

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

THIAGO TROINA MELENDEZ

**MODELAGEM MATEMÁTICA E MANUTENÇÃO DE UMA
PROPRIEDADE RURAL AUTOSSUSTENTÁVEL**

PORTO ALEGRE

2013

Thiago Troina Melendez

**Modelagem Matemática e Manutenção de uma
Propriedade Rural Autossustentável**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientadora: Dr^a. Marilaine de Fraga Sant'Ana

Porto Alegre

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**MODELAGEM MATEMÁTICA E MANUTENÇÃO DE UMA
PROPRIEDADE RURAL AUTOSSUSTENTÁVEL**

THIAGO TROINA MELENDEZ

Comissão Examinadora

Prof.^a Dr.^a Andréia Maria Pereira de Oliveira

Prof. Dr. Francisco Egger Moellwald

Prof.^a Dr.^a Leandra Anversa Fioreze

*Este pequeno trabalho é dedicado
para alguém a qual todas as palavras do
vocabulário não são suficientes para expressar
sua grandiosidade. À minha mãe, Regina.*

AGRADECIMENTOS

Como é difícil agradecer individualmente cada pessoa sem temer esquecer algum nome tão importante quanto os demais... Por isso, mesmo que possa aparentar um pouco estranho para alguns, deixo aqui registrada minha gratidão a todos que contribuíram direta ou indiretamente na construção deste trabalho, seja pelo convívio rotineiro, seja pelo vínculo familiar, seja pela amizade, seja pelas relações profissionais.

Mesmo assim, alguns nomes e entidades não podem deixar de ser mencionados, como...

...a UFRGS, pela oportunidade de ensino gratuita e de qualidade;

...o PPGEMat, por toda organização do curso e pela ajuda administrativa prestada;

...o IF Farroupilha, onde leciono, por permitir a experimentação deste material;

...a Jussara e o Mauricio, pela parceria no estudo, no trabalho e na longa BR-290;

...a professora Marilaine, pela confiança, pelos conhecimentos e pela orientação;

...a minha namorada Anelise, meu anjo, por tornar meus dias mais felizes;

...a minha irmã Thaise, por ser companheira de toda uma vida;

...o meu saudoso pai, que acompanhou esta caminhada de algum lugar especial;

...a minha querida mãe, a quem sou grato por tudo, do princípio até este exato instante.

RESUMO

Este trabalho descreve uma experiência de ensino em turmas do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, realizada na Região Oeste do Rio Grande do Sul. A necessidade de saber integrar conhecimentos matemáticos com os conhecimentos de outras disciplinas, especialmente as agrárias, motivou a concepção e aplicação desta atividade, na qual os alunos teriam que desenvolver um modelo de propriedade rural sustentável. Utilizamos um cenário para investigação como ambiente para a atividade, seguindo os conceitos de Skovsmose, de modo que o processo de Modelagem Matemática de Bassanezi, Biembengut & Hein, e Kaiser, considerando suas particularidades, pudesse ser inserido em nossa aula. A Modelagem no Ensino, seguindo a sistematização de Kaiser, indica que aspectos da Modelagem Realista, Modelagem Sócio-crítica e da Modelagem Didática mostram-se pertinentes aos nossos objetivos pedagógicos, auxiliando na elaboração da proposta didática que aplicamos para cerca de 120 estudantes. Acreditamos que sua aplicação contribuiu diretamente para o sucesso de nossa intenção principal, que é o de viabilizar a integração dos conhecimentos adquiridos nas diferentes disciplinas do curso. O processo de construção dos modelos de propriedades confirmou a importância de aplicar os saberes da Matemática em outras áreas, e acreditamos que o aprendizado tenha sido mais efetivo neste contexto no qual o paradigma do exercício assume papel secundário. Pretende-se ainda que esta ideia possa ser aplicada em outros espaços educacionais.

Palavras-chave: Modelagem Matemática no Ensino. Cenários para Investigação. Educação Matemática Crítica. Interdisciplinaridade. Educação em Ciências Agrárias.

ABSTRACT

This paper describes a Mathematics teaching experience in groups of Agricultural Technical Course, integrated with High School, on Western Area of Rio Grande do Sul State. The need of learn how to integrate mathematical knowledge with other courses, speacialy agrarian fields, motivated the conception and experiment of our activity presented in this document, where the students had to create models of self-sufficient farm properties. We used a landscape space to make investigations based on the theories of Skovsmose, so that the ideas of Mathematical Modeling of Bassanezi, Biembengut & Hein and Kaiser, considering their particularities, could be inserted in our class activity. The Modeling of teaching purpose, according Kaiser's classification, shows that the Realistic, Social-critical and Didactical Modeling perspectives are the most attractive to our pedagogical objectives, helping us on didactical proposition development process used in the experiment made with around 120 students. We defend that their application contributes directly for success of our meaning goal, that is enable an integration of concepts from different courses. The process of construction of those farm property models confirmed the importance of students be capable to use mathematical knowledge inside other fields, and we believe that the learning had been more effective in this context when the exercise paradigm goes to a second plan. We pretend that this idea could be applied in others educational classes.

