolha da distribuição que melhor se ajusta aos dados observados foi feita visualmente através da figura 11.



Concluíram então, que a distribuição Log-Normal pode ser utilizada para prever a ocorrência de extremos mínimos, a partir da série de dados disponíveis. O valor da vazão estimado pela distribuição Log-Normal foi de 2,94 m³/s. Com este valor e utilizando o coeficiente de outorga, definido pela ANA, de 0,3 da Q_{7,10} concluíram que deverá permanecer uma vazão de 2,06 m³/s no leito do curso d'água.

Para comparar a influência da hidrelétrica de Samuel sobre a vazão do rio Jamari construíram a tabela 4 das ocorrências de vazões inferiores ao valor encontrado citado acima, entre 1992, ano de início de funcionamento da hidrelétrica até 2005, último ano disponível no site.

Tabela 4: Frequência de ocorrência de vazões

Tabela 2 Frequência de ocorrências, ano a ano, de vazões inferiores ao valor encontrado de acordo com o percentual permitido após a implantação da barragem no Rio Jamari – Rondônia, Brasil – 2013							
Ano	Frequência	Ano	Frequência	Ano	Frequência	Ano	Frequência
1992	1	1996	0	2000	2	2004	7
1993	0	1997	0	2001	0	2005	4
1994	0	1998	4	2002	12		
1995	0	1999	0	2003	4		

Fonte: Dados da Pesquisa

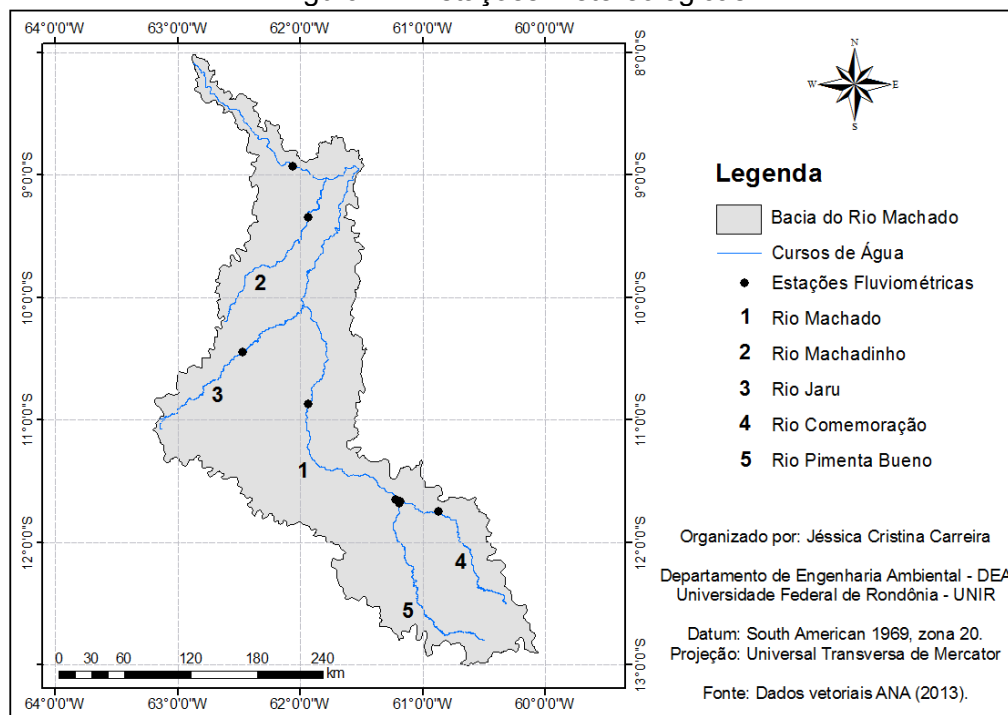
Observando a tabela perceberam que a ocorrência de valor abaixo da vazão mínima encontrada pelo método Log-Normal passou a ser mais frequente depois da instalação e funcionamento do barramento de Samuel. Inferiram que estas alterações do nível da vazão ocorreram de fato em função da hidrelétrica de Samuel.

Nas considerações finais expostas pelo grupo colocaram os resultados de vazão mínima encontradas no trabalho pelos métodos empregados e como foram diferentes explicaram que a forma de fazer o cálculo da vazão mínima influencia o valor escolhido para outorga, ou seja, dependendo do valor calculado da vazão mínima pode-se autorizar o uso maior de água potencializando o desenvolvimento de atividades econômicas, mas correndo o risco de prejudicar o equilíbrio do ecossistema.

O segundo grupo, que também trabalhou com a parceria da professora de Recursos Hídricos, elaborou o projeto sob o título: Estudo de vazões ecológicas pelo método Q_{7,10} na bacia hidrográfica do Rio Machado. Tendo como objetivo proporcionar o estudo de vazões ecológicas de oito estações fluviométricas localizadas na bacia do Rio Machado, com o emprego da metodologia Q_{7,10} estimadas com base nas distribuições de Gumbel e Log-Normal e avaliação do uso destas distribuições para determinação das vazões ecológicas.

O software ArcGIS introduzido na disciplina de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto I foi aplicado para mostrar a área de estudo, a Bacia do Rio Machado, marcando por pontos as oitos estações meteorológicas de onde os dados foram medidos.

Figura 12: Estações metereológicas



Fonte: Dados da Pesquisa

Novamente a utilização do software Excel da Microsoft foi empregada para confeccionar os gráficos e tabelas. Para verificar o ajustamento das variáveis observadas às distribuições Log-Normal e Gumbel foi empregado o teste de ajustamento Kolmogorov-Smirnov no software livre R, disponível em <http://www.r-project.org/>.

Vazão ecológica, conforme a instrução normativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) número 4 de 21 de Junho de 2000 é a vazão mínima necessária para garantir a preservação do equilíbrio natural e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos.

Os alunos começaram a apresentação salientando a importância do uso racional da água, pois ela é um recurso finito. A partir do momento em que não são preservadas as condições necessárias para renovação adequada da água, o fornecimento de seus benefícios é prejudicado, tanto em qualidade como em quantidade.

Explicaram que a metodologia para calcular vazão ecológica não é unânime, mas que atualmente se emprega a vazão $Q_{7,10}$ e que no estado não existe uma legislação específica determinando o limite máximo outorgável da vazão dos cursos de água, em muitos estudos é adotada a vazão de outorga trinta por cento da vazão ecológica ($Q_{7,10}$).

A partir de oito estações fluviométricas (Tabela 5), operadas pela Agência Nacional das Águas (ANA), obteve-se as séries históricas de vazões médias diárias observadas em cinco rios localizados na bacia do Rio Machado.

Tabela 5: Relação de dados das estações fluviométricas (ANA)

Estação	Código	Série (anos)	Rio	Localização	
				Latitude	Longitude
Sub 2	15580000	1977 - 2006	Rio Machado	08° 55' 32" S	62° 02' 35"
Sub 3	15575000	1984 - 2005	Rio Machadinho	09° 20' 41" S	61° 56' 27"
Sub 6	15565000	1981 - 2005	Rio Jaru	10° 25' 05" S	62° 27' 07"
Sub 7	15560000	1977 - 2006	Rio Machado	10° 51' 27" S	61° 55' 50"
Sub 9	15559000	1984 - 2005	Rio Machado	11° 38' 03" S	61° 12' 54"
Sub 10	15552600	1982 - 2006	Rio Comemoração	11° 44' 11" S	60° 52' 03"
Sub 11	15552700	1985 - 2005	Rio Comemoração	11° 39' 59" S	61° 10' 45"
Sub 13	15558000	1980 - 2005	Rio Pimenta	11° 41' 44" S	61° 12' 17"

Fonte: Dados da Pesquisa

Após o emprego dessa metodologia para obter as vazões estimadas pela distribuição Gumbel e Log-Normal das séries históricas das oito estações fluviométricas construíram os gráficos abaixo para fazer uma análise visual, para verificarem a distribuição que melhor se adéqua as vazões observadas.

Na avaliação prévia, perceberam que a distribuição mais indicada às séries de dados empregadas foi a distribuição Log-Normal.

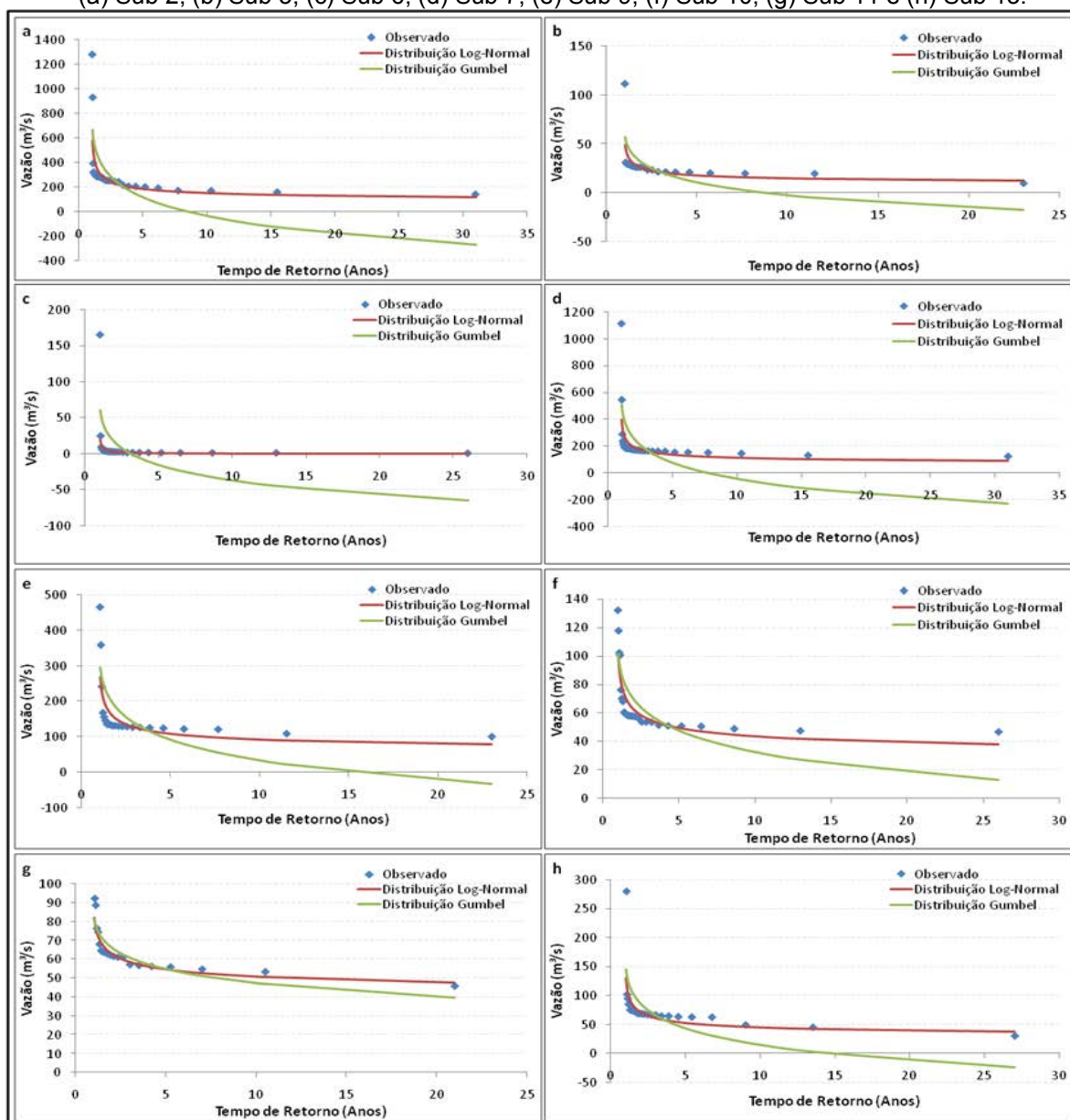
Aplicaram em seguida, o teste de Kolmogorov-Smirnov e constataram que mesmo que visualmente a distribuição Log-Normal sugeria uma melhor adequação, estatisticamente a adequação não foi significativa para todas as estações. Este fato gerou certo debate entre os alunos sobre a importância do teste estatístico para ratificar a análise visual.

Os alunos comentaram que, na pesquisa prévia que fizeram para encontrar a metodologia mais adequada para a análise dos dados, poucos artigos faziam teste de ajustamento. A maioria deles empregava a análise visual através de gráficos ou utilizavam o coeficiente de determinação para apontar a melhor distribuição.

Um dos integrantes do grupo que se apresentava explicou que a aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov não era aconselhada neste caso, porque na

dissertação que eles estavam utilizando como subsídio para análise afirmava que o número mínimo de anos que deveria ser analisado para poder aplicar o teste seria de 30 anos ininterruptos e o intervalo de tempo disponível era de no máximo 29 anos, mas que eles decidiram usar o teste mesmo assim para realizar o trabalho.

Figura 13: Gráficos das vazões observadas e as estimadas das estações da Bacia do Rio Machado: (a) Sub 2, (b) Sub 3, (c) Sub 6, (d) Sub 7, (e) Sub 9, (f) Sub 10, (g) Sub 11 e (h) Sub 13.



Fonte: Dados da Pesquisa

Complementaram que a falta de ajuste poderia ocorrer, por possíveis problemas de medida nas estações de coleta já que em algumas a média aritmética e o desvio padrão estavam muito grandes em relação à outras estações.

A tabela 6 elaborada pelos alunos mostra as diferenças entre a média e o desvio padrão nas estações fluviométricas.

Tabela 6: Estatísticas amostrais e Vazões ecológicas (Q7,10)

Estação Fluviométrica	Q ₇ Média (m ³ /s)	Desvio Padrão	Q _{7,10} (m ³ /s)	
			Distribuição Gumbel	Distribuição Log-Normal
Sub 2	309,766	228,157	-35,910	154,032
Sub 3	28,060	19,343	-2,228	14,779
Sub 6	10,041	32,587	-37,124	0,616
Sub 7	218,573	183,867	-45,688	110,652
Sub 9	160,772	87,112	34,118	91,786
Sub 10	65,662	22,857	32,580	43,399
Sub 11	64,049	11,393	47,433	50,973
Sub 13	77,316	43,648	14,235	44,811

Fonte: Dados da Pesquisa

Neste momento foi discutido o termo *outliers* e a importância de fazer uma análise descritiva dos dados para verificar possíveis erros de medida ou até mesmo erros de digitação dos dados e que essas falhas podem comprometer a análise.

Após a apresentação dos trabalhos, abriu-se um momento para debater os projetos onde ambos os grupos salientaram a importância de ser disponibilizados dados mais confiáveis. Mas para isso, seria necessário que os órgãos responsáveis pela coleta dos dados tomassem medidas para melhorar a infra-estrutura para quantificação, monitoramento e análise adequados de dados hidrológicos nas unidades de gestão de água.

Comentaram também sobre a relevância da disseminação e disponibilização de dados e estudos relacionados ao sistema hidrológico visando o desenvolvimento de pesquisas que corroborem com a implementação de medidas sócio-político-ambientais no que concerne a apropriada condição de sistemas fornecedores no recurso água.

9.2 CONHECIMENTOS ESTATÍSTICOS UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

9.2.1 Procedimentos de cálculo das vazões

A metodologia da vazão mínima, com sete dias de duração e tempo de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$) estimada pelas distribuições de Gumbel e Log-Normal, é descrita nos próximos subtópicos, tomando como base o livro de Hidrologia Estatística (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

9.2.1.1 Metodologia $Q_{7,T}$

Com os valores das vazões diárias observados nas estações calculam-se as médias-móveis das vazões em sete dias consecutivos de toda série de dados Q_7 , e desta nova série temporal retira-se o valor mínimo para cada ano de registro, obtendo assim as vazões mínimas para cada ano, denotados por $Q_{7,m}$.

Para se obter $Q_{7,T}$, a série $Q_{7,m}$ contendo n valores é ajustada a uma distribuição de probabilidades, no caso, serão utilizadas as distribuições: Gumbel e Log-Normal.

Para cada período de retorno T desejado, a vazão $Q_{7,T}$ será expressa pela média dos $\bar{Q}_{7,m}$ subtraída pela variação dada pelo produto do desvio padrão S_q por um fator de frequência K_T que depende da distribuição de probabilidade, isto é:

$$Q_{7,T} = \bar{Q}_{7,m} - S_q \cdot K_T \quad (1)$$

Onde: $\bar{Q}_{7,m}$ é a média amostral das vazões mínimas; S_q é o desvio padrão amostral e K_T o fator de frequência.

Para fazer o ajuste dos dados a uma distribuição de probabilidade é necessário ordenar os valores das vazões mínimas em ordem crescente atribuindo postos às vazões, por exemplo, atribui-se 1 a menor vazão, 2 a segunda menor e assim sucessivamente até a n -ésima vazão mínima.

Em seguida, estima-se o tempo de retorno para cada vazão, a média e o desvio padrão de acordo com as seguintes equações:

$$Tr = \frac{n+1}{m} \quad (2)$$

onde: Tr - Tempo de retorno; n - Número de elementos da amostra e m – a posição que a vazão ocupa.

A Média Aritmética e o Desvio Padrão das vazões mínimas são dados por:

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{n} \quad \text{e} \quad S_Q = \sqrt{\frac{\sum (Q_i)^2 - n(\bar{Q})^2}{n-1}} \quad (3)$$

onde, $\bar{Q}$ e S_Q são respectivamente, a média e o desvio padrão das vazões de Q_7 ; Q_i - Vazões de Q_7 e n - Número de elementos da amostra.

9.2.1.2 Distribuição de Gumbel (Mínimos)

A distribuição de Gumbel (mínimos) é uma distribuição muito utilizada na análise de frequência de eventos hidrológicos mínimos anuais. Quando ela é empregada em caso de valores mínimos, refere-se à forma assintótica limite para um conjunto de N variáveis aleatórias originais $\{X_1, X_2, \dots, X_N\}$, independentes e igualmente distribuídas conforme um modelo $F_X(x)$ assintótica a esquerda exponencial.

A função acumulada da distribuição de Gumbel (mínimos) é dada por

$$F_X(x) = 1 - \exp \left[-\exp \left(\frac{x-\beta}{\alpha} \right) \right] \quad \text{para } -\infty < x < +\infty, -\infty < \beta < +\infty \text{ e } \alpha > 0 \quad (4)$$

Onde α é parâmetro de escala e β é parâmetro de posição.

A função densidade da distribuição de Gumbel (mínimos) é dada por

$$f_X(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[\frac{x-\beta}{\alpha} - \exp \left(\frac{x-\beta}{\alpha} \right) \right] \quad (5)$$

A esperança e a variância são, respectivamente,

$$E[X] = \beta - 0,5772\alpha \quad (6)$$

$$Var[X] = \frac{(\pi\alpha)^2}{6} \quad (7)$$

A inversa da função distribuição acumulada de Gumbel (mínimos), ou função de quantis, é expressa por

$$x(F) = \beta + \alpha \ln[-\ln(1 - F)] \quad (8)$$

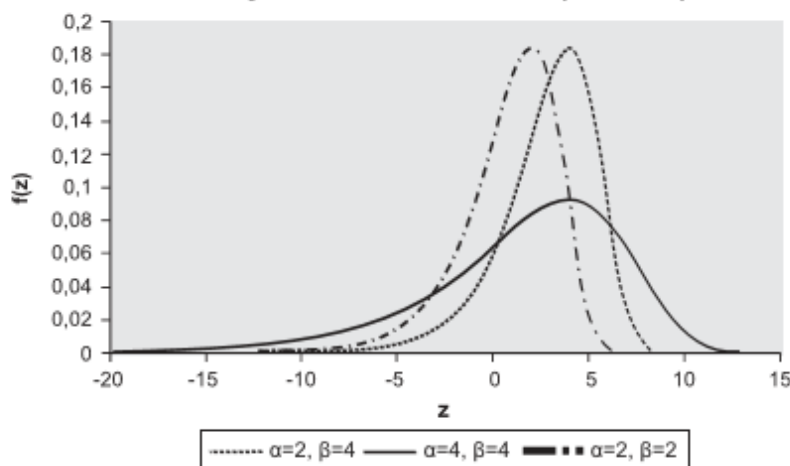
Onde F representa a probabilidade anual de não superação.