Keywords: Mathematical Modeling for teaching. Investigative Landscape. Critical Mathematics Education. Interdisciplinary Nature. Agrarian Sciences Education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
2 UMA VISÃO GERAL DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL	16
2.1 O AGRONEGÓCIO NA ECONOMIA.....	16
2.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL NA ÁREA .	18
2.3 O INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA – CAMPUS ALEGRETE	22
3 SUBSÍDIOS TEÓRICOS.....	26
3.1 CONSTRUINDO UM CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO	26
3.2 CONCEPÇÕES DE MODELAGEM	30
3.3 MODELAGEM PARA O ENSINO	34
3.4 CONCEPÇÕES DE MODELAGEM PARA O ENSINO.....	37
4 EXPERIÊNCIAS EM MODELAGEM PARA O ENSINO.....	41
4.1 PRATICANDO A MODELAGEM.....	41
4.2 CASOS DE MODELAGEM DENTRO DO NOSSO CAMPO DE ESTUDO: ENSINO AGROPECUÁRIO	44
4.3 PESQUISAS ACADÊMICAS.....	45
5 A PROPOSTA DE ENSINO	49
5.1 A MOTIVAÇÃO	49
5.2 A CONCEPÇÃO	53
5.2.1 O PRIMEIRO MODELO	53
5.2.2 A PROPOSTA RENOVADA.....	55
5.3 A APLICAÇÃO.....	56
5.3.1 ETAPA 1 – CONHECENDO A PROPRIEDADE	57
5.3.2 ETAPA 2 – PRATICANDO A OLERICULTURA	66
5.3.3 ETAPA 3 – AGRICULTURA.....	78

5.3.4 ETAPA 4 – CRIAÇÃO ANIMAL E FINALIZAÇÃO DA ATIVIDADE .	83
5.4 ANÁLISES DA PRÁTICA	90
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
6.1 SOBRE NOSSA ESCOLA	92
6.2 SOBRE A PROPOSTA	93
6.3 SOBRE NOSSA PRÁTICA	94
6.4 SOBRE O FUTURO.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
APÊNDICE	100

INTRODUÇÃO

Esta dissertação apresenta uma proposta de atividade de ensino-aprendizagem em Matemática direcionada, a princípio, para turmas de Cursos Técnicos em Agropecuária ou áreas afins, integrados ao Ensino Médio; mas essa ideia pode ser readequada para outras áreas e níveis de ensino. O que se busca é qualificar o aprendizado através da integração de saberes específicos da Matemática aplicados no contexto de áreas mais técnicas, que são responsáveis pelos conhecimentos inerentes à formação profissional do educando.

As angústias relatadas por colegas de áreas técnicas, quase sempre em conversas informais, sobre as dificuldades que os alunos apresentavam em aplicar conceitos da Matemática em suas aulas nos levaram a refletir sobre nossa prática docente e o quanto as aulas estavam se integrando com as demais. Uma oportunidade de discussão sobre esta problemática surgiu quando se efetivou uma atividade institucional de elaboração de projetos integradores de saberes, que nos levou a elaborar uma proposta de atividade em que cada disciplina pudesse direcionar algumas das suas aulas para o desenvolvimento do projeto.

Paralelamente, já pensávamos em como uma aula de matemática melhor conectada com as demais poderia ser mais motivadora para todos. Por isso já havíamos iniciado a familiarização com a rotina de algumas disciplinas do 1º ano do curso, seja conversando com os docentes ou conhecendo as instalações específicas, tais como tanques de peixes, galpão de criação de frangos e o setor de hortas. A ideia principal do projeto integrador foi mantida, a de elaborar uma propriedade sustentável, mas repensamos algumas delimitações para que pudessemos utilizar os tópicos da Matemática que estavam sendo estudados nesta série.

Desenvolvemos a atividade utilizando a Modelagem Matemática em um ambiente organizado para a realização de pesquisas e trabalho em grupo. No decorrer da aplicação foi visível o retorno dos alunos, aproximando mais ainda nossa experiência com os subsídios teóricos e os relatos de quem já havia vivenciado prática semelhante. Dessa forma, obtivemos informações para responder a questão principal da pesquisa, conforme apresentamos no decorrer deste trabalho.

No primeiro capítulo é feita uma descrição da trajetória profissional do autor desde seus primeiros anos de escola, quando começou a despertar uma simpatia pela matemática, até o momento de decidir se tornar professor, onde as vivências em diferentes níveis de ensino ajudaram a identificar as demandas que motivaram a produção deste material. Citamos também algumas peculiaridades e necessidades visíveis no decorrer da formação profissional

dos alunos, e alguns anseios dos professores para estimulá-los a ampliar suas competências, confirmando que tais fatos foram os principais incentivadores desta pesquisa.