A inversa da função distribuição acumulada de Gumbel (mínimos) também pode ser expressa em função do tempo de retorno.

$$y(T_r) = \beta + \alpha \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad (9)$$

sendo, T_r o Tempo de retorno em anos. Note que, no caso de mínimos anuais, $T_r = 1/P(X \leq x)$

Figura 14: Densidade Gumbel
Função Densidade Gumbel (Mínimos)



Fonte: Dados da Pesquisa

Para fazer o ajustamento da vazão mínima através da distribuição de Gumbel utiliza-se o tempo de retorno T_r , obtido pela equação 2. Após, calcula-se a variável reduzida de Gumbel dada pela equação abaixo:

$$y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad (10)$$

Sendo, y - Variável reduzida de Gumbel e T_r - Tempo de retorno.

Depois, obtém-se as médias $\bar{y}_n$ e desvios padrões S_n de y seguindo a mesma estrutura de formulação das equações em 2. E, então se aplica a equação 5 para encontrar o fator de frequência.

$$K_T = \frac{y}{S_n} - \frac{\bar{y}_n}{S_n} \quad (11)$$

onde, K_T - Fator de frequência, y - Variável reduzida de Gumbel, $\bar{y}_n$ e S_n - média e desvio padrão de y .

Por fim, calcula-se o valor de vazão estimada através da equação:

$$Q_{7,T} = \bar{Q} + (S_Q \cdot K_T) \quad (12)$$

Em que, $Q_{7,T}$ - vazão estimada, $\bar{Q}$ - média das vazões de Q_7 , S_Q - desvio padrão das vazões de Q_7 e K_T - fator de frequência.

9.2.1.3 Distribuição Log-Normal

Vamos supor que exista uma variável aleatória contínua X resultante da ação multiplicativa de um grande número de componentes aleatórios independentes $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$, ou seja, $X = X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n$. Nesse caso, a variável aleatória $Y = \ln(X)$, isto é, $Y = \ln(X_1) + \ln(X_2) + \dots + \ln(X_n)$, quando n for

suficientemente grande, decorre do teorema do limite central, que Y irá tender a uma variável Normal, com parâmetros μ_Y e σ_Y . Sob tais condições, diz-se que a variável X segue uma distribuição Log-Normal, com parâmetros $\mu_{\ln(X)}$ e $\sigma_{\ln(X)}$.

A função densidade de uma variável log-normal X é dada por

$$f_X(x) = \frac{1}{x\sigma_{\ln(X)}\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x)-\mu_{\ln(X)}}{\sigma_{\ln(X)}}\right)^2\right\}, \quad x > 0 \quad (13)$$

O valor esperado e a variância de uma variável log-normal X são, respectivamente,

$$E(X) = \exp\left\{\mu_{\ln(X)} + \frac{\sigma_{\ln(X)}^2}{2}\right\} \quad (14)$$

$$Var(X) = \mu_{\ln(X)}^2 [\exp(\sigma_{\ln(X)}^2) - 1] \quad (15)$$

Para realizar o ajuste da variável observada por uma distribuição Log-Normal primeiramente é necessário aplicar logaritmo neperiano nas séries de vazões mínimas, obtendo-se para cada ano um $\text{Log } Q$. Destes dados, calcula-se a média $\overline{\text{Log } Q}$ e desvio padrão $S_{\text{Log } Q}$ seguindo a mesma estrutura de formulação da equação 3.

Na distribuição Log-Normal, conforme Naghettini e Pinto(2007), o fator de frequência K_T é igual à variável normal central reduzida Z que é dada por

$$z = w - \frac{2,515517 + 0,802853w + 0,010328w^2}{1 + 1,432788w + 0,189269w^2 + 0,001308w^3} \quad (16)$$

onde, $w = \sqrt{\ln(T_r^2)}$

A seguir, aplica-se a equação 17 e 18 para obtenção da vazão estimada.

$$\text{Ln } Q_T = \bar{x}_{\ln(Q)} + (S_{\ln Q} \cdot z) \quad (17)$$

sendo, $\text{Ln } Q_T$ - Logaritmo neperiano da vazão estimada, z - Variável normal padronizada, $\bar{x}_{\ln(Q)}$ - média do logaritmo das vazões mínimas e $S_{\ln Q}$ - Desvio padrão do logaritmo das vazões mínimas.

$$Q_{7,T} = \exp(\bar{x}_{\ln(Q)} + S_{\ln Q} \cdot z) \quad (18)$$

O próximo passo na escolha da distribuição teórica que melhor se ajusta à distribuição empírica é a verificação do ajuste por meio de testes de aderência e análise visual dos gráficos de probabilidades.

A adequação do ajuste probabilístico pode ser avaliada visualmente, comparando-se a curva ajustada aos pontos observados. A análise visual dos gráficos de probabilidade nada mais é do que plotar o gráfico tendo como variável no eixo das ordenadas as vazões observadas e as vazões estimadas pelas distribuições teóricas, no caso as distribuições Gumbel e Log-Normal das séries históricas e no eixo das abscissas os seus respectivos tempos de retorno. A distribuição que melhor se ajusta a série será a que ficar mais próxima dos dados observados. Também é utilizado o coeficiente de correlação entre as vazões calculadas e as vazões observadas para verificar a distribuição que melhor se ajusta a série.

Os Testes não-paramétricos como o teste de Kolmogorov-Smirnov, o teste de aderência do Qui-Quadrado e o teste de Filliben que verificam a aderência dos valores calculados com os valores observados, também fornecem subsídio para julgamento do ajuste realizado.

9.2.2 Teste de Kolmogorov-Smirnov

O teste de Kolmogorov-Smirnov ou teste KS é empregado para verificar se uma amostra pode ser considerada como proveniente de uma população com uma determinada distribuição teórica. A estatística de teste tem como base a diferença máxima entre as funções de probabilidades acumuladas, empírica e teórica. O teste é principalmente indicado no ajustamento de distribuições contínuas e pode ser aplicado em amostras pequenas.

As Hipóteses a serem testadas são:

H_0 : a população segue uma determinada distribuição D;

H_1 : a população não segue a distribuição D.

Para aplicar o teste KS, inicialmente, classificam-se os elementos observados $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ em ordem crescente, obtendo a sequência $\{x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(m)}, \dots, x_{(n)}\}$, onde os índices 1, 2, m, n denotam a ordem de classificação. Para cada elemento $x_{(m)}$, a distribuição empírica $F_n(x_m)$ é calculada pela proporção de valores amostrais que não excedem $x_{(m)}$, ou seja,

$$F_n(x_m) = \frac{m}{n}$$

Em seguida, calculam-se as probabilidades teóricas, segundo a função de distribuição acumulada $F_X(x)$, tendo como argumento os valores $x_{(m)}$. A estatística do teste KS é dada por

$$D_n = \sup_{-\infty < x < +\infty} |F_n(x) - F_X(x)|$$

Portanto, D_n é a maior diferença entre as probabilidades empírica e teórica.

Supondo que a hipótese nula seja verdadeira, D_n deve resultar em um valor pequeno.

A decisão de teste será, rejeita-se H_0 , para um nível de significância α , se o valor observado da estatística teste D_n for superior ou igual ao ponto crítico $D_{n,\alpha}$.

O quadro 4 apresenta os valores críticos da estatística $D_{n,\alpha}$ do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Quadro 4: Valores críticos da estatística $D_{n,\alpha}$ do teste de Kolmogorov-Smirnov

N	$D_{n,0,10}$	$D_{n,0,05}$	$D_{n,0,02}$	$D_{n,0,01}$	N	$D_{n,0,10}$	$D_{n,0,05}$	$D_{n,0,02}$	$D_{n,0,01}$
10	0,369	0,409	0,457	0,489	26	0,233	0,259	0,290	0,311
11	0,352	0,391	0,437	0,468	27	0,229	0,254	0,284	0,305
12	0,338	0,375	0,419	0,449	28	0,225	0,250	0,279	0,300
13	0,325	0,361	0,404	0,432	29	0,221	0,246	0,275	0,295
14	0,314	0,349	0,390	0,418	30	0,218	0,242	0,270	0,290
15	0,304	0,338	0,377	0,404	31	0,214	0,238	0,266	0,285
16	0,295	0,327	0,366	0,392	32	0,211	0,234	0,262	0,281
17	0,286	0,318	0,355	0,381	33	0,208	0,231	0,258	0,277
18	0,279	0,309	0,346	0,371	34	0,205	0,227	0,254	0,273
19	0,271	0,301	0,337	0,361	35	0,202	0,224	0,251	0,269
20	0,265	0,294	0,329	0,352	36	0,199	0,221	0,247	0,265
21	0,259	0,287	0,321	0,344	37	0,196	0,218	0,244	0,262
22	0,253	0,281	0,314	0,337	38	0,194	0,215	0,241	0,258
23	0,247	0,275	0,307	0,330	39	0,191	0,213	0,238	0,255
24	0,242	0,269	0,301	0,323	40	0,189	0,210	0,235	0,252
25	0,238	0,264	0,295	0,317	>40	$1,22/\sqrt{n}$	$1,36/\sqrt{n}$	$1,52/\sqrt{n}$	$1,63/\sqrt{n}$

Fonte: NAGUETTINI; PINTO, 2007

9.2.3 Teste de Aderência do Qui-Quadrado (χ^2)

O teste de aderência do Qui-Quadrado é de fácil aplicação e têm por finalidade verificar a aderência de uma determinada amostra aleatória a uma população com distribuição especificada.

Supondo que $E_1, E_2, \dots, E_m$ representem um conjunto de eventos mutuamente disjuntos, sendo que o espaço amostral seja definido pela união desses eventos. Considere ainda a hipótese nula $H_0: P(E_i) = p_i$, para $i = 1, 2, \dots, m$, tal que $\sum_{i=1}^m p_i = 1$.

Sob tais condições, suponha que, de um certo número de experimentos N , as frequências observadas dos elementos pertencentes aos eventos $E_1, E_2, \dots, E_m$ sejam dadas, respectivamente, pelas quantidades $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m$.

Se a hipótese nula é verdadeira, a distribuição conjunta das variáveis $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m$ é a multinomial, cuja função de probabilidade é dada por:

$$P(\rho_1 = O_1, \rho_2 = O_2, \dots, \rho_m = O_m | H_0) = \frac{N!}{O_1! O_2! \dots O_m!} \rho_1^{O_1} \cdot \rho_2^{O_2} \cdot \dots \cdot \rho_m^{O_m}$$

Onde $\sum_{i=1}^m O_i = N$

Considere a estatística abaixo:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(O_i - Np_i)^2}{O_i} = \sum_{i=1}^m \frac{(O_i - E_i)^2}{O_i}$$

Formada pelas realizações O_i das variáveis ρ_i , e pelos seus respectivos valores esperados E_i que sob a hipótese nula $E_i = Np_i$.

Quando N tende ao infinito a estatística χ^2 tende a distribuição Qui-Quadrado com $\nu = m - 1$ graus de liberdade. Na prática, o teste de aderência do χ^2 fornece resultados satisfatórios para $N > 50$ e para $Np_i \geq 5$, com $i = 1, 2, \dots, m$. Se as probabilidades p_i forem calculadas a partir de uma distribuição de k parâmetros, estimados pelas observações amostrais, perde-se k graus de liberdade adicionais. Em outras palavras, o parâmetro ν , da distribuição da estatística de teste χ^2 , será $\nu = m - 1 - k$.

Supondo que seja verdadeira a hipótese nula, espera-se que a estatística do teste χ^2 resulte em um valor pequeno.

A decisão de teste do Qui-Quadrado será, rejeita-se H_0 , para um nível de significância α e grau de liberdade ν , se o valor encontrado da estatística χ^2 for superior ou igual ao ponto crítico χ^2_{ν} .

9.3 UM OLHAR SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES

Para apresentar as impressões que tivemos do trabalho com projetos de modelagem procuramos não definir as categorias de análise a priori, porém as construímos a partir das reflexões sobre o material empírico, os múltiplos registros e produções vindas do trabalho realizado, apoiados nos pressupostos teóricos apresentados anteriormente. Organizamos os dados em categorias de significado que se sobressaíram tendo em vista o problema da pesquisa, seus objetivos e a literatura que constitui o nosso referencial teórico. Relacionamos as informações em eixos de análise que serão explicitados a seguir:

Postura dos alunos; Ambientes de aprendizagem; Trabalho colaborativo; Transformação da disciplina; Conhecimentos voltados à formação profissional e cidadã; Pensamento reflexivo.

9.3.1 Postura dos alunos

Em diversas pesquisas realizadas observamos que o baixo nível de motivação dos alunos em estudar Estatística estava associado a problemas didáticos, conteúdos da disciplina desconexos com os exigidos na vida prática profissional e a grade curricular descontínua (SOUZA; RODRIGUES; TRIBESS, 2000).

Nossa intenção estava ligada a superar essas questões e proporcionar uma Educação Estatística Crítica que estivesse relacionada à área de interesse do aluno e que tivesse relação com o que futuramente ele terá que realizar (VIALI, 2008).

Os alunos comentaram que normalmente há uma contradição na fala dos professores: afirmam que o aprendizado de Estatística será útil para a formação e para a vida cotidiana, mas eles não relacionam os conteúdos apresentados em sala com a realidade, ou seja, não há possibilidade de utilizarem a Estatística a partir de um problema real da área ambiental. A disciplina apresenta um nível de abstração exagerado e pouco compreensível, o que faz com que a vontade de aprender vá se perdendo, à medida que o nível de complexidade vai aumentando.

Nos projetos de Modelagem Estatística os conhecimentos estatísticos foram construídos a partir da realidade, onde a ação educativa pode explorar o contexto ambiental, social, econômico, político e ideológico, em consonância com os princípios da Educação Estatística Crítica.

O trabalho com projetos de modelagem estatística promoveu a vivência do aluno em seu meio ambiente, para realizarem medições e observarem a situação investigada, o que normalmente não faz parte do cotidiano da sala de aula e que faz parte do rol das atividades profissionais de um engenheiro ambiental, um fator que causou entusiasmo e satisfação durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao desenvolvermos os projetos, observamos o comportamento dos alunos e tomamos cuidado com os sinais que eles exprimiam ao participarem dessas atividades (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2006). Esses sinais nos davam informações de como proceder: o final da atividade era sugerido quando eles apresentavam-se muito cansados, ou era proposto aumentar o tempo para a discussão quando se mostravam entusiasmados. Portanto, foi necessário que o professor identificasse esses sinais e colaborasse para a que a transformação do ambiente de aprendizagem proporcionasse condições aos alunos manifestarem vontade e empenho na participação dos projetos.

A aprendizagem e o crescimento do aluno através dos projetos foram possíveis graças à atitude que o aluno teve de buscar, selecionar, fazer conjecturas, analisar, interpretar informações e apresentá-las. Essa atitude não foi passiva, sem esforço e sem significado, mas um processo que proporcionou oportunidades para reflexões e críticas das informações obtidas (WODEWOTZKI; JACOBINI, 2005).

O aluno percebeu que suas ideias e opiniões foram valorizadas, e sentiu-se seguro ao expor suas contribuições, pois foi solicitado que apresentasse oralmente sua compreensão dos tópicos trabalhados e despendeu-se tempo suficiente durante os projetos para os alunos debaterem, levantarem questões, colocarem suas ideias, pensarem alto, discutirem, refutarem conjecturas de si próprios ou de colegas.

Os alunos desenvolveram uma postura investigativa, passaram a encarar os desafios de maneira positiva, com maior confiança na sua capacidade de realizar os projetos e mostraram-se interessados em realizar novos trabalhos com projetos de modelagem colaborativos. Eles transpuseram as diferenças, melhoraram seu relacionamento, foram mais participativos, questionadores e críticos.

Os Projetos despertaram a curiosidade dos alunos e, com isso, eles passaram a descobrir e desenvolver significações na aprendizagem prática. Os alunos evoluíram no ritmo de aprendizado ao estarem envolvidos nos projetos colaborativos.

Skovsmose (2004) considera que, em muitos casos, os estudantes têm pequena ou nenhuma participação nos currículos, e com isso não se sentem incluídos no processo de ensino. Os estudantes de Engenharia Ambiental, ao participarem de modo mais ativo nos projetos de modelagem, se tornaram atores contribuintes na constituição do currículo das aulas de Estatística II. Sobretudo, os alunos demonstraram engajamento crítico, ou seja, direcionaram as aulas para os problemas relevantes para eles. Observamos que todos os temas escolhidos são algo próximo da sua realidade, temas presentes no seu cotidiano que lhes despertou interesse.

Observou-se a quebra do contrato didático em que os alunos costumam esperar que o professor apresente o conteúdo que quer que eles apreendam. Deste modo, habitualmente nas aulas não se propõem ideias próprias porque todos esperam ser comandados e avaliados pelo professor (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006). Durante a realização dos projetos, os futuros engenheiros ambientais participaram trazendo sugestões, críticas, ideias. Eles assumiram a responsabilidade pelo desenvolvimento dos trabalhos e não houve espaço para a ociosidade, comum na aula tradicional em que “eles não querem a responsabilidade de ter que fazer contribuições” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 74).

Eles levantaram questões e procuraram explicações. A fala “o que acontece se...” deixou de pertencer apenas ao professor e passou a ser dita pelo aluno. Quando o professor questionou “Por que é dessa forma...?” o aluno mostrou-se interessado em refletir “por que é dessa forma...?” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 55-56).

Reconhecemos que não foi fácil trabalhar colaborativamente com projetos de modelagem, exigiu-se maturidade dos envolvidos, dedicação e uma grande vontade de aprender ao interagir e contribuir com o grupo. A condição necessária para utilizar modelagem estatística foi o aluno estar inteiramente envolvido e o professor ter audácia, grande desejo de modificar sua prática e disposição de adquirir conhecimento e aprender junto com os alunos, uma vez que essa proposta exigiu do professor e do aluno aprender constantemente e buscar caminhos para descobertas mais significativas (BIEMBENGUT; HEIN, 2003).

O trabalho com projetos também exigiu deles uma troca de experiências e ideias, esforço na pesquisa, pois seu desenvolvimento não se fez de maneira automática ou imediata. Pelo contrário, foi necessário certo período de tempo no

qual os alunos colocaram em jogo seus conhecimentos sobre a Estatística, Educação Ambiental, o conhecimento do contexto e da situação e suas habilidades para construir soluções e elaborar justificativas para seus argumentos e decisões.

Os alunos mostraram-se favoráveis a flexibilização curricular, que lhes proporcionou uma aprendizagem que superou a linearidade dos conteúdos levando-os a trabalhar conhecimentos estatísticos, ambientais, sociais de forma integrada. Os alunos de Engenharia Ambiental por meio de suas ideias e questionamentos tiveram participação decisiva na construção do currículo do curso de Estatística II.

O trabalho colaborativo trouxe novas possibilidades, não restringiu os alunos a seguirem comandos, passos estabelecidos pelo livro texto, em que desenvolveriam a memorização e acumulariam informações. A partir dos projetos de modelagem estatística, eles se tornaram mais questionadores, empreendedores e reflexivos. Os alunos aprovaram esta forma de trabalho ao participarem ativamente nos projetos e utilizarem a estatística para melhor compreender a realidade. Desta maneira, afirmaram que mudaram a visão da Estatística, ela não é considerada como uma disciplina isolada do currículo, pois sua compreensão se estendeu, recebeu importância e alcance ao ser trabalhada em torno de questões ambientais e problemas da sociedade atual.

A postura dos alunos foi de consciência de que um currículo linear em que são trabalhados os métodos tradicionais de ensino não favorece uma formação que estimule o desenvolvimento da criatividade, do empreendedorismo e da capacidade de aprender autonomamente. Portanto, aprovaram o uso da Educação Estatística Crítica que beneficiou o desenvolvimento dos atributos estipulados em suas diretrizes e recomendados pelas associações profissionais ao aliar diferentes componentes curriculares, ligar teoria e prática, aproximar o mundo universitário e o mundo profissional.

A repercussão do desenvolvimento dos projetos de modelagem foi positiva e indica que, tanto os alunos quanto professores, estão dispostos a participarem de novas propostas interdisciplinares, reflexo do bom trabalho realizado por todos envolvidos.

Os alunos ainda relataram que inicialmente estavam descrentes de que estes projetos tivessem sucesso por ser proposto por um professor sem formação específica na área ambiental. Mas argumentaram que a participação de vários professores foi fundamental para que tirassem dúvidas específicas que surgiam com

as pesquisas. Defenderam, portanto as iniciativas que envolvessem discussões com diferentes profissionais.

Alguns manifestaram que a surpresa inicial foi substituída logo que se esforçaram para pesquisar um tema da sua área de interesse e notaram o engajamento dos professores e alunos na realização do trabalho proposto.

Consideramos esse retorno positivo, pois os alunos mostraram-se interessados em cursar a disciplina para aprender estatística, educação ambiental e estabelecer relações políticas, sociais, econômicas com o mundo em que estão inseridos. Sendo um trabalho válido para sua vida profissional e em sociedade.

Os alunos tiveram disposição de pesquisarem em período extra-classe e muitas horas foram dedicadas para concretização dos projetos, o que favoreceu transformações na sua formação e na sua visão de mundo.

Conscientes da sua responsabilidade social e ambiental fizeram propaganda voluntária da Semana da Engenharia e do Fórum mundial do meio ambiente, que foi realizado em Ji-Paraná, para que houvesse maior participação e engajamento da sociedade na discussão de questões ambientais.

Eles relataram as dificuldades na distribuição de panfletos, na época mais fria do ano em que as pessoas ficaram recolhidas em casa e, apesar de seu esforço, consideraram a “panfletagem fria”, pois esperavam maior participação e interesse da comunidade nessa temática.

Os alunos tiveram interesse em participar da Semana de Engenharia e apresentaram formalmente os conhecimentos adquiridos ao longo da pesquisa. Eles tiveram desembaraço, postura e segurança ao relatarem suas considerações ao público, composto por alunos de diferentes cursos, professores e comunidade em geral. Essa iniciativa dos alunos demonstra que consideraram estes projetos produtivos e, ao adquirirem reconhecimento pelo trabalho realizado mostraram-se orgulhosos com este resultado.

Essa experiência provocou uma mudança na forma dos alunos visualizarem o currículo, a Estatística, o professor de Estatística, na disposição de realizarem trabalhos em grupo interdisciplinares e no exercício da cidadania.

Os alunos exerceram uma atitude ética, responsável e solidária em um compromisso de cidadania com as comunidades nas quais desenvolveram os projetos. Compreenderam a responsabilidade social de cada indivíduo como integrante do contexto no qual está inserido. Os alunos se visualizaram como

Engenheiros Ambientais e como agentes de transformação social. Esta vivência junto à comunidade foi um fator que colaborou para seu desenvolvimento pessoal. Eles compreenderam que, como engenheiros ambientais, precisam mudar sua rotina de mero espectador para atuar, resolver conflitos e isso exige conhecimento, tempo, comprometimento e perseverança. Esse comportamento favoreceu sua formação, pois em sala de aula, precisaram ser participantes ativos e conscientes e não apenas expectadores.

Os educandos nas suas relações uns com os outros e todos com os docentes ensaiaram a experiência complexa de assumir-se. “Assumir-se como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos” (FREIRE, 2007, p. 46).

O trabalho com projetos de modelagem também oportunizou um contexto de prática para o desenvolvimento de atitude de liderança, de responsabilidade social, de empreendedorismo e conhecimento de estratégias para lidar com pressões e divergências de opiniões entre participantes do grupo.

A sala de aula foi vista como um espaço democrático, onde todos se sentiram a vontade para expor suas ideias e participar formulando questões, expondo seus pensamentos, criticando a solução encontrada para determinada situação (SILVA; KATO, 2012).

Foi positiva a participação do aluno no próprio aprendizado. Eles foram responsáveis por sua própria aprendizagem ao buscarem conhecimentos e contato direto com os professores de várias áreas. Todos participaram igualmente, professor e alunos espuseram seus pensamentos e demonstraram respeito pelas ideias uns dos outros. Os alunos tiveram liberdade de debater e escolher temas, encontrar materiais de estudo, decidir o andamento do projeto, dividir tarefas entre os membros do grupo, o que propiciou um maior engajamento deles no processo de ensino-aprendizagem de Estatística e promoveu uma maior interação entre eles e os professores.

Os alunos aceitaram o convite de participarem da modelagem estatística e esta foi uma forma de levar os alunos a perceberem e questionarem a importância da Disciplina Estatística II para o futuro Engenheiro Ambiental.

O pesquisador foi pioneiro a utilizar a modelagem estatística nas disciplinas em serviço na UNIR e recebeu apoio e colaboração dos colegas e alunos para a

realização do mesmo. Por isso, os alunos se envolveram nos projetos de maneira a adquirirem os atributos apontados por Masson et al. (2012):

1) Motivação para o aprendizado, ao buscar aprender conhecimentos necessários para projetar e construir a sua própria vida.

2) Estímulo para investigar e explorar assuntos que ele gostaria de aprender, enquanto ao educador coube a responsabilidade de encontrar maneiras de tornar tal atividade útil no desenvolvimento das competências básicas necessárias;

3) A aprendizagem como um processo ativo, em que o aluno se interessa, se envolva, não apenas na concepção e na elaboração dos projetos de aprendizagem, mas também na obtenção de dados, na análise e interpretação, buscando tornar a aprendizagem estimulante, por se tratar de um assunto de interesse para os alunos, e tornar a aprendizagem ativa e com real significado, mais do que a absorção de informações;

4) Conexão entre a aprendizagem que ocorre na escola, na vida cotidiana, também valorizando e incluindo os processos cognitivos e sua experiência no mundo;

5) Aluno como ser individual e único, capaz de pensar, contribuir. Considera as particularidades, como eles aprendem de maneira individual, com diferentes métodos e ritmos. A aprendizagem é influenciada pelos seus interesses, suas aptidões, seu estilo cognitivo e até mesmo seu estado de espírito. Cada aluno vem para a universidade com diferentes experiências e percepção de mundo, e essa diversidade colaborou para o enriquecimento do grupo.

6) Habilidade para absorver grandes quantidades de informações (fatos, conceitos, princípios, valores, procedimentos) mas não só isso. O aprendizado é o subproduto esperado da ação do professor através de projetos;

7) Capacidade de usar tecnologia digital como uma parte integrante e indissociável na metodologia de projetos de aprendizagem, em que ela abre espaço para interagir, aprender colaborativamente, comunicar os processos e resultados.

O tempo destinado à disciplina e as condições de funcionamento do curso permitiu que ampliássemos a discussão. De modo que os alunos consideraram o projeto para além do período da disciplina. Não se aplica neste caso, o que normalmente ocorre em outras pesquisas - quando a disciplina acaba e é lançada a nota, acaba o interesse dos alunos pelos assuntos tratados nos projetos. “Para eles, foi apenas mais uma disciplina cumprida” (SILVA, 2008, p. 718).

A estatística não foi vista apenas como um conhecimento necessário ao Estatístico, mas assumiu uma posição de destaque no processo de formação do Engenheiro, como profissional e ser humano ao desenvolver aliado ao pensamento estatístico, a criatividade, a autonomia, a colaboração e o espírito de coletividade.

Os alunos reconheceram o quanto os saberes estatísticos vivificados na práxis pedagógica podem ser elementos necessários a compreensão de situações e contextos, o que lhes permitiu adquirir uma visão mais integrada e interdisciplinar do conhecimento. Ademais, o exercício profissional e o exercício pleno da cidadania exigem a tomada de decisão e a compreensão dos conceitos estatísticos envolvidos.

Os Projetos de Modelagem Estatística realizados de maneira interdisciplinar e colaborativa possibilitaram o engajamento de alunos e professores, favorecendo o desenvolvimento do senso crítico e o exercício de uma cidadania crítica, responsável e participativa.

9.3.2 Ambientes de aprendizagem

Os alunos ampliaram os espaços de aprendizagem, não apenas a sala de aula se constituiu como cenário de investigação, mas os ambientes naturais, urbanos, empresariais visitados, apesar de não possuírem estrutura institucional, propiciaram práticas educativas. Rompemos com a visão de que a aprendizagem deve ocorrer apenas em espaços fechados como a sala de aula. Mesmo a sala de aula só pode ser considerada ambiente de aprendizagem se for um local de descobertas e trocas. Infelizmente como Ponte, Brocardo e Oliveira (2006, p. 41) apontam a sala de aula “não é um lugar em que os alunos estejam habituados a comunicar as suas ideias nem argumentar com seus pares”

Consideramos que o ambiente escolhido pelos alunos para desenvolverem os projetos se caracterizou como um espaço social adequado a execução das atividades realizadas e agregou valor à formação de engenheiro ambiental, no sentido de conhecer e compreender melhor o ambiente à nossa volta e considerar o contexto social, cultural e histórico em que estamos inseridos.

A partir destes cenários foi possível contextualizar os conhecimentos trabalhados, além de envolver vários saberes possibilitando a interdisciplinaridade. Diversos saberes foram alcançados – de Estatística, Educação Ambiental, Sensoriamento Remoto, Recursos hídricos, Geoprocessamento, Resíduos Sólidos, Hidrologia, Gestão e legislação ambiental – por meio da busca de informações e

conceitos, de forma autônoma e planejada, na biblioteca, internet, junto a docentes e profissionais especialistas.

Além destes saberes, discutimos questões críticas inter-relacionadas a questões ambientais, socioculturais, políticas e econômicas, como interesses de capital, lógica do mercado, exclusão social, desigualdade, estratégias políticas, qualidade de vida, qualificação profissional, ética e transformação da sociedade.

Os laboratórios de Estatística e de Engenharia se configuraram como espaços alternativos que proporcionaram uma experiência enriquecedora, pois permitiram aos alunos realizar medições, aliar teoria e prática, observar e analisar as implicações ambientais que a atividade humana pode causar ao meio ambiente.

Os alunos não aprendem somente na instituição de ensino, mas também em seu meio familiar e social e a partir de suas experiências e das interações com o objeto e com o mundo que o rodeia, o seu raciocínio se modificou gradualmente (BATANERO, 2006).

Concordamos com Carbonell, (2002, p. 88) ao reconhecermos o valor de espaços “físicos, simbólicos, mentais e afetivos diversificados e estimulantes (...), outros espaços da escola, do campo e da cidade”. Estes ambientes como o “bosque, o museu, o rio, o lago (...) bem aproveitados, convertem-se em excelentes cenários de aprendizagem”.

Carbonell (2002) observa que as experiências em que o sujeito é passivo não provocam retenção duradoura e com o passar do tempo essa informação é perdida. Ao passo que quando o corpo interage ativamente na exploração dos ambientes, a mente consegue aprender e reter melhor as informações. Visualizamos que a participação ativa dos envolvidos nestes ambientes influenciou a aprendizagem de diversos conhecimentos.

Neste cenário, os alunos captaram e traduziram as informações do ambiente, contudo, obtiveram não apenas informações, mas significados, pois utilizaram conhecimentos que já possuíam e emergiram para novos, exercitaram valores cognitivos, criaram perspectivas, suscitaram questionamentos, despertaram para novas perspectivas, solicitaram a participação da comunidade, trabalharam a percepção, a curiosidade e a criatividade humana.

Isso ocorreu, pois houve ambiente de imprevisibilidade, em que professores e alunos saíram de uma zona de conforto caracterizada pela previsibilidade e o

controle da situação, para uma zona de risco repleta de novas e imprevisíveis situações de aprendizagem.

Estavam presentes as características citadas por Skovsmose (2011) de um cenário de investigação crítico: compromisso dos estudantes em participar no controle do processo educacional; a criticidade de conhecimentos; diálogos a partir de problemas sociais; reflexão sobre problemas externos ao universo educacional.

Esse cenário de investigação trouxe possibilidade de diálogo, interação e crescimento dos estudantes. Neste ambiente de questionamento, o estudante foi encorajado a propor questões, buscar soluções, explorar novas situações, levantar hipóteses, justificar seus raciocínios, fazer simulações, portanto constituiu uma prática pedagógica que levou o aluno a aprender a aprender, desenvolver a autonomia, aprimorar estratégias de trabalho em grupo e colaboração entre os alunos e entre alunos e professores.

À medida que os projetos avançaram, o desenvolvimento dos trabalhos melhorou, os alunos apresentaram as novas ideias, aumentaram os saberes estatísticos, melhoraram a comunicação entre eles, e tiveram mais segurança ao relatarem o andamento dos projetos aos demais grupos. Em meio a uma zona de risco, os alunos e os professores participantes tiveram liberdade em expor suas contribuições sobre os projetos relatados, de maneira a indicar referências, levantar questões interdisciplinares relacionadas ou simplesmente sanar suas dúvidas a respeito do projeto.

A inserção dos projetos provocou mudanças na sua formação e na sua visão de mundo - mudanças que devem ocorrer continuamente ao longo do curso e por toda a vida.

O uso de diferentes ambientes de aprendizagem proporcionou um clima mais favorável para a autonomia dos alunos em seus trabalhos, a liberdade de ação docente e renovação pedagógica, uma vez que a principal força impulsora de mudança foram os trabalhos colaborativos entre alunos e professores de forma a integrar diversos saberes, preocupações ambientais, sociais, econômicas e políticas.

Com os projetos de modelagem foi possível trabalhar o cenário 3 de Barbosa (2003) em que, a partir de temas não-matemáticos, os alunos formularam e resolveram problemas e também foram responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema.

Isso permitiu aos alunos escolher um problema do seu interesse, argumentar em defesa do que pensam, ouvir os argumentos dos seus pares e decidir em grupo como encontrar a solução mais adequada para aquele contexto e desenvolver espírito de coletividade.

As atitudes democráticas em sala de aula promoveram a desierarquização entre educandos e educadores, que passaram a conviver num ambiente no qual não há um dono do saber e sim um compartilhamento de experiências.

Esse ambiente possuiu os princípios de interdisciplinaridade apontados por Sánchez Núñez (2006) que abriram espaço para o pensamento reflexivo:

Realismo: A realidade da sociedade foi trabalhada no ambiente de aprendizagem e a partir dela foram levantados tópicos a serem explorados nos projetos com os alunos;

Coerência: As estratégias foram adequadas para alcançar os objetivos propostos no projeto;

Flexibilidade: O projeto foi aberto a mudanças para incluir ações sugeridas pelos alunos a partir do interesse deles em temáticas que não haviam sido previstas inicialmente;

Viabilidade: O tempo e os recursos para a realização dos projetos foram adequados;

Processo de aprendizagem dinâmico: a aprendizagem se efetuou em diversos momentos dentro e fora da Universidade;

Articulação entre teoria e prática: Teoria e prática foram interligadas;

Considerar saberes e experiências anteriores: Os alunos utilizaram seus saberes e experiências anteriores, que colaboraram para desencadear novas ideias na realização do projeto;

Assessoramento e apoio individualizado: foi necessária a ajuda de outros profissionais para oportunizar reflexões e solucionar alguns tipos de problemas;

Aprendizagem entre colegas: houve diálogo, compartilhamento de saberes, debates de problemas e busca conjunta de soluções;

Apoio institucional: o projeto teve colaboração de diversos professores e contou com o suporte da instituição de ensino;

Diversidade de agentes: a participação de profissionais de diferentes especializações contribuiu para o desenvolvimento do projeto, agregou

conhecimento de diferentes áreas e superou a individualidade e a compartimentalização do conhecimento.

O ambiente propício a reflexão, compartilhamento e aprendizagem em conjunto proporcionou o desenvolvimento do pensamento reflexivo em que o aluno além de fazer uso da Estatística, compreendeu e refletiu sobre o papel da Estatística na sociedade.

Este ambiente oportunizou a Educação Crítica ao seguir os princípios propostos por Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011):

- O Trabalho de Estatística por meio de projetos utilizou exemplos reais, contextualizados dentro de uma realidade condizente com a dos alunos, em que eles trabalharam em grupos, utilizando os elementos da Modelagem Estatística;
- Ocorreu debate e diálogo entre os alunos e entre eles e os professores, a partir de uma postura democrática de trabalho pedagógico em que os alunos assumiram responsabilidades pelo processo;
- Houve análise e interpretação dos resultados, valorização da escrita e dos julgamentos sobre a validade das ideias e das conclusões, pautada pela criticidade e incentivo para os alunos se posicionarem perante os questionamentos;
- Atividades tematizadas de ensino possibilitaram o debate de questões sociais e políticas condizentes a realidade vivenciada dos alunos, incentivou a liberdade individual, a justiça social e valorizou a reflexão sobre o papel da Estatística nesse contexto;
- O uso de tecnologias no ensino de Estatística contribuiu para os alunos adquirirem competências de caráter instrumental e saberem como agir numa sociedade eminentemente tecnológica;
- O desenvolvimento do trabalho ocorreu em um ritmo próprio, adotou um tempo flexível para o desenvolvimento dos temas e projetos;
- Debates evidenciaram o currículo oculto, com participação dos alunos nas decisões tomadas sobre o planejamento do currículo e o controle do processo educacional;
- Ocorreu avaliação constante do desenvolvimento do raciocínio, do pensamento e da literacia, que desmistificou o processo de avaliação do

aluno, pois permitiu a ele participar e assumir responsabilidades neste processo.

A avaliação dos projetos foi contínua e envolveu uma reflexão sobre todo o processo de desenvolvimento da aprendizagem. Ela analisou se os objetivos foram atingidos; se os procedimentos utilizados foram adequados; as atitudes dos alunos frente ao projeto e ao grupo, a forma de apresentação dos resultados de suas pesquisas e finalmente, se o projeto possibilitou a aprendizagem esperada (HERNÁNDEZ, VENTURA, 1998).