No segundo capítulo, a fim de comprovar a relevância e os benefícios que nossa atividade de ensino sugere, procuramos entender a importância do setor da Agropecuária no Brasil desde tempos coloniais, período no qual se registram os primórdios do Ensino Agrícola, e compreender melhor sua contribuição na composição da economia nacional. E levando-se em conta que o Agronegócio é de fato um dos pilares da movimentação financeira da região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, uma melhor qualificação dos profissionais formados a atuantes na região somente germinará ganhos a todos os envolvidos.

O terceiro capítulo descreve o ambiente no qual se encontra o Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, o qual oferece oportunidades para organizarmos os cenários para investigação que acreditamos serem enriquecedores nas atividades de ensino. Nosso suporte teórico se baseia em Skovsmose (2000), na implantação deste cenário que abrigará nossa proposta de ensino e seguirá a essência dos conceitos de Modelagem Matemática apresentados por Bassanezi, Biembengut & Hein, e Kaiser. Pensando na Modelagem como metodologia de ensino, recorreremos à sistematização proposta por Kaiser (2006) para identificar as perspectivas que estão em sintonia com nossos objetivos. Dessa forma, podemos destacar características de uma Modelagem Realista, da Modelagem Sócio-crítica, e da Modelagem Educacional com viés didático como embasamento teórico da utilização destas teorias em nossa experiência pedagógica.

As contribuições dos autores recém citados são significativas, mas também devemos estar a par das divulgações que outros colegas e estudantes deixaram para nós. Por isso, no quarto capítulo, realizamos uma busca por experiências que de uma forma ou outra mostrassem alguma conexão com nossos propósitos. Experiências de Modelagem Matemática no Ensino, depois experiências realizadas em cenários com características semelhantes ao nosso, e por últimos uma visão mais acadêmica de aplicações desse modelo.

Para o quinto capítulo, deixamos todo o processo de construção deste material que é descrito desde os momentos iniciais que motivaram o desenvolvimento deste trabalho. Mostramos as primeiras tentativas de conceber este plano, as quais foram contribuindo com adaptações que melhor se enquadravam dentro dos nossos objetivos e ajudaram a determinar as metodologias a serem adotadas. A aplicação final deste projeto é relatada etapa por etapa de forma que o leitor seja informado de todos os detalhes importantes da organização, implantação, aceitação, participação e execução do projeto. As ações, nossas intervenções e as discussões é que encaminharão nosso veredito.

Pretendemos ao final de todo esse trabalho, no sexto e último capítulo, responder a questão que baliza nossa pesquisa: “Como podemos viabilizar uma maior integração dos conceitos da Matemática com os de áreas mais técnicas e, conseqüentemente, se obter melhor compreensão destes saberes?”. Nossas conclusões e reflexões após essa experiência confirmam a relevância e os benefícios de nossa proposta e de nossos referencias teóricos, e esperamos que nosso relato seja inspirador de novas ideias para a prática docente. Por isso, disponibilizamos no Apêndice o material que foi utilizado em nossa pesquisa, o qual pode ser adaptado de acordo com as preferências de outros colegas.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Antes do início do desenvolvimento desta dissertação, reservamos um momento inicial no qual descrevemos a trajetória profissional do autor deste texto, pois sua vivência ajudou a encontrar suas motivações que incentivaram a construção deste material. Será permitido, neste espaço, que utilizemos texto em primeira pessoa.

Desde as primeiras séries do então 1º grau demonstrei simpatia com as ciências exatas, com destaque para a Matemática, embora meus sonhos de futuro adulto trabalhador em momento algum cogitaram um papel atuante dentro de salas de aula. No já renomeado Ensino Médio é que minha admiração por esta área de conhecimento evoluiu. Meus professores me inspiravam e ser professor começou a se tornar uma possibilidade real.

O vestibular chegou cedo, e a indecisão quanto ao futuro relegou a Matemática ao segundo plano. Talvez o destino assim tenha decidido, permitindo novas e amadurecidas reflexões que culminaram na curiosidade em explorar o universo do Bacharelado em Matemática. Pensava em trabalhar com Matemática sem estar vinculado às escolas e ao ensino.

Porém, parecia que minha trajetória estava encaminhada desde muito cedo. Logo no primeiro ano do Curso de Bacharelado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) havia uma bifurcação entre a Matemática Pura e a Matemática Aplicada, com as quais ainda não tinha simpatizado plenamente. A participação em uma Jornada de Educação Matemática, assim como o convívio com colegas da Licenciatura, extinguiu qualquer dúvida. Eu realmente queria ser professor de Matemática com a intenção de tentar transmitir aos alunos as coisas fascinantes que me motivavam a explorar mais as profundezas desta matéria. A mudança de curso, efetivada no semestre seguinte, definiu os passos seguintes de minha formação profissional.