A avaliação não considerou os julgamentos e as conjecturas expressos pelos alunos apenas como certos ou errados, mas considerou a qualidade de raciocínio do aluno, se os métodos empregados foram adequados para fundamentar as evidências (CAMPOS; JACOBINI; WODEWOTZKI, 2011).

O professor trabalhou em uma zona de risco ao atuar como mediador em situações inesperadas, intervindo e fazendo alterações, quando necessário, sempre levando em conta o desenvolvimento dos alunos.

O ambiente de aprendizagem foi favorável ao exercício de valores e atitudes. Entre elas, a iniciativa, a capacidade de planejar e realizar um trabalho colaborativo, maior envolvimento do aluno no processo de aprendizagem (BARBOSA; MOURA, 2014).

Os projetos envolveram procedimentos que propiciaram um ensino ativo, comprometido com as transformações sociais e a construção da cidadania, a busca de uma Estatística significativa para o aluno, vinculando-a à realidade, utilização de recursos e ambientes que favoreceram o desenvolvimento de metodologias que consideraram a participação ativa do aluno e contextos de trabalho em grupo.

O ambiente de aprendizagem dos projetos de modelagem estatística permitiu o desenvolvimento de situações e atividades que propiciaram o ato de pensar e agir com autonomia, despertando no aluno o hábito do estudo independente e a criatividade.

9.3.3 Trabalho colaborativo

As implicações da receptividade para o estabelecimento de parcerias e participação dos docentes e alunos do curso foram várias. Sem a colaboração dos professores e dos futuros engenheiros ambientais não haveria possibilidade de desenvolver um trabalho que fosse coerente com projeto político pedagógico do

curso, que prevê uma “formação generalista, humanista, crítica e reflexiva”, que o capacite a atuar de maneira crítica e criativa utilizando conhecimentos de forma integrada para identificar e resolver problemas.

Ao trabalharem com ajuda de diversos especialistas durante os projetos, todos passaram a ter novos conhecimentos em outras áreas porque, cada grupo de alunos, a partir de seus interesses, trabalhou com Estatística integrada com pelo menos outra área. Estas áreas passaram a ser exploradas em cada grupo a medida que procuravam entender seu problema de pesquisa. Como estes problemas foram discutidos entre todos, professores e alunos de outros grupos socializaram informações e assim, muitos assuntos e áreas distintas foram sendo trabalhadas ao longo da disciplina Estatística II.

O trabalho colaborativo contribuiu para formar profissionais habilidosos em suas especializações, visto que seu interesse maior sempre foi com a área ambiental.

Entendemos que um fator limitante ao desenvolvimento do trabalho com projetos seria a falta de flexibilidade curricular e a não participação dos demais docentes do curso. Acreditamos que em uma Instituição superior pode haver muitas barreiras para que projetos de modelagem possam ser realizados e, apesar disso, conseguimos sobrepujar os limites à flexibilidade curricular, a participação dos alunos em atividades extraclasse, a colaboração de docentes de diversas áreas do conhecimento na participação de projetos, o que acarretou disponibilidade de tempo, trabalho e envolvimento, que foram decisivos para a pesquisa.

Ao trabalharmos colaborativamente evidenciamos a preocupação dos docentes do curso com a formação integral dos engenheiros ambientais, considerando saberes cognitivos, afetivos, técnicos, sociais, ambientais, de forma a despertar e desenvolver a consciência para a cidadania, a partir de uma perspectiva holística de educação.

A preocupação desses profissionais condiz com a proposta do curso de Engenharia Ambiental de não apenas formar uma mão-de-obra qualificada, mas crítica e reflexiva que adquire conhecimentos mais complexos, capaz de atuar no seu exercício profissional e na sociedade.

Juntos, docentes e alunos se mantiveram comprometidos com a formação integral do futuro engenheiro ambiental, ao engajarem-se em apreender

conhecimentos que os insiram no mundo do trabalho e, sobretudo, nas relações em sociedade de forma cidadã.

A inovação na proposta de trabalho ocorreu pela colaboração do grupo. Os alunos e a equipe de professores foram receptivos e cúmplices, compartilharam ideias e projetos, houve um clima de bem estar e confiança na realização dos projetos, especialmente por saberem que os professores estavam dispostos e comprometidos com o trabalho. Essa inovação provocou mudanças no curso, como conquista de tempo e espaço para vencer os efeitos internos e externos das exigências administrativas e burocráticas. Os alunos ficaram satisfeitos com os resultados, pois expressaram que houve compatibilidade entre a proposta apresentada, a valorização do conhecimento estatístico voltado às questões de interesse do aluno, o acompanhamento dos projetos e a avaliação dos trabalhos em grupo.

A consciência de interesses comuns e desejos de ação transformadora na formação dos engenheiros foram fundamentais, pois como evidenciado na pesquisa de Lopes (2013) os projetos realizados em EA carecem de grupos de professores com essa homogeneidade de interesses e ideologias, requerida para uma ação educativa política.

Lopes (2013) aponta que diversos projetos falham ao trabalharem Educação Ambiental a partir de projeto envolvendo uma única disciplina em que são abordadas questões levantadas por um único docente, que tem a visão limitada e pressa a sua disciplina e que, na maioria das vezes, os projetos ocorrem em momentos específicos, como uma atividade extracurricular. Para terem mais sucesso os projetos precisariam envolver profissionais unidos com o mesmo objetivo.

A alteração do Projeto pedagógico de Engenharia Ambiental da UNIR é reflexo desse pensamento uniforme do grupo de docentes que recentemente reestruturou o Projeto Político Pedagógico do curso na busca de uma formação humana integral de seus estudantes, baseados na ideologia de que os saberes devem ser amplos, para que eles adquiram múltiplas experiências e conhecimentos para agirem com segurança no ambiente profissional.

Acreditamos que o trabalho com projetos não teria trazido tanta contribuição a formação do Engenheiro Ambiental se não fosse pela colaboração, em que todos trabalharam juntos e se apoiaram mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo do grupo. Na colaboração, as relações foram não-

hierárquicas, com liderança compartilhada, confiança mútua e co-responsabilidade pela condução das ações (FIORENTINI, 2004).

Este trabalho colaborativo oportunizou a busca organizada de respostas a um conjunto de interrogações formuladas pelos grupos em torno de um problema ou tema ambiental relevante do ponto de vista social, individual ou coletivo, o qual pôde ser trabalhado dentro ou fora da sala de aula em uma ação colaborativa entre os estudantes e professores.

Também favoreceu um ensino e aprendizagem de Estatística em contextos que geraram a necessidade e a possibilidade de reorganizar os conteúdos atribuindo-lhes significado, levando ao aluno vivenciar novas estratégias e desafios. A repetição, elemento fortemente presente no currículo organizado de forma linear, cedeu lugar para a inovação, criatividade e experimentação.

Essa forma de trabalhar não foi fácil para os docentes envolvidos, pois cada um tinha contribuições a fazer ao projeto de acordo com sua especialidade, mas no momento que tinham que fazer a leitura do trabalho como um todo, era necessário aprofundar conhecimentos de outras áreas. Trabalhar colaborativamente envolveu relações entre profissionais das diversas áreas e muitos deles não puderam vivenciar essa interdisciplinaridade em outras oportunidades. Não observamos resistência às mudanças, o que limitaria a iniciativa de romper com a educação tradicional. Alguns professores relataram que essa era a primeira oportunidade em que trabalharam dessa forma, e que para eles foi uma experiência muito positiva. A disposição de todos em colaborar gerou um trabalho muito mais denso, e o isolamento dos docentes não permitiria que este resultado fosse alcançado.

Os grupos ao trabalharem com projetos colaborativamente tiveram algumas dificuldades: alguns inicialmente demoraram na escolha dos temas dos projetos; algumas pessoas eram mais propensas a trabalhar individualmente e necessitaram se adaptar ao trabalho em grupo; houve alunos que precisaram aprender a aceitar as opiniões dos colegas do grupo, diferentes das suas; o período das chuvas atrapalhou algumas medições; a inexperiência dos alunos em trabalhos desse tipo gerou muitas dúvidas no início das atividades, mas estas foram sanadas ao longo do processo.

As turmas eram heterogêneas e tivemos que lidar com essa situação respeitando o tempo de cada aluno e dando atenção a todos, em especial elaborando estratégias para que eles tivessem ideias e não ficassem dependentes dos professores, pois suas orientações não incluíam solucionar os problemas,

apenas despertavam mais questionamentos que os levavam a uma investigação reflexiva.

Apesar destes contratempos, observamos que o trabalho avançou. Por oferecer apoio de diversos docentes, trabalhar com problemas escolhidos pelos alunos, que estão diretamente ligados à sua área de atuação, proporcionar um período longo para sua realização, possibilitar a troca do problema a ser investigado e oferecer autonomia aos alunos no desenvolvimento do projeto, muitas destas dificuldades foram sanadas.

A admissão de pontos de vista contrários foi necessária para que o trabalho se efetivasse. Desse modo, a negociação e a aceitação ocorreram em um exercício de tolerância e concessão, na qual os alunos acabaram resolvendo suas diferenças. Eles compreenderam que a diversidade de opiniões e contribuições de cada colega pode enriquecer o trabalho, gerando atitudes de participação e reconhecimento do outro através de discussões e debates.

A cobrança entre eles pela realização de compromissos e responsabilidades assumidos no grupo foram fatores positivos, uma vez que responsabilidade e disposição para trabalhar são características necessárias em sua vida pessoal e profissional. Além disso, desenvolveram a atitude crítica, analítica e troca de experiências.

Muitos problemas atuais envolvem a mobilização de diferentes especialistas e conhecimentos para sua solução. Para encontrar soluções mais adequadas é necessária uma visão do todo que só é proporcionada através de conhecimentos variados.

Os alunos compreenderam que as soluções dos problemas ambientais exigem um esforço conjunto e por isso, dialogaram com a comunidade quando tiveram a oportunidade de distribuírem panfletos os convidando para a Semana Mundial do Meio Ambiente e explicando os problemas ambientais enfrentados pela comunidade local. Eles consideraram que a preservação ambiental não poderia ser tema de discussão somente de especialistas ou grupos privilegiados. Sabiam da necessidade de diálogo entre as comunidades e grupos locais e queriam garantir que mais pessoas com diferentes ideias e contribuições tivessem a possibilidade de participar do processo de discussão das dificuldades ambientais por eles enfrentadas.

Como Boavida e Ponte (2002) argumentaram, as pessoas unidas com um objetivo comum reúnem mais energia e mais recursos para concretizar, com sucesso, um projeto, tem mais determinação para agir, possuem diferentes experiências, competências e perspectivas, tem mais condições de promover mudanças e iniciar inovações, tem maior capacidade de enfrentar com sucesso os desafios que surgirem do que uma única pessoa. Pois elas unidas criam sinergias que possibilitam uma maior capacidade de reflexão, discussão e potencialidade de aprendizagem mútua.

Neste caso, a aprendizagem colaborativa, por ter um potencial interdisciplinar, gerou uma aprendizagem mútua. A partir do trabalho com projetos apoiado na Educação Estatística Crítica, consideramos que atingimos o objetivo que tínhamos de proporcionar uma aprendizagem significativa, contextualizada e orientada para o uso das tecnologias contemporâneas que contribuísse para uma formação plena do Engenheiro Ambiental.

O trabalho colaborativo não favoreceu a competição, mas as aprendizagens mútuas, que ocorreram através das interações com os outros alunos e docentes. Por meio da interação e através do confronto com as perspectivas dos outros, eles conheceram melhor as diferentes interpretações.

Ao se esforçarem para colocar suas ideias aos grupos, os alunos aumentaram seu poder de argumentação, ao expor seu conhecimento de forma clara.

O trabalho colaborativo exigiu dos professores e alunos aceitação de pensamentos diversos, respeito pelas ideias uns dos outros, permitindo que observassem como conhecimentos diversos podem ser mobilizados para analisar e tomar decisões sobre determinado problema.

Nesse processo, a colaboração representou uma oportunidade pelas quais professores e alunos se aperfeiçoaram mutuamente. Os professores assessoraram os alunos individualmente e em grupo, o que resultou na oportunidade dos alunos trabalharem colaborativamente aprendendo a respeitar e ser respeitado, dialogar com as diferenças, atuar com responsabilidade no exercício da cidadania, e a oportunidade de tomar decisões, adquirir e desenvolver a maturidade pessoal.

A partir de todas as mudanças ocasionadas pelo trabalho colaborativo visualizamos que houve uma transformação na disciplina de Estatística II, que se adequou às necessidades do ambiente colaborativo. Os projetos de modelagem

colaborativos influenciaram diretamente na construção da disciplina e no perfil profissional dos alunos (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012).

9.3.4 Transformação da disciplina

Professores de diversas áreas buscaram articulação transdisciplinar, o que resultou em atividades investigativas aparentemente não acadêmicas, como dialogar e entrevistar as pessoas da comunidade, participar de uma visita ao Lixão da cidade, interagir com alunos e professores da escola básica a fim de explicar como realizar medições e cuidar do meio ambiente.

Essas atividades necessárias a realização dos projetos colocaram em evidência numerosas dimensões de valores, afetos, visões de mundo, de cultura, formas de comunicação, considerando a abordagem complexa de educação. Abarcamos assim, os conceitos que configuram o eixo central do discurso de Educação Ambiental que resgata a complexidade, a busca pela totalidade, a superação de visão dicotômica do mundo e da certeza do conhecimento, a compreensão do mundo em sua totalidade, o resgate da relação entre homem e meio ambiente, a construção de novos valores e a transformação da realidade.

Foi valiosa essa experiência por meio dos projetos, que considerou a complexidade ambiental em suas manifestações sociais, econômicas, políticas e culturais, e os estudantes adquiriram conhecimentos, habilidades, valores necessários para a construção de uma sociedade sustentável.

Os temas interdisciplinares selecionados pelos alunos para desenvolver os projetos foram escolhidos por eles a partir do seu interesse e resultaram em trabalho com uma visão de Educação Estatística Crítica e Educação Ambiental integrada que se constituiu em um processo de trocas muito além do uso de conceitos e transmissão de informação. Problemas relacionados a resíduos sólidos orgânicos, preenchimento de falhas, vazão ecológica, curva de permanência, queimadas e desflorestamento, coleta seletiva, quantificação da erosão pluvial, prática da queimada urbana, densidade populacional, sensoriamento remoto, extração de areia, tratamento de água, consumo consciente de água, percepção da erosão, disposição final dos resíduos sólidos, disposição final do óleo de cozinha, e malária que estão presentes no seu cotidiano resultou em uma Educação Estatística Crítica, viva, dinâmica, que considerou conhecimentos, contextos sociais, ambientais e culturais. Através da incorporação destes conhecimentos alcançamos a formação de

um engenheiro ambiental capaz de promover a cultura da sustentabilidade e se engajar na defesa de uma sociedade mais justa.

Os temas ambientais escolhidos pelos grupos serviram como uma excelente fonte de dinamização do ensino e de motivação, tanto para o aluno quanto para o professor. Consideramos esta abordagem adequada para os engenheiros ambientais, pois levou em conta a realidade em que eles estavam inseridos, particularmente as suas vivências e preocupações cotidianas.

Entendemos que durante os trabalhos ocorreu participação ativa dos alunos, pois estavam pesquisando temas do seu interesse. Concordamos que “quando o aluno vê sentido naquilo que estuda, em função da satisfação das suas necessidades e de seus interesses, da realização dos seus objetivos, não haverá desinteresse, pois trabalha com entusiasmo e perseverança” (BURAK, 2004, p. 10). Isso significa que “o fato de o grupo compartilhar o processo de ensino, isto é, escolher aquilo que gostaria de estudar, ter a oportunidade de se manifestar, de discutir e propor, desenvolveu o interesse de cada grupo e dos grupos” (BURAK, 2004, p. 2).

Como Burak (2004, p. 4) observou a modelagem na Educação privilegiou “o ensino e a pesquisa, pois ao trabalhar com temas diversos, de livre escolha do grupo ou dos grupos, favorece a ação investigativa como forma de compreender e atuar naquela realidade”.

Os projetos incentivaram pesquisas a partir de problemas da realidade dos alunos e sua realização transformou as aulas em processos contínuos de informação e de pesquisa (BATANERO; DIAZ, 2004).

A aula interdisciplinar foi oportunizada por meio dos projetos que proporcionaram aulas diferentes das tradicionais: a autoridade não foi outorgada, mas conquistada; a obrigação foi substituída pela satisfação; a solidão foi trocada pela cooperação; a especialização modificada pela generalidade; o grupo homogêneo foi mudado para heterogêneo; e finalmente a reprodução foi alterada pela produção do conhecimento (FAZENDA, 1995).

A partir dos temas escolhidos, questões envolvendo a cidadania crítica foram contempladas na formação dos engenheiros ambientais. A valorização desses temas de relevância social considerou a esfera local e global, favorecendo assim a compreensão da problemática ambiental no nível macro (político, econômico, social e cultural) e nos níveis regionais, pois trabalharam as especificidades da realidade

na qual os alunos estão inseridos. Neste sentido, a interdisciplinaridade exigiu do professor uma readequação dos conteúdos e, também, a modificação do plano de curso no sentido de superar a fragmentação do saber.

A abordagem interdisciplinar propiciou um ambiente de trabalho que favoreceu a articulação entre os interesses e motivações pessoais, profissionais, sociais, ambientais, comunitários ou acadêmicos e saberes necessários ao futuro engenheiro, oferecendo ao aluno a oportunidade de atuar de forma crítica, ponderada e reflexiva no grupo social em que vive.

Os temas de investigação foram escolhidos pelos grupos, lhes dando liberdade para trabalharem, dialogarem com diferentes profissionais e realizarem ações que são alvo dos engenheiros ambientais.

Cabe destacar o resultado satisfatório ao observar que os grupos conseguiram estabelecer relações entre a Estatística e as situações ou experiências vivenciadas por eles no desenvolvimento do projeto.

Os projetos de modelagem estatística levantaram discussões sobre temas sociais e políticos diversos que, tomando como referência explícita à temática ambiental, suscitaram a abordagem da EA de forma crítica e, conseqüentemente, fomentaram o processo participativo da turma.

A falta de formação específica do docente com relação a temas referentes a meio ambiente não foi impedimento para trabalhar com projetos de modelagem estatística, o desafio foi enfrentado e barreiras foram transpostas ao buscar novos conhecimentos, parcerias com outros docentes e participação ativa dos alunos na construção do currículo.

Ocorreu o diálogo sadio entre o educador e o educando, pois existiu uma relação entre o conteúdo programático e uma situação de interesse do aluno (FREIRE, 1996).

A promoção da cidadania e inclusão social foi propiciada pela educação científica e tecnológica através do diálogo. Os temas de interesse dos alunos trouxeram oportunidades para discutir, questionar, compreender o mundo que os cerca, respeitar os diferentes pontos de vista, resolver problemas, criar soluções e melhorar sua qualidade de vida, o que contribuiu para a formação de indivíduos capazes de optar, decidir e transformar (UNESCO, 2005).

O conteúdo do curso não foi definido exclusivamente pela disciplina. Ele foi influenciado pelo tipo de engenheiro ambiental que se pretendeu formar e de suas necessidades (MASETTO, 2003).