Logo em seguida surgiu a primeira possibilidade de atuar na docência. Cursos preparatórios para ingresso em universidades públicas já eram vários, mas ainda poucos tinham um caráter social mais estabelecido. Os chamados cursos populares, para pessoas de menor faixa de renda e também para quem já estava afastado dos estudos por um período de tempo, levaram muitos alunos de diversas licenciaturas da UFRGS a integrar aquisição de experiência com trabalho voluntário. E me orgulho de ter feito parte deste valoroso grupo no período de 2002 a 2007, e as vivências jamais serão esquecidas.

Junto com a Colação de Grau veio novamente uma indefinição de futuro, o que dificultou meu ingresso no Mestrado logo na sequência. Precisava delinear meu foco, e enxerguei melhores possibilidades na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), com o Curso de Especialização em Matemática para Professores do Ensino Fundamental e Médio. Novos contatos com professores e colegas fizeram deste período de quase dois anos um constante aprendizado, embora sentisse que a prática em sala de aula ainda fazia falta, e que teria muito a acrescentar. O ingresso no magistério era uma meta a ser atingida, e os processos seletivos de professores tornaram-se quase uma rotina. Entre 2005 e 2010 foram diversas seleções com bons resultados, seja na rede municipal, estadual ou, na mais almejada, a federal.

Foi com o município de Canoas meu primeiro vínculo empregatício como docente. O ano letivo de 2007 já contava comigo no quadro de professores, e pretendia retribuir com meus conhecimentos adquiridos na Licenciatura e na Especialização. Uma escola pequena, com turmas de 5ª série finalizando a estada dos alunos na escola, foi o local dos meus primeiros contatos com a realidade escolar. Mesmo após os Estágios Curriculares ainda tinha muito pouco contato com o cotidiano escolar na condição de professor.

As dificuldades encontradas pouco se diferenciavam das informadas no decorrer da graduação, nos meios de comunicação, e na informalidade das conversas. A adaptação às tarefas fez com que me mantivesse numa zona de conforto, seguindo uma metodologia mais tradicional coerente com os poucos estímulos recebidos para fazer alguma inovação. Foi um impacto frustrante tanto com a burocracia quanto com as concepções de alguns colegas sobre administração escolar.

O ano de 2008 marcou uma renovação de ambiente escolar para um espaço no qual havia estímulo à inovação e à experimentação. Havia uma tentativa de inserção de Salas Temáticas e uma organização curricular que evitava as trocas de matérias num mesmo turno. E as trocas de ideias com uma colega de área era um benefício a mais. Ainda estava com um pouco de receio de sair da zona de conforto, o que me fez inovar pouco em aula. Fora dela, ajudei a organizar o II Quiz da Matemática, evento que contava com alunos de 1ª a 5ª séries e suas famílias em sábado letivo, estimulando o estudo da Matemática tanto para os alunos quanto para seus responsáveis. Foi um ano muito positivo para minha maneira de expor a matéria, para meu conhecimento de um ambiente escolar motivador, e para compreender que existe um papel social com o qual o professor deve contribuir para seus alunos.

A tão sonhada entrada no mestrado foi realizada em 2009, no Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática da UFRGS e, simultaneamente, assumi o cargo

de Coordenador do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE – Escola) na escola que lecionava em Canoas. Enquanto aprofundava meus estudos e pensava em produzir materiais para difusão entre professores, organizava oficinas diferenciadas para complementar a formação de grupos de alunos com vulnerabilidade social. Era difícil conciliar tais ocupações com a docência, o que interferiu na minha dedicação e no meu desempenho acadêmico, que ficou abaixo do esperado.

O avanço profissional foi atingido com a nomeação para o cargo de docente da rede federal de ensino, no Campus Alegrete do Instituto Federal Farroupilha, após diversas tentativas em concursos do magistério federal. É uma escola que é oriunda de uma Escola Agrotécnica logo mostra suas peculiaridades, as quais não encontramos nas demais, onde não há formação técnica. Na região de Alegrete a agropecuária ocupa posição de destaque na geração de empregos e renda, muito relevante no cenário econômico regional. Com esta mudança não foi possível seguir com minhas intenções de direcionar a pesquisa de mestrado em turmas de séries iniciais, pois agora só havia cursos técnicos integrados ao Ensino Médio. Por isso, somando-se a dificuldade de dedicação exigida pelo curso, não houve como não decidir que era o momento de interromper o mestrado.

No ano seguinte, em 2011, retomei o curso com novas ideias e já rabiscando um projeto que fosse direcionado especificamente ao ambiente da escola e dentro da estrutura curricular do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. Para quem está mais habituado à distribuição de disciplinas e de carga horária presente na grande maioria das escolas de Ensino Médio pode parecer um pouco estranha a disposição vigente no nosso curso. O turno integral torna o dia do aluno cansativo, e dar aulas no final da tarde, após atividades práticas junto às criações de animais nem sempre é motivador. Pensando mais especificamente na Matemática, os conteúdos abordados na 1ª série fogem um pouco do padrão “funções e progressões”. Os sistemas de unidades de medida, regras de três, porcentagem e tópicos de geometria plana e matemática financeira, por sua aplicabilidade em outras áreas, acabam ganhando espaço no currículo.

Posso dizer que gosto desta particularidade, e que acho importante focar as aulas de matemática o mais próximo possível das características do curso. Mas, como as dificuldades de aprendizagem circundam o mundo, é preciso enfrentar nossas angústias e buscar alternativas. O diálogo com colegas ajudou bastante a re(conhecer) meus alunos em outros cenários. E algumas considerações com respeito aos conhecimentos adquiridos em nossas aulas, os quais aparentemente não estavam sendo assimilados, ou não se notava habilidades de

aplicações em outras disciplinas, geravam inquietações por parte do grupo de docentes de Matemática.

Afinal, o que acontecia? Será que nós não ensinávamos a matéria adequadamente? Nossos alunos passavam por nós sem que houvesse aprendizado? A “nossa matemática” é diferente da “matemática de outras aulas”? Ou os raciocínios e procedimentos de outros professores diferem bastante dos que apresentávamos? Mesmo que o diagnóstico fosse claro, haveria ainda de se pensar em como mudar tal situação.

Mudar a postura de um professor não é tarefa trivial. O que dirá de vários... Podemos afirmar que um dos caminhos a construir melhor interação entre as disciplinas é conhecê-las melhor. Mas eu não posso exigir que um colega leve para sua aula a Matemática que eu acredito ser mais adequada e nem que aprenda a pensar matematicamente como eu. Por isso procurei me inteirar dos conhecimentos destas outras aulas, e assim tentar trazer para a minha prática docente elementos de algumas outras disciplinas. Acredito que desta forma o aluno se sentirá mais estimulado a realizar exercícios para os quais antes não havia um significado de utilidade.

Ainda pretendo integrar mais estes saberes, mas ficaremos no momento neste primeiro passo dado. Sinto nesta proposta aplicada um grande motivador a ampliar esta prática a outras séries e cursos, por isso espera-se sua difusão entre colegas de área.

2 UMA VISÃO GERAL DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL

Uma das frases mais conhecidas quando nos referimos a aspectos da economia nacional é a expressão “Brasil, celeiro do mundo”, cunhada desde os tempos do governo de Getúlio Vargas¹ (CILO, 2011) e que descrevia o grande potencial agrícola da nossa nação. Nas décadas seguintes se mantiveram amplos e contínuos os incentivos aos investimentos na área, fazendo com que hoje o Brasil ocupe posição de destaque no cenário mundial do Agronegócio e confirmando a importância da Agropecuária em nossa balança comercial.

2.1 O AGRONEGÓCIO NA ECONOMIA

Com grande extensão territorial, diversidade climática e vastos recursos hídricos, o Brasil possui todas as condições de aproveitamento do solo para produção alimentícia, seja no cultivo de plantações, a chamada Agricultura, ou na criação de animais, denominada Pecuária. Integrando essas duas práticas, surge a Agropecuária, a qual é a principal responsável pela movimentação financeira do setor primário de nossa economia. Incluindo ainda a produção de insumos, os maquinários, e todo o pessoal envolvido nas tarefas de transporte e distribuição, obtemos uma complexa rede de produção cuja principal atribuição é a de suprir as necessidades alimentícias de um contingente de milhões de pessoas mundo afora.

Dados divulgados pelo governo (BRASIL, 2012a) informam que o Agronegócio representa mais de 22% do Produto Interno Bruto (PIB), fruto da liderança em Produtividade Agrícola na América Latina e Caribe cujo índice de crescimento médio atinge 3,6% ao ano, e também do aumento das exportações conforme podemos observar no gráfico da figura 2.1. Tais fatores ajudam a justificar nossos índices de desenvolvimento agrícola acima da média mundial, mensurados a partir de estudos realizados pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 2011. Tanta produtividade decorre de um crescimento de produção que tem se mantido cada vez mais forte, principalmente nos últimos 25 anos, período no qual a inserção e o desenvolvimento de novas tecnologias trouxeram avanços significativos. Como base de comparação, Guanziroli (2006) descreve tamanho

¹ O Governo de Getúlio Vargas é dividido em Provisório (1930 – 1934), Constituinte (1934 – 1937), Estado Novo (1937 – 1945), e na República Nova (1951 – 1954). A frase citada se refere ao período do Estado Novo.

avanço afirmando que essa evolução possibilitou a duplicação da produtividade em relação a um mesmo tamanho de área plantada. Ou seja, enquanto antigamente uma área de tamanho **A** permitia uma produção de tamanho **P**, hoje essa mesma área **A** permite uma produção de quantidade **2P**. Portanto, a injeção de recursos para a expansão de vagas na Educação Agrícola pode estar contribuindo significativamente para que os egressos possam manter o crescimento destacado na figura 2.1.