A abordagem interdisciplinar proposta para o ensino de Estatística II se preocupou em introduzir a Modelagem Estatística como ambiente de aprendizagem, que rompeu com as características que trazem desinteresse dos alunos pela disciplina:

- 1) Uma distância grande entre o que é abordado em sala de aula e a realidade existente no mercado de trabalho e na sociedade atual;
- 2) Aulas maciçamente teóricas;
- 3) Avaliações que abordam questões com cálculos sem interpretação dos resultados;
- 4) Pouca ênfase ao trabalho em grupo;
- 5) Pouca prática de interdisciplinaridade;
- 6) Aulas que não promovem reflexões sobre como utilizar seu conhecimento para tomada de decisões;
- 7) Falta de interação entre professores e alunos fora da sala de aula.

O trabalho com projetos valorizou o currículo flexível, continuamente atualizado e aberto às diferentes áreas do conhecimento (MASETTO, 2003).

As articulações entre a Estatística e outras áreas do conhecimento, principalmente na relação com a área de formação e com o cotidiano dos indivíduos é consenso entre os educadores (D'AMBRÓSIO, 2007; SKOVSMOSE, 2007), e foram trabalhadas a partir do uso de Modelagem Estatística na perspectiva da Educação Estatística Crítica por meio de problemas e conceitos ligados a sua futura profissão.

A EA foi desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e não implantada como disciplina específica. A estrutura curricular rígida que estabelece grade horária, conteúdos mínimos, avaliação foi transformada para uma mais flexível, determinada a partir da necessidade daquele grupo de alunos como, por exemplo, a realização de trabalho com projetos em período extraclasse.

Os projetos realizados a partir de temas escolhidos considerando-se o contexto sociocultural e ambiental vivenciados na sociedade impulsionaram e orientaram as capacidades cognitivas e criativas dos alunos. Proporcionou aprendizagem de estatística interligada a aspectos políticos, econômicos, sociais,

ambientais e culturais da sociedade atual. Os problemas ambientais não foram estudados separadamente das questões de ordem social, econômica e política, resultando em inúmeras reflexões e debates.

Os projetos interdisciplinares contaram com o auxílio do computador, que se mostrou uma ferramenta útil para organização dos dados, análise, interpretação e comunicação dos resultados. Por meio dele, os alunos experimentaram, controlaram e exploraram conteúdos estatísticos.

Os softwares utilizados foram o Excel, o SPSS e o R. O uso de pacotes computacionais proporcionou que os alunos fossem poupados do “tédio provocado pela excessiva atividade braçal em executar um grande número de cálculos irrelevantes que não acrescentavam nada em termos de aprendizagem” (VIALI, 2001, p. 292).

Todos os grupos utilizaram o Excel, o que vem ao encontro da afirmação de Viali (2001, p. 292) que as planilhas “vão se firmando cada vez mais como um recurso instrucional em laboratórios de Estatística. Além dos procedimentos típicos, elas fornecem um grande número de funções estatísticas e probabilísticas, se bem que bastante limitados”. Elas se mostraram úteis para o trabalho com projetos interdisciplinares por apresentarem uma grande base instalada, facilidade de manuseio, pela possibilidade de programação de novas funções e pelo seu custo relativamente baixo. Ela é um recurso acessível e fácil de aprender, que apesar das “limitações, é o recurso que oferece o melhor custo benefício em termos de recurso didático” (VIALI, 2001, p. 297).

Entendemos que o uso de recursos computacionais possibilitou aos alunos a oportunidade de realizarem a análise com rapidez, disponibilizando um tempo maior para a sua interpretação.

Na medida em que os alunos aceitaram o convite de participar dos projetos, utilizaram recursos computacionais, buscaram diversos materiais de ensino, dialogaram com estudantes e docentes, investigaram algumas situações vinculadas à sua área de formação, então o conhecimento e habilidades adquiridos influenciaram sua formação como engenheiro ambiental.

O trabalho com projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica foi considerada uma alternativa viável para a realização da disciplina de Estatística II e para atender as exigências de formação do Engenheiro Ambiental contidas no Projeto Pedagógico do curso. Elas foram atendidas

principalmente pela possibilidade de colaboração dos alunos e professores e pelo uso de Modelagem Estatística na perspectiva da Educação Estatística Crítica a partir de problemas e conceitos ligados a sua futura profissão. Essa estratégia de aprendizagem permitiu aos alunos utilizarem conhecimentos anteriormente adquiridos em situações nas quais eles precisaram realmente fazer estatística.

Por meio de um trabalho interdisciplinar, os conteúdos da disciplina foram inseridos em um contexto social mais amplo e sua construção foi realizada continuamente com outros e na interação com os outros, excedendo as práticas pedagógicas em sala de aula, marcadas por uma visão fragmentada e descontextualizada das atividades de ensino.

Ao trabalhar com a integração de conteúdos, estamos nos dirigindo rumo a transdisciplinaridade ao passarmos de uma percepção fragmentária para uma concepção unitária do conhecimento, superarmos a dicotomia entre ensino e pesquisa e privilegiarmos a construção do conhecimento. Conhecimento esse que não foi predeterminado, porque resultou de um processo aberto, em que foi explorado a partir da curiosidade dos alunos e na relação com o seu cotidiano.

9.3.5 Conhecimentos voltados à formação profissional e cidadã

O trabalho com projetos de modelagem estatística valorizou diferentes saberes, conhecimentos adquiridos em outros momentos do curso e experiências dos alunos em contato com o meio em que vivem (FREIRE, 2007).

Ocorreu o desenvolvimento de três competências: a literacia estatística, o pensamento estatístico e o raciocínio estatístico.

Literacia: Nesse projeto, trabalhamos o conhecimento e a consciência sobre os dados ao prover contextos relevantes para os conceitos estatísticos. A literacia foi identificada pelo entendimento dos termos, ideias, técnicas estatísticas e a capacidade de coletar e organizar dados, interpretar corretamente as informações estatísticas e descrever o resultado para aquele contexto. A partir disso, ele tornou-se capaz de pensar criticamente sobre as informações e tomar boas decisões a partir delas.

Foram trabalhadas as habilidades de comunicação escrita, por meio dos relatórios elaborados pelos grupos. A comunicação e a interpretação permitiu o desenvolvimento da habilidade de usar a terminologia estatística para expressar as ideias, condição essencial da literacia.

Pensamento estatístico: Nesse projeto, os alunos se envolveram na obtenção dos dados, refletiram sobre as variáveis envolvidas e escolheram adequadamente as ferramentas estatísticas para interpretar a situação. Trabalharam o problema por completo, desde a definição de seus contornos até o resultado final. Houve o questionamento sobre os processos de obtenção dos dados, que estavam relacionados ao contexto dos problemas ambientais. A curiosidade e vontade de solucionar o problema levaram a participação ativa do aluno para a interpretação e o uso de terminologia própria da estatística e uso de termos não estatísticos.

Raciocínio estatístico: O aluno entendeu um processo estatístico, ao interpretar seus resultados e conseguir explicá-lo. Utilizou o raciocínio sobre os dados ao trabalhar a categorização dos dados e identificação das variáveis do ponto de vista estatístico. Ao realizar a amostragem e as inferências, relacionou os resultados obtidos com a população estudada; ao verificar as suposições exigidas para aplicação do modelo; ao estudar a adequação do método utilizado; estivemos promovendo o raciocínio estatístico.

Os problemas reais trabalhados não apresentaram dados bem comportados, respostas bem definidas e simplificações irrealistas como trazem os exercícios propostos em muitos manuais. Houve preocupação em não trabalhar somente com problemas estatísticos irrealisticamente simplificados durante a formação, pois isso acarretaria grande dificuldade de adaptação no mundo não acadêmico ou no mercado de trabalho (VIALI, 2007).

O trabalho com projetos ofereceu aos alunos a oportunidade de compreender a Estatística no contexto do curso de Engenharia Ambiental. O ensino contextualizado valorizou a prática e a pesquisa com dados reais, sendo capaz de fornecer subsídios para aproximar e integrar a estatística ao seu universo de ação enquanto profissional que se preocupa e atua sobre o meio ambiente.

Os projetos de Modelagem Estatística foram decisivos para os alunos compreenderem que a Estatística é a ciência que permite extrair dos dados a informação necessária para que seja possível tomar decisões acertadas com base em um determinado nível de confiança e margem de erro.

Consideramos que os projetos foram uma rica experiência vivenciada pelos alunos com objetivo de proporcionar a Educação no sentido utilizado por D'Ambrósio (2011) como o conjunto de estratégias desenvolvidas para possibilitar a cada

indivíduo atingir seu potencial criativo; estimular e promover a ação comum, com vistas a viver em sociedade e exercer a cidadania.

Por meio desse tipo de processo educativo, contemplou-se a formação do educando como cidadão crítico, democrático, reflexivo, consciente de suas responsabilidades e participante na ação por uma sociedade melhor.

A partir disso, os projetos de Modelagem Estatística atuaram em uma perspectiva voltada para a Educação Estatística Crítica no sentido de que “a sala de aula se torna uma microssociedade e pode representar a democracia em espécie (ou de outra forma)” (SKOVSMOSE, 2000a, p. 2).

O aluno foi atuante no processo significativo de aprender e desenvolveu as habilidades apontadas por D’Ambrósio (2011) como a capacidade de explicar, de compreender, de enfrentar criticamente novas situações, de dialogar com uma pluralidade de práticas, ideias e concepções do homem e do mundo.

Os projetos favorecerem um maior conhecimento dos alunos e dos docentes de si mesmos e do mundo em que vivem (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998).

Os projetos contribuíram para o aluno ser capaz de se posicionar de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações de aprendizagem, defender suas ideias, argumentar de maneira racional e utilizar o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006).

O currículo foi construído a partir da participação ativa do aluno, que escolheu, a partir de suas experiências anteriores e preocupações, os conhecimentos que considerava relevante para realização dos projetos, os quais pautaram a seleção dos conteúdos, sua forma de organização, a dinâmica das aulas, o que trouxe um ambiente propício à incorporação de conceitos e valores que permitiram o exercício sistemático de análise da realidade e a Modelagem Estatística.

Um mesmo conteúdo estatístico foi abordado diversas vezes em contextos e em situações distintas, o que favoreceu a compreensão de conceitos e contribuiu para os alunos perceberem a utilidade da Estatística para seu exercício profissional de Engenheiro Ambiental e para sua vida em sociedade.

Ao participarem da construção do conhecimento em aprender fazendo, os alunos podem se sentir seguros para utilizar Estatística em sua vida profissional e em sociedade.

Entendemos que a partir do envolvimento dos alunos no currículo, ao decidirem o tema a ser pesquisado e utilizarem novos recursos, as metas maiores da educação foram alcançadas: o aluno desenvolveu a criatividade e aumentou a capacidade de desempenho em novas situações, analisou criticamente essas situações e as consequências de sua atuação (D'AMBRÓSIO, 2011).

O trabalho com projetos permitiu a compreensão de “como os indivíduos se relacionam, de como são capazes de unir esforços para atingir uma meta comum e de como são capazes de reconhecer lideranças e submissões” (D'AMBRÓSIO, 2011, p. 78). Eles tiveram que resolver pequenas discordâncias para conseguirem atingir seu objetivo comum.

Com a postura dos alunos em participarem da construção do conhecimento, entenderam que “(...) os conteúdos usados nos projetos constituem não um objetivo em si, mas o veículo utilizado para conduzir o processo” (D'AMBRÓSIO, 2011, p. 78).

Os trabalhos com projetos contribuíram para o aprendizado dos alunos no sentido de que eles desenvolveram “a capacidade de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas. Aprender não é o mero domínio de técnicas, de habilidades, nem a memorização de algumas explicações e teorias” (D'AMBRÓSIO, 2011, p. 11).

O aluno conseguiu desenvolver sua própria autonomia, apropriando-se de novos conceitos, ajudando na formulação de questões, valorizando seus conhecimentos anteriores, dando sentido e clareza aos conteúdos estatísticos e atribuindo significado aos resultados encontrados.

Esse ambiente favoreceu a aprendizagem significativa crítica, a contextualização, o uso de tecnologias, proporcionou o desenvolvimento de valores essenciais a formação humana: conduta ética, capacidade de iniciativa (BARBOSA; MOURA, 2014). A aprendizagem significativa crítica foi conquistada apoiada nos seguintes princípios apontados por Moreira (2010):

1. Princípio do conhecimento prévio: Os alunos aprenderam a partir do que já sabiam, pois só se aprende significativamente a partir de algo que já se conhece.

2. Princípio da interação social e do questionamento: O conhecimento foi produzido em resposta a perguntas e questionamentos. A postura dialógica facilitou o intercâmbio de perguntas e a interação entre professor e alunos, o que favoreceu a Aprendizagem Significativa Crítica.

3. Princípio da não-centralidade do livro de texto: Ocorreu o uso de diferentes materiais, como livros, textos, artigos, revistas, enciclopédias, softwares, dissertações e outros materiais educativos que representaram o conhecimento.

4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador: Os alunos perceberam o mundo a sua volta de forma diferenciada. Apesar das percepções prévias dos alunos e dos professores, eles buscaram perceber o conhecimento de maneira semelhante.

5. Princípio do conhecimento como linguagem: O que entendemos por "conhecimento" é linguagem. Então buscamos aprender a linguagem como uma forma de perceber o mundo.

6. Princípio da consciência semântica: Os alunos perceberam os significados das soluções, sendo capaz de questionar as respostas do tipo certas ou erradas, ou decisões do tipo sim ou não.

7. Princípio da aprendizagem pelo erro: O conhecimento foi construído por meio da superação de erros. Aprendemos criticamente rejeitando certezas, considerando o erro natural, e através de sua superação avançaram.

8. Princípio da desaprendizagem: não foram trabalhados conceitos e estratégias irrelevantes às novas demandas impostas pelas alterações da sociedade.

9. Princípio da incerteza do conhecimento: os alunos perceberam que as definições são invenções, ou criações humanas, que o conhecimento que temos é incerto, pois depende das perguntas que fazemos e das definições que usamos.

10. Princípio da não utilização do quadro-de-giz: ocorreu a participação ativa do aluno e diversidade de estratégias de ensino como atividades colaborativas, projetos, pesquisas, discussões subjacentes aos demais princípios.

11. Princípio do abandono da narrativa. o ensino passou a ser centrado no aluno, que falou mais do que o professor. O docente atuou como mediador do processo,

Tal perspectiva de projetos desencadeou a participação do professor enquanto mediador em que ele também necessitou “estar aberto a investigar e aprender mais e mais”, portanto também obteve crescimento profissional e pessoal (SKOVSMOSE; PENTEADO, 2007, p. 6).

O pesquisador construiu saberes, assimilou novos conhecimentos e competências (TARDIF, 2003). Alguns de natureza pragmática, que visaram à

melhoria da qualidade da Educação Estatística na formação dos engenheiros ambientais, e outros de cunho científico, que visaram o conhecimento da Educação Estatística como campo de produção de conhecimentos (FIORENTINI; LORENZATO, 2006).

O trabalho com projetos possibilitou ao professor ampliar suas potencialidades e também a dos alunos sob sua orientação, além de desenvolver uma relação próxima com os problemas e conflitos econômico-sociais existentes.

O aluno teve condições de exercer a democracia ao participar junto a semana acadêmica e fórum em discussões que afetam a coletividade, bem como, na pugna por melhores condições de vida para todos (SKOVSMOSE, 2011).

A aprendizagem foi considerada um processo social que ocorreu por meio da interação social, tendo o diálogo, o trabalho colaborativo, a explicação, a justificação e a negociação de significados como alguns dos fatores essenciais para esse desenvolvimento.

Consideramos que, nesse cenário visamos educar para a cidadania crítica ao proporcionar que os estudantes tenham momentos de reflexão acerca do papel que exercem no mundo atual, para que se percebam cidadãos capazes de realizar ações que promovam transformações para melhorar a sociedade, partindo do entorno sociocultural onde vivem.

Os alunos refletiram que não há respostas prontas, fáceis, conhecimentos de antemão que solucionem problemas reais. Estas “surgem através de um processo compartilhado de curiosa investigação e reflexão coletiva, com o propósito de obter conhecimento. Imprevisibilidade significa o desafio de experimentar novas possibilidades [...]” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 127-128).

Essas possibilidades auxiliaram para a formação mais completa, em que o sujeito se tornou participante da sociedade e a sala de aula e outros ambientes informais de ensino se caracterizaram como espaço onde se experimentou o fazer democrático e dialógico.

As aulas se tornaram mais ricas ao incluírem informações que refletem questões significativas na e (da) sociedade e que, na maioria das vezes, não são aproveitadas pelo professor. Dessa forma, todos desenvolveram a cidadania crítica ao se sentirem mais responsáveis pelo ambiente em que vivem e ao “reconhecer os problemas como seus próprios problemas” (SKOVSMOSE, 2011, p. 24).

Esse processo educativo foi crítico, segundo a concepção de Skovsmose (2011), pois abriu a possibilidade e contribuiu na capacidade de participação ativa dos cidadãos na discussão, controle e avaliação das condições e consequências das ações governamentais.

A multiplicidade de saberes ambientais, sociais, políticos tornou a práxis educativa uma prática cultural e política. Atingiu a meta de uma Educação Crítica ao propiciar as condições necessárias para os alunos posicionarem-se no sentido dado por Alrø e Skovsmose (2006), de dizer o que se pensa, fazer declarações ou apresentar argumentos, e ao mesmo tempo, aceitar críticas às suas sugestões e seus pressupostos, com o intuito de investigar conjuntamente um assunto ou perspectiva.

Trabalhar com projetos favoreceu a aquisição de diversos saberes considerando uma visão articulada do conhecimento “que procura levar a essas consequências de respeito, solidariedade e cooperação e se apoia na recuperação das várias dimensões do ser humano para a compreensão do mundo na sua integralidade” (D’AMBRÓSIO, 2011, p.46).

Os projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica se tornaram a alavanca para o trabalho colaborativo que possibilitou dialogar com respeito, capacitar os cidadãos a pensarem e a trabalharem juntos na procura de soluções alternativas, ampliando sua visão de mundo.

O trabalho em equipe exige um esforço do aluno para elaborar suas ideias e defendê-las, confrontar-se com diversas opiniões, aceitar pontos de vista contrários e, sobretudo convencer os outros. Para isso, ele precisou conhecer melhor o assunto, explicar de maneira convincente e persuasiva suas interpretações e as maneiras de resolver a situação. Essas competências de trabalho em equipe e colaboração são cada vez mais reconhecidas e valorizadas no âmbito profissional.

Além de conhecimentos ambientais, estatísticos, utilização de técnicas específicas, eles adquiriram capacidades de trabalhar em equipe, pensar criticamente, refletir sobre o uso da Estatística na sua futura profissão e na sociedade.

Houve uma ampliação da compreensão relativa à inserção da Estatística na sociedade, no curso de Engenharia Ambiental. Estes projetos permitiram aguçar a curiosidade para questionar aspectos sociais. Nos processos desenvolvidos por estes projetos verificou-se um aumento da capacidade de autonomia e de

sociabilidade dos estudantes e docentes pelo aprofundamento dos diálogos ocorridos neste ambiente de aprendizagem.

Consideramos na Educação, o tipo de engenheiro ambiental que a realidade atual demanda, criativo, inovador, tolerante, com personalidade flexível, capaz de enfrentar a incerteza e construir novos significados, crítico, flexível, reflexivo, que valoriza a coletividade e os valores humanos, no engajamento social e na participação com responsabilidade em todas as esferas da cidadania. Contemplamos na Educação Estatística Crítica a capacidade de processar grandes quantidades de informação, leitura crítica, de interpretação, de aprender a aprender e de utilizar as tecnologias.