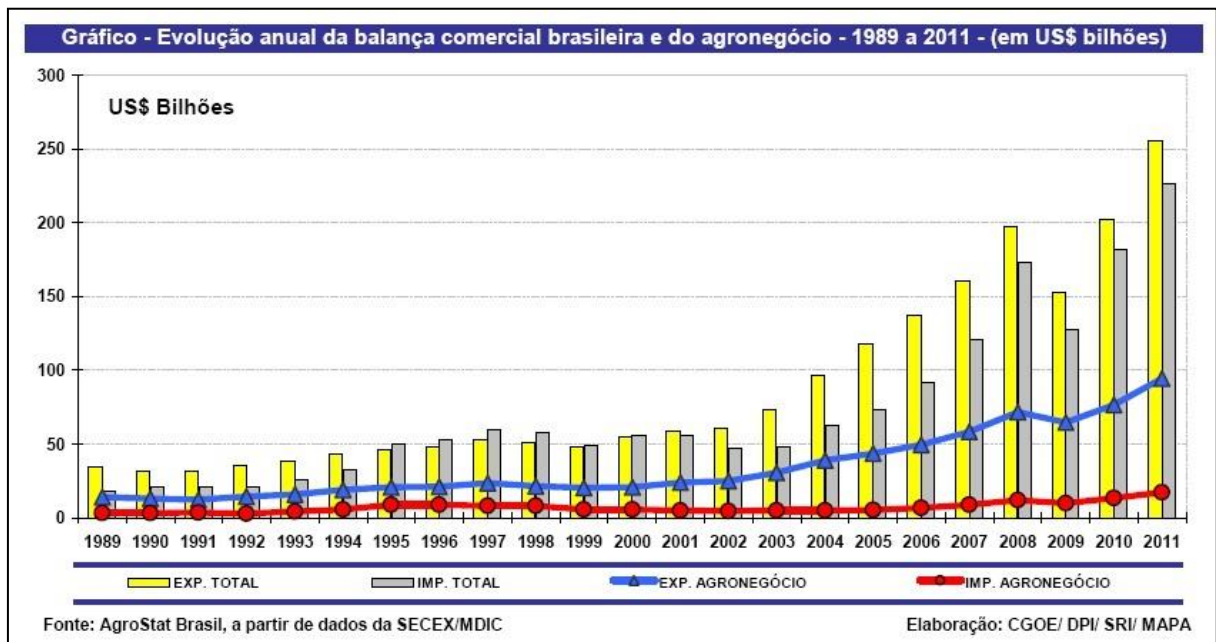


Figura 2.1 – Gráfico indicando o crescimento das exportações no Agronegócio. Fonte: BRASIL, 2012b.

Embora estes indicativos de continuidade do crescimento da produção estejam dentro das previsões do governo para os próximos dez anos (BRASIL, 2012a), é indispensável conhecimento e planejamento para que não tenhamos prejuízos ambientais oriundos de uma expansão desorganizada da prática da Agropecuária. Existem registros de desmatamentos imensos e desenfreados que, adicionados a outros fatores, trazem consequências que só serão sentidas pela população e pelos ecossistemas em médio e longo prazo. Enfim, é fundamental um desenvolvimento que seja sustentável, prática esta cada vez mais valorizada na comunidade científica e nos meios de comunicação, a qual deve ser incentivada desde cedo nos jovens e nos membros da Agricultura Familiar, especialmente aqueles que buscam formação profissional na área da Agropecuária e do Agronegócio. Estes ramos do conhecimento merecem atenção especial devido sua importância histórica e pela sua abrangência dentro do Brasil afora, conforme abordaremos a seguir.

2.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL NA ÁREA

A prática da Agricultura no Brasil tem seus primeiros registros desde a chegada dos primeiros colonizadores europeus que, ao observarem os hábitos dos nativos, até então desconhecidos, puderam constatar que havia algumas práticas agrícolas nesta região por volta do ano de 1500. Provavelmente tais conhecimentos eram transmitidos de geração em geração, cujo aprendizado efetivo se dava mediante a prática e reprodução de procedimentos, com a finalidade de alimentação do povo. Porém, com a nova condição de *Brasil Colônia*², em pouco tempo os portugueses introduziram uma prática agrícola com fins comerciais, o que fortaleceu o potencial agrícola da então colônia portuguesa, apesar de disseminar a exploração de trabalhadores.

Um dos registros mais antigos de Ensino de práticas agrícolas é descrito por Sá (2010) no contexto ainda de um Brasil Colônia. Os Jesuítas e outras organizações religiosas foram os pioneiros na oferta do ensino, muitas vezes estabelecidos em regime de internato e seminários, o que demandava uma estrutura básica para sua manutenção. A necessidade de sustentar o colégio estimulou a transmissão dos conhecimentos da agropecuária, através da plantação de hortas e da criação de gado, complementados ainda com a produção de vestimentas. Estavam estabelecidos os primórdios do *Ensino Agrícola* brasileiro.

Em 1808, com a chegada da família real portuguesa ao Brasil, começaram os primeiros movimentos de transição do Brasil Colônia para o *Brasil Império*³, o que sugeria que o país deveria começar a desenvolver sua economia ainda mais, pois tudo indicava que em breve ocorreria sua independência de Portugal. Nesse período o Ensino Agrícola seguia uma metodologia bastante rudimentar de ensino-aprendizagem com base na rotina e na mecanização de procedimentos, e seu alunado ainda se mantinha muito restrito a determinados grupos sociais.

A evolução apresentada nesta área estimulou a organização na Bahia, em 1812, do primeiro curso na área agrícola (NEUVALD, 1996). Este procurava ofertar primeiramente para uma formação mais sólida de profissionais no setor que movimentava praticamente todos os recursos financeiros no país; e também atuar com um viés social, como alternativa para

² Período no qual a região do Brasil esteve subordinada à Monarquia de Portugal (1530 – 1815).

³ Entre 1815 e 1822 o Brasil foi elevado a Reino Unido com Portugal e Algarves e após sua independência, em 1822, constituiu-se o Império do Brasil.

menores considerados desvalidos, os quais eram destinados para o curso agrícola como medida disciplinar.

Nas décadas seguintes os cursos agrícolas eram ainda ofertados em níveis e faixas etárias variadas, sem uma regularização dos currículos e de seus respectivos públicos-alvo. Tal cenário mostrava que era preciso modernizar a Educação Agrícola, processo que se iniciou com a divisão em diferentes níveis: *Educacional*, para formação de Operários e Regentes; e *Superior*, formando Médicos Veterinários, Agrônomos e Engenheiros. Esta reorganização, que visava uma melhor estruturação do ensino na área, ainda assim não se mostrava suficiente para o contexto de 1877.

Ao final do Império e nos primórdios da República⁴, a industrialização estava em expansão e os movimentos migratórios em alta. Decorre desta chegada de imigrantes a ampliação da oferta de mão de obra e a conseqüente queda na procura de matrículas em cursos agrícolas. A preocupação com a imagem de tais cursos crescia à medida que se mantinha seu desprestígio por estarem ainda associados com o trabalho escravo e com instituições correcionais, mesmo com a expansão da oferta.

É possível afirmar que havia se constituído uma imagem contraditória da Agropecuária. Sá (2010) aponta que, sob um ponto de vista positivo, o setor ainda era considerado essencial na composição econômica brasileira, e em contraponto, era ideologicamente visto como sinônimo de atraso e inferioridade em relação a outras áreas de trabalho. E o preconceito não somente das atividades agrícolas, mas de todo tipo de trabalho manual, estava embasado na conexão entre educação profissionalizante e medidas corretivas, e também foi fruto das manifestações de movimentos socialistas e anarquistas junto ao novo contingente de trabalhadores no setor primário, oriundos de várias partes da Europa.

Após a abolição da escravidão e o início do Regime Republicano, em 1909, o então presidente Nilo Peçanha criou a Rede Nacional de Educação Profissional de Nível Técnico, e na sequência, em 1910, regulamentou o Ensino Agrônômico em todos os níveis e modalidades. Havia desde os *Patronatos Agrícolas* (ensino primário e profissional dos 10 aos 16 anos) até os cursos superiores de Agronomia. Segue-se depois um ciclo de expansão e modernização do Ensino Agropecuário (baseado nas práticas agrícola e pecuária) no qual podemos destacar a criação da Lei Orgânica do Ensino Agrícola em 1946 e resoluções

⁴ O regime monárquico encerrou em 1889, quando foi proclamada a República do Brasil. Em 1888 houve a oficialização da Abolição da Escravidão, modificando as relações trabalhistas e estimulando o trabalho assalariado.

posteriores acerca das bases de ensino (Lei de Diretrizes e Bases de 1961, 1971 e 1996) e registros profissionais (ATABRASIL, 2012).