Juntos, docentes e alunos se mantiveram comprometidos com a formação integral do futuro engenheiro ambiental, ao engajarem-se em apreender conhecimentos que os insiram no mundo do trabalho e, sobretudo, nas relações em sociedade de forma cidadã.

9.3.6 Pensamento reflexivo

O trabalho com projetos colaborativos estabeleceu uma relação entre os saberes estatísticos e a experiência social que eles têm como indivíduos da sociedade. Eles adquiriram conhecimento estatístico e o conhecimento tecnológico, que se refere às habilidades em utilizar a Estatística em problemas específicos. Mas, além disso, desenvolveram o conhecimento reflexivo que se refere à competência de refletir sobre o uso da Estatística na sociedade e avaliá-lo. As habilidades e os conhecimentos desenvolvidos lhes permitem refletir e formar conceitos críticos para efetivar uma ação reflexiva que garanta a construção da cidadania.

O conhecimento reflexivo não deixou os alunos serem apenas receptores de informações e de instruções, mas os tornou capazes de compreender, criticar e avaliar para contribuir na construção de instituições democráticas (SKOVSMOSE, 1995).

Por meio de questionamentos e reflexões, os alunos aumentaram a “compreensão das contradições e mediações que a totalidade social encerra”, e adquiriram um conhecimento amplo para compreender o mundo e contribuir nele (LOUREIRO, 2006, p. 130).

A proposta de educação para a cidadania foi alcançada, conforme defende Skovsmose (2011), ao partir dos conflitos e crises existentes na sociedade, no sentido de responder e, de alguma forma, atuar nessa realidade social.

O currículo foi baseado em experiências cotidianas, em que os problemas e as tarefas foram ricamente contextualizados e os estudantes tiveram tempo suficiente para ocuparem-se com os projetos, o que favoreceu o pensamento reflexivo.

Os alunos debateram questões atuais que os preocupam, por exemplo, discutiram que o desenvolvimento científico e tecnológico contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, mas também colabora com o aumento dos problemas ambientais e das diferenças sociais. Essas questões levantadas por eles revelam que avançaram rumo ao pensamento reflexivo.

O aluno demonstrou ser crítico ao participar de um pensamento coletivo, refletir sobre as implicações de assuntos em um processo dialógico e viver a alteridade (PAIS et al., 2008). Nas relações sociais, desenvolveram respeito e reconhecimento do conhecimento do outro, ouviram as vozes de todos os elementos envolvidos nesta relação social e interagiram com os novos conhecimentos, valorizando a diversidade de pensamento do ser humano. Os caminhos educativos promoveram a participação dos alunos nos processos sociais. Eles se tornaram capazes de questionar a forma como as instituições e a estrutura social se organiza e funciona.

Os conhecimentos foram construídos em grupo por meio de argumentação, diálogo e debate com os outros. Esta interação promoveu a formação de atitude crítica, reflexiva e responsável para a resolução de questões sociais relacionadas ao meio ambiente, valorizando o estabelecimento de relações entre o conhecimento científico, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente.

A formação voltada para o exercício da cidadania forneceu meios para que progredam em trabalhos e estudos posteriores, tornando-os capazes de participarem e avaliarem decisões que possam afetar o meio em que vivem.

Os projetos de modelagem mostram-se diferentes daqueles propostos pelos livros didáticos, pois permitiram aos alunos refletirem sobre a realidade que foi analisada. Como afirma Burak, (2004) por meio de projetos é possível atribuir maior significado ao contexto, o que permite e favorece o estabelecimento de relações estatísticas, a compreensão dessas relações e do sentido para o seu contexto.

Os alunos também refletiram sobre a contribuição do trabalho dos projetos de modelagem tanto para sua instrução formal em estatística como para o exercício da cidadania e apontaram como Gal e Garfield (1999), que esta proposta de trabalho favoreceu a compreensão e competência para lidar com a informação estatística do mundo que os rodeia, bem como conhecimentos para participarem efetivamente de uma sociedade impregnada de informação, e também contribuiu para serem capazes de interpretar e comunicar os dados pertencentes a problemas que eles encontram na sua vida profissional.

Por meio dos trabalhos realizados, os alunos desenvolveram o pensamento estatístico, que está relacionado com a compreensão de que a Estatística “em grande parte, deve lidar com a onipresença da variabilidade; a resolução dos problemas estatísticos e a tomada de decisões dependem da compreensão, interpretação e quantificação da variabilidade nos dados” (FRANKLIN et al., 2007, p. 6).

A contribuição dos projetos ocorreu de forma a tornar o uso da Estatística necessária para entenderem a situação trabalhada. Segundo Batanero (2001), a Estatística é a melhor ferramenta para compreendermos a atualidade e se conseguirmos que “os alunos venham a entender isto, teremos dado um passo gigantesco para a sociedade estatisticamente culta” (p. 434). Deste modo, os alunos tiveram que usá-la e com isso visualizaram sua necessidade e importância para a sociedade. Lopes (2010, p. 51) também considera que a Estatística “permite compreender muitas das características da complexa sociedade atual, ao mesmo tempo em que facilita a tomada de decisões em um cotidiano onde a variabilidade e a incerteza estão sempre presentes”.

O uso de Modelagem Estatística levou o estudante a refletir sobre os resultados obtidos durante o processo e, segundo Burak (2004), isto implica em grandes contribuições para a situação pesquisada.

A partir dessa reflexão, ele percebeu melhor a realidade local e global, o que lhe permitirá posicionar-se e interferir na sociedade de forma crítica e autônoma.

Os alunos debateram sobre os sintomas e as causas dos problemas ambientais, destacando a complexidade desses problemas; utilizaram diferentes ambientes de ensino para interagirem e adquirirem conhecimentos sobre o meio ambiente e por meio dessas experiências pessoais e coletivas, desenvolveram o senso crítico e as habilidades necessárias para agir sobre ele.

Os projetos convidaram os alunos a atingirem os objetivos da Educação Ambiental de induzir novas formas de conduta em relação ao meio ambiente nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade como um todo. Os alunos aceitaram o convite o que lhes proporcionou:

- Consciência: ao preocuparem-se em ajudar os grupos sociais a adquirirem consciência do meio ambiente global e auxiliar na sensibilização dessas questões;
- Conhecimento: contribuiu para os alunos adquirirem diversidade de experiências e compreensão do meio ambiente e dos seus problemas anexos;
- Comportamento: os alunos mostraram-se comprometidos com uma série de valores, demonstraram interesse e preocupação pelo meio ambiente, o que os motivou a participar ativamente da melhoria e da proteção do meio ambiente;
- Habilidades: possibilitou aos alunos a aquisição das habilidades necessárias para determinar e resolver os problemas ambientais;
- Participação: contribuiu para os alunos participarem ativamente dos projetos, que tinham como objetivo a compreensão/solução de problemas ambientais.

Por meio dessa participação, os alunos conheceram melhor os temas investigados, além de adquirir informações sobre os assuntos, tiveram sua compreensão ampliada ao se aproximar, ter contato, agir sobre ele, e isso realmente lhes trouxe uma mudança significativa.

A finalidade da Educação Ambiental trabalhada não foi apenas conscientizar ou mudar comportamentos, mas formar atitudes, que possibilitam aos alunos formular e expressar suas idéias, elaborar as suas próprias propostas e questionar o significado dado à sua relação com o outro e com o mundo.

Esse processo de aprendizagem foi gradativo, contínuo, crítico, criativo e político. Auxiliou os alunos a serem capazes de lidar com a complexidade que é a vida, a relação com os outros e com a natureza.

Por meio dos projetos democratizaram-se os conhecimentos que proporcionaram a capacidade de pensar criticamente sobre os problemas e sobre os desafios presentes na nossa realidade.

A formação esteve voltada para desenvolver engenheiros ambientais competentes técnica e politicamente, capacitados para atuar em contextos de incertezas e complexidade, no intuito de promover e desenvolver a conscientização do futuro engenheiro sobre suas responsabilidades enquanto profissional e enquanto cidadão.

A oportunidade de utilizar Estatística ao contexto de atuação do futuro engenheiro e às situações provenientes de sua vivência trouxe significado ao conteúdo programático do curso, além de desenvolver no aluno várias competências.

Portanto, podemos afirmar que os projetos contribuíram para a realização de atividades investigativas que colaboraram não somente para a formação estatística dos envolvidos, mas para uma formação mais ampla e condizente as necessidades da sociedade atual.

Foram necessárias reestruturações no currículo, privilegiando trabalho com projetos de maneira colaborativa, dando espaço para contribuições de outros professores e alunos, que trabalhando juntos, desenvolveram a capacidade de pensar crítica e independentemente.

Os alunos não só prestaram atenção na aula como construíram seu próprio conhecimento, assumindo um papel que vai além do simples registro de informações.

Nos projetos, as dúvidas e questões a serem investigadas partiram de quem está interessado em buscar respostas, nesse caso, o próprio estudante, que esteve envolvido em uma atividade investigativa que considerou seu contexto, seu ambiente de vida, em uma situação enriquecida por desafios. Isso permitiu ao aluno a oportunidade de controlar e buscar o conhecimento que ele se interessou em aprender, proporcionando assim, articulação entre intenções e ações, entre teoria e prática.

Contudo, acreditamos que trabalhar com projetos em Educação Estatística não pode se constituir apenas em uma atividade ocasional, pois o desenvolvimento de um projeto demanda um planejamento que seja capaz de estruturar ações que envolvam preparação, colaboração entre diferentes pessoas, tempo adequado para sua realização, o que cria oportunidades de crescimento aos envolvidos, e se for realizado com maior frequência pode ampliar seus efeitos.

Pontuamos que a Educação Estatística Crítica permeou o desenvolvimento do trabalho com projetos ao trazer “preocupações sobre os papéis sociopolíticos” aliada à Estatística na sociedade (SKOVSMOSE, 2008, p. 101).

Na perspectiva sociocrítica a compreensão crítica do mundo foi valorizada, em que o estudo de situações-problema envolveu questões sociais nas quais o aluno se conscientizou de seu papel na sociedade. Por meio dessa perspectiva o

aluno adquiriu outras formas de ver o mundo em que vive, ampliando suas possibilidades de ação e interação na sociedade (KAISER; SRIRAMAN, 2006).

Houve debates sobre a questão ambiental e o uso de Estatística na sociedade, a discussão de suas aplicações, e o incentivo para os alunos desenvolverem consciência crítica, ao enfrentarem as situações-problema levantadas por eles a partir de conhecimentos estatísticos.

Pode-se assim concluir que este trabalho contribuiu para uma Educação Estatística Crítica com qualidade satisfatória no preparo de engenheiros ambientais não só visando o mercado de trabalho, como também a vida em sociedade.

Os grupos refletiram a questão ambiental do ponto de vista histórico, ao perceberem a incongruência de olhar as ações humanas de forma neutra, homogênea e descontextualizada. Como Loureiro (2002) aponta, há um conjunto de variáveis interconexas das categorias: capitalismo, modernidade, industrialismo, tecnocracia. Os alunos refletiram sobre elas e levantaram críticas às relações sociais e ao modo de produção atuais. Os alunos consideraram os desafios que o sistema político e econômico coloca para o cenário da problemática ambiental. Eles compreenderam que ações pontuais que visam à resolução de um problema local específico concentram esforços no caráter corretivo, em detrimento do preventivo. Por isso, reforçaram a ideia de que para uma real transformação deve haver um questionamento amplo da organização social e das suas bases de sustentação.

Os alunos argumentaram que o enfrentamento dessas questões críticas deve envolver o coletivo, assim como a estrutura rígida do currículo da UNIR foi transposta devido a construção de um projeto em comum que superou o caráter individual e isolado de cada professor em sala de aula. Os docentes juntos atuaram com responsabilidade, postura crítica e comprometimento nos processos de formação dos engenheiros ambientais. Isso alterou o modo fragmentado dos alunos visualizarem a Estatística e ampliou sua compreensão da realidade, formando profissionais críticos para atuarem em processos de participação e decisão.

9. 4 FUTURAS PESQUISAS

Futuras pesquisas poderiam ser direcionadas a investigar a constituição de uma comunidade de prática entre os educadores de Engenharia Ambiental. Sinalizamos que, por meio da perspectiva colaborativa adotada, contemplaram-se as dimensões de engajamento, reflexão e alinhamento que caracteriza uma

comunidade de prática segundo Wenger (2001). Cabe aos profissionais continuarem trilhando esse caminho a fim de que essas dimensões sirvam para expandir o compromisso mútuo, a identidade partilhada (estilos, artefatos, relatos, eventos históricos) e a negociação de significados.

A pesquisa sinaliza que não basta a presença de disciplinas de Estatística na grade curricular do curso de Engenharia Ambiental, a interligação entre as diversas disciplinas do curso que podem promover mais interesse dos alunos em cursá-la, melhor integração entre professores e alunos, conhecimento e pensamento reflexivo para atuarem na vida profissional, pessoal e em sociedade.

Encontramos disciplinas de Estatística presente no currículo obrigatório de diversos cursos de graduação da UNIR. Novas pesquisas podem investigar se a Estatística nestes cursos tem sido utilizada de maneira interdisciplinar, como estas experiências ocorrem, quais os professores envolvidos, qual a metodologia de trabalho empregada, como os alunos utilizam as aplicações de métodos estatísticos em suas áreas específicas e quais os resultados alcançados na formação destes indivíduos.

A pesquisa também nos revela desdobramentos possíveis para outros estudos dessa natureza. Por exemplo, explorar novas possibilidades de projetos colaborativos durante o curso, envolvendo todas as disciplinas, assim poderia ser pesquisado se a prática comum entre todos os docentes de convidarem os alunos a participar ativamente do currículo teria potencial de mudar a estrutura do curso de Engenharia Ambiental.

Além do curso de Engenharia Ambiental, vários docentes e diversos projetos pedagógicos dos cursos da UNIR revelam preocupação com a questão ambiental. O curso de Geografia e Ciências Biológicas possuem a disciplina Educação Ambiental. O curso de Química oferece a disciplina de Química Ambiental. O curso de Engenharia Elétrica possui a disciplina de Ciências Ambientais. A Pedagogia trabalha no quarto período a Educação Ambiental e do Campo. O curso de Física, que nasceu junto com o de Engenharia Ambiental, teve influência deste e traz no seu projeto político pedagógico a intenção de estudar a questão ambiental e discutir a questão energética, além de apresentar a disciplina de Física Ambiental. O curso de Administração possui as disciplinas de Economia do Meio-ambiente e Sustentabilidade do Desenvolvimento, que relacionam aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Acreditamos que possíveis pesquisas interdisciplinares possam surgir relacionando mais profissionais interessados pela temática. Sugerimos especificamente o envolvimento de docentes do curso de Direito e Ciências Sociais, que poderiam colaborar com projetos futuros, visto que o curso de Direito possui na disciplina de Direito Ambiental I e Direito Ambiental II o objetivo de analisar aspectos gerais do Direito Ambiental no Brasil e no mundo; Descrever as políticas públicas do meio ambiente no Brasil; Analisar as competências do Estado às questões relacionadas ao Meio ambiente e, esta troca de conhecimentos poderia proporcionar uma melhor formação para os envolvidos (UNIR, PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DO CURSO DE DIREITO, 2010).

O curso de Ciências Sociais estuda como principais campos de análise o poder, as elites, Estado, nação, soberania, sociedade civil e participação, representação política, burocracias, governo, executivos, legislativos, políticas públicas, políticas sociais, a constituição da autoridade democrática, a construção institucional, cidadania, corporativismo, gênero, minorias, questão ambiental, entre outros, e também poderiam acrescentar elementos para a discussão e compreensão da questão ambiental (UNIR, Curso de Ciências Sociais, 2006).

Percebemos que estes projetos colaborativos podem ser trabalhados com mais frequência nesta instituição, pois houve grande aceitação por parte dos alunos e envolvimento dos docentes, o que estimulou uma formação mais completa para os futuros engenheiros. Outras Universidades poderiam aceitar o desafio de trabalharem com projetos de Modelagem Estatística a fim de contribuir com a expansão de pesquisas nesta área e observar seu potencial nos processos educacionais e sociais.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, propomos investigar como o uso de projetos de Modelagem Estatística no âmbito da Educação Estatística Crítica pode contribuir para a formação integral do Engenheiro Ambiental.

Consideramos que o conhecimento produzido neste trabalho vai ao encontro das contribuições apontadas pelos pesquisadores já citados nesse estudo que investigaram outros cursos ou níveis de ensino, e acreditamos que este possa se tornar inspiração para os docentes do Ensino Superior, não apenas daqueles que ensinam Estatística para a Engenharia Ambiental.

Com esta pesquisa, apontamos benefícios e oportunidades existentes na metodologia de projetos como proporcionar a interação entre estudantes e professores, aumentar o diálogo em sala de aula e permitir um ensino que prepare o aluno para enfrentar situações e problemas novos, interligados a sua área de atuação.

O Ensino Superior carece da criação de condições favoráveis de mediação pedagógica que levem à promoção da aprendizagem dos conteúdos, e que sejam igualmente capazes de estabelecer movimentos de aproximação entre os graduandos e os objetos de conhecimentos relacionados ao exercício de sua futura profissão.

Diferentemente de um curso tradicional de Estatística que, segundo Jacobini (1999, p. 13) “não induz o aluno a pensar no por que do estudo da Estatística, mas apenas a como aplicar as fórmulas relacionadas com as técnicas estatísticas”, a disciplina de Estatística II a partir de projetos e da Educação Estatística Crítica utilizou-se das experiências, interesses e objetivos dos estudantes contribuindo para além de aprenderem a aplicar fórmulas prontas e acabadas, mas conjecturar hipóteses na busca de soluções e interpretações.

A proposta adotada rompeu com o modelo reprodutivo em que, segundo Grácio e Garrutti (2005), o professor de Estatística apenas executa um programa que já está pronto. Nesta pesquisa, a prioridade foi a construção de um curso que trabalhasse o instrumental estatístico mais pertinente à área de atuação do Engenheiro Ambiental, considerando o seu desenvolvimento profissional, acadêmico e pessoal.

A proposta se tornou possível quando o professor deixou de ser um transmissor de conteúdos e tornou-se um orientador do processo de aprendizagem, estimulando que os alunos passassem de receptores passivos para sujeitos nesse processo (HERNANDÉZ, 1998).

A partir das situações criadas, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar o processo de tomada de decisões a partir do trabalho com dados reais e investigações estatísticas. Para chegar à solução de problemas específicos do seu futuro campo de trabalho eles tiveram condições de exercer sua cidadania com maior senso crítico e assim, estarem mais preparados para participarem efetivamente na sociedade em que vivem.

Como eles vivenciaram o processo de tomada de decisões, compreenderem o real papel da Estatística neste processo e, além disso, os projetos ofereceram as condições necessárias para eles buscarem caminhos, tornando possível que os alunos voltem a reaplicá-los na sua vida profissional.

Houve também mudança na concepção do aluno como mero acumulador de informações desarticuladas para participante da construção de seu conhecimento, ativo, capaz de estabelecer relações com a vida, com as situações e fenômenos que a caracterizam, para poder desenvolver competências de análise crítica e intervir na realidade no qual ele está inserido.

Os alunos se envolveram e perceberam o desafio de execução da proposta da disciplina, fazendo com que ela ultrapassasse as paredes da sala de aula, no momento em que os alunos e docentes do curso interagiram em um trabalho colaborativo que permitiu ampliar os conhecimentos de ambos para desenvolver um trabalho mais contextualizado.

A disciplina de Estatística II deixou de ser uma disciplina isolada do curso, pois assumiu um caráter interdisciplinar, tendo a finalidade de promover a inserção dos alunos em ambientes que reproduzem situações de pesquisa da área ambiental.

Este trabalho promoveu a participação ativa e consciente do aluno, deslocando-se da ênfase tradicional nas fórmulas, cálculos e procedimentos, para um processo de investigação que articulou temas de interesse do aluno e mobilizou diferentes saberes.

Este ambiente permitiu trabalhar outros conceitos além dos presentes na grade curricular do curso de Engenharia Ambiental, enriquecendo assim, as aulas da disciplina.

Os alunos aumentaram sua capacidade de formular boas questões e resolvê-las, o que contribuiu para bom desempenho e a atitude favorável dos alunos com relação à disciplina.

Os projetos auxiliaram na compreensão de sua realidade social, na capacidade de resolverem problemas, para o estudo e compreensão dos fenômenos do mundo que os rodeia, o que lhes trouxe um sentimento de responsabilidade perante a sociedade e a vontade e disposição para nela intervir.

Os alunos entenderam que conceitos estatísticos são necessários no planejamento e na elaboração de relatórios de pesquisa e na análise crítica de pesquisas e artigos científicos publicados em livros, revistas e periódicos.

Os alunos se interessaram em conhecer mais produções científicas e projetos de pesquisa que utilizam Estatística e sejam relevantes à sua área de formação. Alguns deles, por iniciativa própria, encaminharam seus trabalhos para eventos científicos e obtiveram bons resultados nas suas submissões.

Os alunos aprimoraram a capacidade de trabalhar em equipe, resolvendo internamente seus problemas, ouvindo outras opiniões, admitindo pontos de vista contrários, negociando, agindo eticamente e aceitando compromissos e responsabilidades. Esta capacidade de trabalhar em equipe na solução de problemas, na elaboração e na realização de projetos seguramente será necessária à sua vida profissional.

Esse processo de socialização será requerido no seu ambiente de trabalho para promover a sua incorporação e identificação nas práticas e rotinas institucionalizadas nos grupos de trabalho.

Não omitimos que ocorreram divergências entre os participantes do grupo, mas as opiniões diferentes também enriqueceram os trabalhos, pois surgiram alternativas criativas e abordagens originais para os problemas tomados. Dessa forma, tornou-se produtivo trabalhar em grupo e a Universidade tornou-se “[...] um locus de conflito, pois produzir saber exige o debate de idéias” (LUCCHESI, 2002, p. 99)

Com o tempo, houve amadurecimento dos participantes e eles acabaram criando um ambiente em que as ideias puderam ser discutidas livremente. Eles foram incentivados pelo professor a oferecerem sugestões variadas, e quanto mais sugestões, mais formas novas e efetivas de resolver os problemas surgiram. As ideias de diferentes alunos foram aproveitadas, mesmo que modificadas por outros

integrantes do grupo o que permitiu com que juntos colaborassem na realização do projeto.

Sua comunicação foi aprimorada, pois se expressaram melhor para interagir no grupo, para defender seus pontos de vista ao confrontá-los com os dos colegas. Praticaram o levantamento, a organização e a interpretação dos dados de modo eficaz, compreenderam as limitações das inferências estatísticas, bem como desenvolveram maior autonomia ao tomarem suas próprias decisões, sem a dependência do professor.

As informações precisaram ser analisadas estatisticamente e criticamente interpretadas, o que levou ao futuro engenheiro ambiental valorizar a presença da Estatística tanto na sua formação acadêmica, quanto pessoal.

Segundo Batanero e Godino (2005), o papel da Estatística na sociedade moderna se destaca por prover ferramentas metodológicas para análise dos dados, para descrição e quantificação do relacionamento de variáveis, para o planejamento e análise de estudos e experimentos, para estimativas e tomada de decisões em situações de incerteza. Esses aspectos foram visivelmente trabalhados no ambiente de modelagem estatística proposto no trabalho com projetos.

Podemos argumentar que o trabalho com projetos realizado contribuiu de forma efetiva para a formação de um profissional com visão sistêmica e holística, capacitado a assumir posições estratégicas no mercado de trabalho, bem como para atuar responsavelmente na sociedade. Ademais, ressaltamos a necessidade de uma Educação Estatística Crítica que priorize o conhecimento estatístico a partir das preocupações sociais, ambientais, políticas e econômicas atuais, destacando a articulação dos conteúdos estatísticos às áreas de atuação dos diferentes cursos de graduação, de modo a promover o interesse e a participação ativa do aluno.

Apontamos como outras possibilidades de estudos, formular novas propostas para o ensino de Estatística em diferentes cursos de graduação de Engenharia, Administração, Economia buscando atender o perfil de exigência profissional que as demandas sociais de uma sociedade em constante evolução determinam.

A participação dos diversos docentes e alunos envolvidos nos projetos geraram uma vivência de cumplicidade e cooperação entre eles que foi possível graças ao interesse de todos em aprenderem juntos.

Avaliar a participação dos alunos foi uma tarefa gratificante no processo de aprendizagem, em que o docente pesquisador refletiu também sobre seu próprio

crescimento. Os alunos valorizaram o aprendizado, a colaboração entre os indivíduos participantes, as potencialidades da pesquisa desenvolvida, e neste processo, a nota deixou de ser a parte central do trabalho.

A atmosfera criada nos encontros extraclasse foi propícia para o trabalho de projetos, onde o professor pôde acompanhar de perto os trabalhos, estimular os avanços alcançados pelos alunos, contar com a colaboração de outros docentes do curso de Engenharia Ambiental, o que visivelmente despertou neles a motivação necessária para construir sua própria aprendizagem em parceria com seus colegas e os professores envolvidos.

Com entusiasmo, os alunos participaram ativamente dos projetos de Modelagem Estatística e adquiriram conhecimentos voltados à formação profissional e cidadã a partir do desenvolvimento de três competências: a literacia estatística, o pensamento estatístico e o raciocínio estatístico. O pensamento reflexivo foi alcançado tornando-os capazes de compreender, criticar e avaliar as situações reais presentes nos projetos e oferecendo ao aluno a oportunidade de atuar de forma crítica, ponderada e reflexiva no grupo social em que vive.

A partir dos resultados obtidos, esperamos contribuir com o planejamento e a implementação de novas ações que se efetivem ao longo do curso de Engenharia Ambiental da UNIR que proporcionem a esses estudantes espaços para vivenciar uma formação mais humana e estreita com sua área de atuação.

Encorajamos os professores do Ensino Superior a elaborarem e executarem propostas e estratégias de Educação Estatística diferenciadas que privilegie a investigação de aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais, buscando uma formação plena dos educandos.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____ aluno(a) da disciplina Estatística II, no curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia, fui convidado(a) pelo professor Dilson Henrique Ramos Evangelista, aluno do Doutorado em Educação Matemática da UNESP - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, a participar de sua pesquisa, permitindo a realização de uma proposta de ensino diferenciada, na tentativa de oferecer a nós, uma alternativa didática alternativa, utilizando conceitos de Estatística através de projetos de modelagem.

Estou ciente de que as atividades ocorrerão sem ônus para alunos, professores e para a Instituição. Estas ocorrerão no horário normal de aula e atendimentos extraclasse.

Sinto-me esclarecido(a) em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa uma vez que reconheço sua importância e as possíveis contribuições que poderá trazer ao nosso processo de formação e ao processo de ensino-aprendizagem de estatística.

Autorizo a gravação de áudio durante as aulas e atendimentos, conforme os pesquisadores acharem conveniente. Autorizo também a publicação de imagens (fotos e vídeo) da participação neste projeto e estou ciente de que a divulgação das imagens será realizada estritamente no âmbito acadêmico (na própria apresentação da tese e em congressos, simpósios, encontros da área de Educação).

Finalmente, fui informado(a) que nenhum participante da pesquisa terá seu nome mencionado em momento algum desta.

Sinto-me esclarecido(a) acerca da proposta e concordo em participar desse trabalho.

Aluno(a)

REFERÊNCIAS

- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. *Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática*. (Coleção Tendências em Educação Matemática). Tradução Orlando Figueiredo. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2006.
- ALVES, D. *Sensopercepção em educação ambiental*. Brasília-DF: Inep, (Série Documental, n. 7). 1995.
- ANDRADE, M. M.; WODEWOTZKI, M. L. L. Articulando Educação Estatística e Modelagem Matemática em uma Investigação com o Ensino Médio. *Anais... XII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática*. Rio Claro-SP, 2008.
- ARA, A. B. *O ensino de estatística e a busca do equilíbrio entre os aspectos determinísticos e aleatórios da realidade*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 86f. 2006.
- ARA, A. B.; MUSETTI, A. V. Avaliação de uma nova metodologia no ensino da Estatística para o curso de Engenharia. In: *XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, 2001. *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, 2001.
- ARAÚJO, J. L. *Cálculo, tecnologias e modelagem matemática: as discussões dos alunos*. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2002.
- ARAÚJO, J. L. *Educação Matemática Crítica Reflexões e Diálogos*. Belo Horizonte, MG: Argumentum, 2007.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. *XIII International Conference on Engineering and Technology Education – INTERTECH*. 2014.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. *Bolema*, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sociocrítica. In: *SIPEM- Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática*, 2., 2003, Santos. *Anais*. São Paulo: SBEM, 2003.
- BARBOSA, J. C.. Modelagem matemática na sala de aula. Erechim: *Perspectiva*, 2012. Disponível em: <http://joneicb.sites.uol.com.br/publi.html>. Acesso em: 14 Jul. 2013.
- BATANERO, C. *Didáctica de la Estadística*. Granada. Universidad de Granada, ESP, 2001.
- BATANERO, C. *¿Hacia dónde va la educación estadística?* 2004. Disponível em: <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/BLAIX.htm>. Acesso em: 11 jul. 2012.

BATANERO, C. Significados de la probabilidade en la educación secundaria. *Relime - Revista Latinoamericana de Investigación en Educación en Matemática Educativa*, Volume 8(3,) 247-263, 2005.

BATANERO, C. Educación Estadística en la matemática escolar: retos para la enseñanza y la formación del profesor (documento de discusión). *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, dezembro de 2006 – n. 8, p. 63-75.

BATANERO, C. Sentido estadístico. Componentes y desarrollo. *I Conferência Virtual no ensino de estatística, probabilidade e Combinatória*: Granada, 2013.

BATANERO, C.; DÍAZ, C. El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. In ROYO J. P. (Ed.), *Aspectos didácticos de las matemáticas*. Zaragoza: ICE. 2004. pp. 125-164. Disponível em <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/ICE.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2013.

BATANERO, C.; DÍAZ, C. J.; CONTRERAS M.; ARTEAGA, P. Enseñanza de la estadística a través de proyectos. In: *Estadística con Proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática. 2011. Disponível em <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2013.

BATANERO C.; DIAZ C. Análisis de los proyectos presentados. In *Estadística con Proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática. 2011. Disponível em <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>. Acesso em 05 dez 2014.

BATANERO, C.; GODINO, J. D. Perspectivas de la educación estadística como área de investigación. In.: LUENGO R. (Ed.), *Líneas de investigación en Didáctica de las Matemáticas* p. 203-226. Badajoz. Universidad de Extremadura, 2005.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 3.ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BÔAS, S. G. V. As rodas de conversa na formação com professores(as) de jovens e adultos: palavras ditas e conceitos matemáticos. In: XI Seminário nacional o uno e diverso na educação, 2011, Uberlândia. XI Seminário nacional o uno e diverso na educação, 2011.

BOAVIDA, A M.; PONTE, J. P. Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In GTI (Org), *Reflectir e investigar sobre a prática profissional* p. 43-55. 2002. Lisboa: APM. Disponível em [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt%5C02-Boavida-Ponte\(GTI\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt%5C02-Boavida-Ponte(GTI).pdf). Acesso em: 07 mar. 2012.

BOARIA, F.; ANJOS, S. J. G. Revenue Management a Gestão de Receitas na hotelaria em Foz do Iguaçu – PR. *Revista Turismo - Visão e Ação*, v. 16 n.1 – 2014. Disponível em <http://www6.univali.br/seer/index.php/rtva> Acesso em 23 mai. 2015.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus, cap. 5. p.127-148. 2011.

BORDOGNA, J. Systemic change for engineering education: integrated trends in the United States. *International Journal of Engineering Education*. v.9, n. 1, p. 51-55, 1993.

BORTONI, S. F.; PEREIRA, R. O. *Lista de revistas científicas nacionais*, 2012. Disponível em <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Revistas-Nacionais-vers%C3%A3o-final1.pdf>. Acesso em 05 fev. 2012.

BRASIL. Lei 5.194, de 24 de Dezembro de 1966. *Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo*, e dá outras providências. 1966.

BRASIL. Ministério de Educação Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Brasília/DF, 1996.

BRASIL. Ministério de Educação. Lei 9.795 de 27 de maio de 1999. *Proposta de diretrizes curriculares nacionais para Educação Ambiental*. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CES. Parecer n. 583, de 4 de abril de 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CES. Parecer n. 1362, de 11 de dezembro de 2001. *Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia*. Brasília, DF, 2001b. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

BRASIL. Senado Federal. *Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Brasília: SF, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. *Políticas de melhoria da qualidade da educação: um balanço institucional*. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Programa Nacional de Educação Ambiental*. Brasília: MMA, 2004.

BRASIL. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia A Resolução CONFEA nº 1.010, de 22 de agosto de 2005. Disponível em <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/1010-05.pdf>> Acesso em 9 jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CES. Resolução n. 11, de 11 de março de 2002. *Institui Diretrizes Curriculares dos Cursos de graduação em Engenharia*. Brasília, DF. 2002. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

BRASIL. *Orientação para as Diretrizes Curriculares dos cursos de graduação*. Brasília, DF, 2001a. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

BRASIL. Ministério de Educação. Portaria n. 1.693, de 05 de dezembro 1994. *Cria a área de Engenharia Ambiental*. 1994. Disponível em

http://www.em.ufop.br/deamb/arquivos/PORtMEC1693_94.pdf . Acesso em 04 mar. 2014.

BRENDEFUR, J.; FRYKHOLM, J. Promoting mathematical communication in the classroom: Two perspectives teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 2000, 125-153.

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. In: I EPMEM – Anais I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, 2004, Londrina, PR, 2004. p. 1-8.

CAMPOS, C. R. *A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da Estatística em cursos de graduação*. Tese de doutorado. Rio Claro, SP: UNESP. 2007.

CAMPOS, C. R.; JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L.; FERREIRA, D. H. L. Educação Estatística no contexto da Educação Crítica. *Bolema*. Boletim de Educação Matemática (UNESP-Rio Claro), v. 24, n. 39, p. 473-494, ago. 2011.

CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. A educação estatística, a modelagem matemática e a educação crítica: um projeto, *Rev. Teoria e Prática da Educação*, v.10, n. 3, p. 321-331, set./dez. 2007. Disponível em <http://www.dtp.uem.br/rtp/volumes/v10n3/001.pdf> Acesso em 10 fev. 2011.

CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. *Educação Estatística - teoria e prática em ambientes de modelagem matemática*. 1. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2011.

CANTÓIA, S. F. *Educação Ambiental e Coleta seletiva em Presidente Prudente-SP*. Avaliando seus resultados no Conjunto Habitacional Ana Jacinta. Dissertação (Mestrado em Geografia), UNESP, Presidente Prudente, 2007.

CARBONELL, J. *A aventura de inovar: a mudança na escola*. (Coleção Inovação Pedagógica). Porto Alegre: Artmed, 2002.

CARVALHO, I. C. de M. *Educação Ambiental: A Formação do Sujeito Ecológico*, 256 págs, Cortez Editora. 1983.

CAZORLA, I.; SILVA, C.; VENDRAMINI, C.; BRITO, M.. *Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Estatística*. Anais da Conferência Internacional: Experiências e perspectivas do ensino de Estatística, desafios para o século XXI, Florianópolis: ABE, 1999.

CIFUENTES, J. C.; NEGRELLI, L. G. Uma Interpretação Epistemológica do Processo de Modelagem Matemática: implicações para a matemática. *Bolema*. Boletim de Educação Matemática (UNESP. Rio Claro. Impresso), v. 26, p. 19-43, 2012.

COCIAN, L. F. E. *Descobrendo a engenharia: a profissão*. Canoas: ULBRA, 2009.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (Rio de Janeiro: 1992). Brasília: Senado Federal, *Subsecretaria de Edições Técnicas*, 2001.

CORDEIRO, J. S.; GIORGETTI, M. F. Resolução 48/76 do CFE - Ultrapassada ou mal utilizada? *Revista Engenharia*, Instituto de Engenharia/SP. n.514, p.42-46. 1996.

CORDEIRO, J. S. Estrutura Curricular e Propostas Inovadoras. *Engenheiro 2001*. 1996. Disponível em: <http://www.engenheiro2001.org.br/programas/971228a1.htm> Acesso em 15 nov. 2010.

CURY, H. N. Cobenge e ensino de disciplinas matemáticas nas engenharias: um retrospecto dos últimos dez anos. In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, 30, 2002, Piracicaba. Anais. Piracicaba: UNIMEP, 2002. CD-ROM.

D'AMBRÓSIO, B. S. *Formação de Professores de Matemática para o Século XXI: O Grande Desafio*. Vol. 4, n. 1, p. 35, 1993. Disponível em: <http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/10-artigos-d%5C'ambrosiobs.pdf>. Acesso em 10 jul. 2014.

D'AMBRÓSIO, U. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. 2. ed. São Paulo: Summus, 1986.

D'AMBRÓSIO, U. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Athena, 1997.

D'AMBRÓSIO, U. A interface entre história e matemática: uma visão histórico-pedagógica. In: FOSSA, J. A. (org.). *Facetas do Diamante: ensaios sobre educação matemática e história da matemática*. Rio Claro – SP: Editora da SBHMAT, 2000.

D'AMBRÓSIO, U. Etnomatemática e educação. In: KNIJNIK, G.; WANDERER, F.; OLIVEIRA, C. J. *Etnomatemática: currículo e formação de professores*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004. p.39-52.

D'AMBRÓSIO, U. *Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica. 2007.

D'AMBRÓSIO, U. *Educação Matemática da teoria à prática*. 16. ed. Campinas: Papirus, 2008.

D'AMBRÓSIO, U. *Educação para uma sociedade em transição*. Natal: EDUFRN, 2011.

DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

DIAS SOBRINHO, J. *Universidade e avaliação: entre a ética e o mercado*. Florianópolis: Insular, 2002.

DIAS, G. F. *Educação ambiental: Princípios e Prática*. São Paulo: Editora GAIA. 2001. 552p.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus, 1995.

FERNANDES, S.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. Aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares no ensino superior: implicações ao nível do trabalho docente. In *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (PAEE'2012): Organizing and Managing Project Based Learning Challenges, São Paulo, 26-27 July, 2012. p. 227-236.

FERRARI, A. H. *Educação ambiental em escolas de ensino fundamental da rede municipal de Araraquara: do projeto político-pedagógico à sala de aula*. 2009. 221 f. Dissertação (Mestrado em Educação escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara - SP.

FILHO, J. F. do P. *Orientações ao aluno de Engenharia Ambiental*. Ouro Preto. 2013. Disponível em: http://www.em.ufop.br/deamb/arquivos/cartilha_eng_ambiental__PET.pdf. Acesso em: 19 out 2011.

FILHO, P. F.; DIAS, T. C. M. Uma Proposta de Metodologia para o Ensino de Estatística nos Cursos de Engenharia. In: *XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Curitiba, 2007.

FIORENTINI, D. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente? In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (orgs.). *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 47-76.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. (Coleção Formação de Professores). Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2006. 226 p.

FRANKLIN, C. et al. Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report: a pré-k-12 curriculum framework. *Alexandria/VA*: ASA, 2007. Disponível em http://www.amstat.org/Education/gaise/GAISEPreK-12_Full.pdf. Acesso em: 05 set. 2014.

FRAUCHES, C.C. *Diretrizes curriculares para os cursos de Graduação*. Brasília: ABMES Editora, 2008.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

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

FREIRE, P. *Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: UNESP, 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 36. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GAL, I. Adult's Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities – Appears. *Internacional Statistical Review*, Espanha, v.70, n.1, p. 1-33, 2002.

GAL, I.; GARFIELD, J. Assessment and Statistics Education: current challenges and directions. *International Statistical Review*, 1999, 67. 1. 1-12p.

GOMES, J. P.; PEDROZA, J. P.; NETO, J. M. M.; AZEVEDO, H. M.; CIRNE, L. E. M. R. Projeto pedagógico do curso de engenharia agrícola e ambiental da Universidade Federal de Campina Grande. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 30, n. 2, p 3-13, 2011.

GONÇALVES, C. W. P. *Os (Des) Caminhos do Meio Ambiente*. São Paulo: Contexto, 1990.

GRÁCIO, M. C. C.; GARRUTTI, E. A. A. Seleção de conteúdos estatísticos para a educação: Uma análise de dissertações e teses. *Educação Matemática em revista - SBEM*. 2005.

GROENWALD, C. L. O. Trabalhando com o tema educação ambiental, na matemática, através de projetos de trabalho, no ensino fundamental. In: *VIII Encontro Nacional de Educação Matemática*, 2004, Recife. v. 1. p. 1-12.

HABERMAS, J. *Teoría da La Acción Comunicativa II: Crítica de La Razón Funcionalista*. Madrid: Taurus, 1999.

HATANO, G., INAGAKI, K. Sharing Cognition Through Collective Comprehension Activity. In RESNIK, L.; LEVINE, J; TEASLEY, S. (Eds), *Perspectives on Socially Shared Cognition*. (p.331-348). American Psychology Association. Washington. 1993.

HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Trad. Jussara H. Rodrigues. Porto Alegre: Artmed, 1998. 238 p.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. *A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HOLMES, P. Assessing project work by external examiners. In GAL, I.; GARFIELD, J. B. (Orgs.), *The assesment challenge in statistics education* (p. 153-164). Voorburg: IOS Press, 1997.

HOLMES, P. What sort of statistics should be taught in schools: And why? In LOUREIRO, C.; OLIVEIRA, F.; BRUNHEIRA, L. (Orgs.). *Ensino e aprendizagem da estatística*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Estatística e Associação dos Professores de Matemática. p. 49-56, 2000.

JACOBINI, O. R. *A modelação matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação*. 1999. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

JACOBINI, O. R. *A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula*. 2004. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

JACOBINI, O. R., WODEWOTZKI, M. L. L. Uma Reflexão sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática Crítica. *Bolema*, Rio Claro, v. 19, n. 25, p. 71-88, 2006.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. v.38, n.3. p.302-310, 2006.

KUENZER, A. Z. (org.). *Ensino médio – construindo uma proposta para os que vivem do trabalho*. São Paulo: Cortez, 2000.

LEFF, E. *Saber Ambiental*. Petrópolis-RJ: Vozes, 2001.

LEFF, E. *Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

LIMA, G. F. da C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de, (Orgs). *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez, 2002.

LINS, R. C. *Educação Matemática e Consumo Sustentável*, Rio Claro: IGCE/UNESP: CECEMCA. 2005.

LOGAREZZI, A. Educação Ambiental em resíduo: uma proposta de terminologia. In: CINQUETE, H.C.S., LOGAREZZI, A. (Org.) *Consumo e Resíduos - Fundamentos para o Trabalho Educativo*. São Carlos: EdUFSCar, 2006. Disponível em http://www.ufscar.br/consusol/arquivos/uma_proposta_de_terminologia.pdf Acesso em 17 mar 2012.

LOPES, C. A. E. *O conhecimento profissional dos professores e suas relações com estatística e probabilidade na educação infantil*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

LOPES, C. A. E. Literacia estatística e INAF 2002. In: FONSECA, M. C. F. R. (Org.). *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas*. São Paulo: Global, 2004. p. 187-197.

LOPES, C. A. E. Os desafios para educação estatística no currículo de matemática. In: LOPES, C. E. et al. *Estudo e reflexões em educação estatística*. Campinas: Mercado das Letras, 2010. p. 47-64.

LOPES, T. M. *A educação ambiental nos anos finais do ensino fundamental em uma escola do campo: um estudo sobre as práticas escolares*. 2013. 147 f., Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara. 2013.

LOPES, C. A. E. Reflexões teórico-metodológicas para a Educação Estatística. In: LOPES, C. A. E.; CURTI, E. (Org.). *Pesquisas em Educação Matemática: um encontro entre a teoria e a prática*. São Carlos: Pedro & João Editores, pp. 67-86. 2008.

LORENZETTI, L. *Estilos de pensamento em educação ambiental: uma análise a partir das dissertações e teses*. 2008. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2008.

LOUREIRO, C. F. B. *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LOUREIRO, C. F. B. Problematizando conceitos: contribuições à práxis em educação ambiental. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). *Pensamento complexo, dialética e educação ambiental*. São Paulo: Cortez, 2006. Cap. 4, p. 104-161.

LUCCHESI, M. *A universidade no limiar do terceiro milênio: Desafios e Tendências*. Editora Universitária: Leopoldiano, 2002.

LÜCK, H. *Metodologia de projetos: uma ferramenta de planejamento e gestão*. Petrópolis: Vozes, 2003.

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas*. 6 ed. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, M. M. R. *Compreensão e interpretação da reflexão na formação de professores estudo em professores da FADEUP*. Porto: Dissertação (Mestrado) Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. 2010.

MASETTO, M T. Atividades Pedagógicas no cotidiano da sala de aula universitária: reflexões e sugestões práticas. In: CASTANHO; CASTANHO (orgs). *Temas e textos em Metodologia do Ensino Superior*. SP: Papyrus, 2001.

MASETTO, M. T. *Competência pedagógica do professor universitário*. São Paulo: Summus, 2003.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ, J. R. A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). Anais: XL – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém. UFPA, 2012.

MENDES C. R.; ALVES R. L. Uma proposta de ensino de estatística através de projetos: um desafio para sala de aula. VII EPEM. Anais VII EPEM. São Paulo, 2004. Disponível em http://miltonborba.org/CD/Interdisciplinaridade/Anais_VII_EPEM/co.html. Acesso em: 9 mar 2011

MENDONÇA, L. O. *A Educação estatística em um ambiente de modelagem matemática no ensino médio*. 233 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2008.

MENDONÇA, M. C. D. *Problematização: um caminho a ser percorrido em educação matemática*. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

MEYER, J. F. C. A. Entrevista. In: *Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*, 5, 2007, Ouro Preto. Anais Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007.

MINICUCCI, A. *Dinâmica de Grupo: teorias e sistemas*. São Paulo: Atlas, 1982.

MISKULIN, R. G. S.; NACARATO, A. M., PASSOS, C. L. B.; LOPES, C. A. E.; FIORENTINI, D.; BRUN, E. D.; MEGID, M. A.; ROCHA, L. P.; FREITAS, M.T. M.; MELO, M. V.; GRANDO, R. C. Pesquisas sobre trabalho colaborativo na formação de professores de Matemática: Um olhar sobre a produção do Prapem/Unicamp. In FIORENTINI D.; NACARATO, A. M. (Orgs.). *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*, p. 196–219. São Paulo: Musa, 2005.

MISKULIN, R. G. S.; PEREZ, G., SILVA, M. R. C., MONTREZOR, C. L.; SANTOS, C. R.; TOON, E.; FILHO, P. A. L.; SANTANA, P. H. O. Identificação e Análise das Dimensões que Permeiam a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Aulas de Matemática no Contexto da Formação de Professores. *Boletim de Educação Matemática*, vol. 19, núm. 26, 2006, p. 1-16.

MORAES, M. C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: VON LINSINGEN, I. et al. (orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 53-66.

MOORE, D. *A Estatística Básica e sua prática*. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2000.

MOORE, D. Teaching statistics as a respectable subject. In GORDON, F. e GRODON, S. (Eds.), *Statistics for the twenty-first century*. Washington, DC: The Mathematical Association of America, p. 14-25, 1992.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre. 2010.

MORUZZI, R. B.; MORUZZI, A. B. A transversalidade como princípio pedagógico no ensino superior de engenharia: o ProGAMAR da Engenharia Ambiental da UNESP-Campus de Rio Claro. *Revista de Ensino em Engenharia*, v. 29, n. 1, 2010.

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. *Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais*. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. *Hidrologia Estatística*. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.

OLIVEIRA, L. F. C. de; FIOREZE, A. P. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 15, n. 1, jan. 2011.

OLIVEIRA, M. *Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária*. Campinas, SP, Brasil, 1999. 120 p.

OLIVEIRA, V. F. Educação em Engenharia no Brasil: Breve Retrospecto. In: *Uma proposta para melhoria do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de Engenharia*. 2000. Tese (Doutorado) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. *Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE*. 2012. Disponível em <http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/ExpEng-RevAbenge.pdf>. Acesso: 02 mar 2013.

PAIS, A.; ALVES, A. S.; FERNANDES, E.; GERARDO, H.; AMORIM, I.; MATOS, J. F.; MESQUITA, M. O conceito de crítica em educação matemática e perspectivas de investigação. In: LUENGO, R. et al., *Investición matemática XII*. Badajoz: Sociedad Española de Investigación em Educación Matemática, SEIEM, 2008. p. 725-734.

PENEIREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L. A modelagem matemática aplicada às questões ambientais: uma abordagem didática no estudo da precipitação pluviométrica e da vazão de rios. *Millenium*, v. 42, p. 27-47, 2012.

PINTO, E. R.; RODRIGUES A. A. de A. *Proposta de aperfeiçoamento do ensino de probabilidade e estatística para os cursos da área de ciências exatas*. Diversa Prática. v. 1, n. 1 2012.

PONTE, J. P. da; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica. 2006.

PONTE, J. P.; FONSECA, H. A Estatística e as probabilidades no currículo. In LOUREIRO, C.; OLIVEIRA, F.; BRUNHEIRA, L. (Orgs.), *Ensino e aprendizagem da Estatística* (pp. 179-194). Lisboa: SPE, APM, DE FCUL e DEIOFCUL. 2000.

POPIOLSKI, A.; RICHIT, A.; TORTELLI, L. Dos primórdios da engenharia à criação do curso de engenharia ambiental da UFFS-Erechim. *Congresso Brasileiro de educação em engenharia - COBENGE*. 2013. Disponível em <http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/congresso/trabalhos.html>. Acesso em: 5 jul. 2012.

POWELL, A.; FRANCISCO, J.; MAHER, C. Uma abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. Tradução: Junior, Antonio Olímpio. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*. Rio Claro, SP: UNESP, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Ano 17, nº21, p. 81-140. 2004.

RAO, C. R. *Statistics and truth: putting chance to work*. 2 ed. Singapura: World Scientific, 1997.

RIBEIRO, L. R. C. *Radiografia de uma aula de engenharia*. São Carlos: EDUFSCar, 2007.

SAITO, C. H. Política Nacional de Educação e Construção da Cidadania: Desafios Contemporâneos. In: RUSCHEINSKY, A. (Org.) *Educação Ambiental: Abordagens Múltiplas*. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 47-60.

SAMPAIO, L. O. *Educação Estatística Crítica: uma possibilidade?* Rio Claro, 2010. 112f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010.

SÁNCHEZ NÚÑEZ, C. A. *Educación em valores interculturales*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias de La Educación. Universidad de Granada. Granada, 2006.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, L.; BROCARD J.; PIRES M.; ROSENDO A. I.. Investigações matemáticas na aprendizagem do 2º ciclo do ensino básico ao ensino superior. In: PONTE J. P et al. (Orgs) *Atividades de investigação na aprendizagem da matemática e na formação de professores*. (p. 83 – 106) Lisboa: SPCE, 2002.

SARTRE, J-P. *Reflexões sobre a questão judaica*. São Paulo: Europa do Livro, 1963.

SCHOENFELD, A. Ideas in the air: Speculations on small group learning, environmental and cultural influences on cognition, and epistemology. *Internacional Journal of Educational Research*, 13(1), 71-88. 1989.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA JUNIOR, G. B.; LOPES, C. E. A importância da Estatística na vida profissional de futuros engenheiros de produção. *Revista de Produção Discente em Educação Matemática*. São Paulo, v. 3 n. 2, p 50-65, 2014.

SILVA, C. *A perspectiva sociocrítica da modelagem matemática e a aprendizagem significativa crítica: possíveis aproximações*. 2011. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino da Matemática Universidade Estadual de Maringá, PR, 2011.

SILVA, C.; KATO, L. A. Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica? *Bolema. Boletim de Educação Matemática* UNESP. Rio Claro, v. 26, p. 45-66, 2012.

SILVA, D. S. Educação matemática crítica e a perspectiva dialógica de Paulo Freire: tecendo caminhos para a formação de professores. In: ARAÚJO, J. L. (Org.). *Educação matemática crítica: reflexões e diálogos*. Belo Horizonte: Argumentum, 2007. p. 49-59.

SILVA, L. A.; OLIVEIRA, A. M. P. As discussões entre formador e professores no planejamento do ambiente de modelagem matemática. In: *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro (SP), v. 26, n. 43, p. 1071-1101, ago. 2012.

SILVA, M. D. F. O uso da modelagem matemática no curso de elementos de cálculo para Engenharia Florestal. In: V CNMEM - *A Modelagem Matemática nas Diferentes Práticas Sociais*, Ouro Preto. 2008. v. 1. p. 706-721.

SILVEIRA, M. A. da. *A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional*. PUC-Rio, Sistema Maxwell. 2005. Disponível em: <<http://engeducs.files.wordpress.com/2011/08/47247937-livro-a-forma-do-engenheiro-inovador1.pdf>>. Acesso em 5. out 2011.

SKOVSMOSE, O.; PENTEADO, M. G. Trabalho com Projetos na Educação Matemática. In: *IX Encontro Nacional de Educação Matemática - ENEM*, 2007, Belo Horizonte. Anais do IX ENEM - Diálogos entre a pesquisa e a prática educativa, v. 1, 2007, p. 1-10.

SKOVSMOSE, O. *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

SKOVSMOSE, O. Competência democrática e conhecimento reflexivo em matemática. In MATOS et al. JF, editor, *Matemática e Realidade: Que Papel na Educação e no Currículo*. Lisboa: Seccção de Educação Matemática, Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação. 1995. p. 137-169. Disponível em www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/fdm/textos/skovsmose.doc. Acesso em: 07 mar. 2011.

SKOVSMOSE, O. Cenários para Investigação. In: *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Ano 13, n. 14, p. 66 – 91. 2000a.

SKOVSMOSE, O. Aporism and critical mathematics education. *For the learning of mathematics*, Kinston, v. 20, n. 1, p. 2-8, mar. 2000b.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. 2. ed. Campinas: Papirus, 2004. 160 p.

SKOVSMOSE, O. *Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

SKOVSMOSE, O. Convite para educação matemática crítica: educação matemática, cultura e diversidade. In: *Encontro Nacional de Educação Matemática/ENEM*, 10, 2010, Salvador, BA. Anais. Salvador: SBEM, 2010.

SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. 6. ed. Campinas, SP: Papirus, 2011.

SNEE, R. D. *What's missing in Statistical Education?* The American Statistician, 47(2), 1993. p. 149-154.

SOUZA, F. S.; COUTINHO, C. Q. S.; SOUZA, A. C. Educação Estatística: O Professor e o Livro Didático. *VI Encontro de Educação Matemática – EEMAT*, Universidade Federal Fluminense. Niterói. RJ 2014.

SOUZA, H. A.; RODRIGUES, E. F.; TRIBESS, A. A motivação dos estudantes de engenharia diante da atual conjuntura sócio-econômica brasileira. In: *COBENGE 2000*, 2000, Ouro Preto. Anais do COBENGE 2000. Ouro Preto: ABENGE, 2000.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. *Revista Brasileira de Educação*, n. 13, p. 5-24, jan./fev./mar./abr., 2000.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 3. ed. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2003.

UFSCar. Parecer CaG/CEPe nº 171/98. *Normas para criação e reformulação dos cursos de graduação*. Disponível em http://nexos.ufscar.br/~prograd/normas/criacao_reform.html. Acesso em 29 mai. 2011.

UNESCO. *Public Service Broadcasting: A best practices sourcebook*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2005. 143 p.

UNIR. *Projeto Político Pedagógico Ciências Sociais*. Porto Velho. 2006. 25 p. Disponível em: http://www.cienciassociais.unir.br/menus_arquivos/254_projeto_pedagogico.pdf. Acesso em: 14 mar. 2014.

UNIR. *Projeto Político Pedagógico Engenharia Ambiental*. Ji-Paraná. 2009. 57 p. Disponível em: http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/PPP_novo_aprovado.pdf. Acesso em: 4 mar. 2014.

UNIR. *Projeto Político Pedagógico do Curso de Direito*. Porto Velho. 2010. 29 p. Disponível em: <http://www.dcj.unir.br/arqs/ppp.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2014.

VENDRAMINI, C. M. M. Contribuições da Educação Estatística para a Educação Matemática. In: BRITO, M. R. F. (org.) *Solução de Problemas e a Matemática escolar*. Campinas: Alínea, 2006.

VIALI, L. Utilizando planilhas e simulação para modernizar o ensino de probabilidade e estatística para os cursos de engenharia. *Congresso Brasileiro de educação em engenharia - COBENGE*. 2001. Disponível em <http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM061.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2011.

VIALI, L. Utilizando recursos computacionais (planilhas) no ensino do cálculo de probabilidades. In: CURY, H. N. (Org.) *Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores: reflexões, relatos, propostas*. 1 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

VIALI, L. Aprender fazendo: como tirar proveito do computador para melhorar a aprendizagem da estatística. *IX ENEM*. Anais do IX ENEM, Belo Horizonte. 2007.

VIALI, L. O ensino de Estatística e Probabilidade nos cursos de Licenciatura em Matemática. *XVIII SINAPE* (Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística). 2008.

WENGER, E. *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. 2 reimpressão. New York: Cambridge University, 2001.

WODEWOTZKI, M. L. L., JACOBINI, O. R. O Ensino de Estatística no Contexto da Educação Matemática. IN: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. – 2. ed. Revisada – São Paulo: Cortez, 2005.