Focando no quantitativo das Escolas Agrícolas Federais, Sá (2010) destaca a significativa evolução entre 1947, quando eram apenas 12 escolas em 10 estados da nação, e 1957, quando 18 estados mantinham 53 escolas. Nas décadas seguintes foram criadas novas escolas, enquanto outras passaram por mudanças de nomenclatura, estrutura, mantenedoras e até mesmo ministérios, passando do Ministério da Educação para o Ministério da Agricultura e vice-versa. Nesse período, foram estabelecidas as Escolas Agrotécnicas Federais (EAF), os Colégios Agrícolas vinculados às Universidades Federais, e os Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET), alguns destes com Unidades Descentralizadas (UNED) em outros municípios. Ao final da década de 90 havia um total de 34 EAF em 16 estados, além de 33 CEFET com 37 UNED e outras 30 Escolas Técnicas junto a Universidades. Mesmo assim não houve redução, mas uma ampliação do total de Escolas Agrícolas em relação a 1957. Algumas foram inseridas nas Universidades, e outras, transformadas em CEFET. Na última década uma expansão ampliou para mais de 200 o total de unidades da rede federal de ensino. No final de 2008, as EAF, CEFET, UNED foram reorganizadas em 34 Institutos Federais de Educação Básica, Técnica e Tecnológica (IFET). Com a continuidade da ampliação da oferta de ensino, ao final de 2014 estarão em funcionamento mais de 550 *campi* dos IFET e mais de 150 cursos na área agrícola. A tabela 2.1 apresenta o quantitativo de cursos e sua distribuição pelos estados e regiões.

Tabela 2.1 – Distribuição por estado de Cursos Técnicos em Agropecuária e áreas afins Integrados ao Ensino Médio da Rede Federal de Ensino (até dez. 2012).

Unidade da Federação	Número de Cursos	Unidade da Federação	Número de Cursos	Unidade da Federação	Número de cursos
AC	1	CE	4	MT	6
AM	6	MA	6	MS	2
AP	0	PB	3	ES	6
PA	10	PE	9	MG	18
RP	3	PI	6	RJ	4
RR	4	RN	2	SP	1
TO	5	SE	2	PR	2
AL	8	DF	1	RS	12
BA	9	GO	13	SC	8
Total: 151 cursos					

Fonte: Brasil, 2012c⁵.

⁵ Para obtenção destes dados acessamos a página da Rede Federal do MEC em <http://redefederal.mec.gov.br/>. Não havia uma listagem dos cursos, o que nos levou a visitar cada um dos *sites* vinculados aos Institutos Federais e assim coletar os dados sobre os cursos ofertados. Acessos em 01 de dezembro de 2012.

Hoje, segundo dados dos sites dos Institutos Federais e Escolas Técnicas vinculadas a Universidades Federais listados no portal do Ministério da Educação (MEC), verificamos a oferta de mais de uma centena de Cursos Técnicos Integrados ao Nível Médio na área de Agropecuária (e áreas afins, como Agrimensura, Agricultura, Agroecologia e Agronegócio) em todos os estados, com exceção do Amapá.

Vemos que o estado de Minas Gerais se destaca com 18 cursos (lembrando que nos limitamos apenas aos ofertados pela Rede Federal), somado aos estados de Goiás e do Rio Grande do Sul, ofertando 13 e 12 cursos, respectivamente. Contudo, é importante salientar que a necessidade de profissionais na área da Agropecuária (e áreas afins) é significativa em praticamente todos os estados do Brasil, e uma pesquisa mais detalhada dentro de cada unidade da federação certamente refinará os dados já levantados. Para tanto, sairemos um pouco do âmbito nacional, direcionando o foco para o Rio Grande do Sul, região onde se encontra o alvo deste projeto, o Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio do Campus Alegrete do Instituto Federal Farroupilha. Restringindo nossa pesquisa ao âmbito estadual, obtemos os dados apresentados na tabela 2.2 sobre os cursos em Agropecuária e suas áreas afins em todas as modalidades ofertadas (Curso Integrado ao Ensino Médio, Curso Concomitante ao Ensino Médio, Curso Subsequente ou Pós-médio, Educação de Jovens e Adultos com Formação Profissional – PROEJA), tanto na rede pública (Federal, Estadual e Municipal) quanto na privada, ratificando a importância deste setor da economia em nível regional e sua participação na economia nacional.

Tabela 2.2 – Distribuição, por rede mantenedora, dos Cursos Técnicos em Agropecuária e áreas afins no Rio Grande do Sul, considerando-se todas as modalidades de ensino.

Rede	Particular	Municipal	Estadual	Federal
Número de cursos	11	2	27	21
Total: 61 cursos				

Fonte: Rio Grande do Sul, 2012.

Após essa familiarização com o histórico da Educação Profissional, possuímos subsídios que nos permitem afirmar que, desde os primeiros momentos de um Brasil Colonial, passando-se por um período de Monarquia independente de Portugal, pela constituição de uma República, por um Regime Militar, e após consolidado um modelo político democrático então vigente, a Agropecuária permanece com papel essencial na composição econômica brasileira nestes mais de 500 de história da nação. A expansão da Industrialização e da Evolução Tecnológica modernizou este setor que registra mais de dois séculos de práticas de

Ensino Agrícola, comprovando a importância de profissionais bem habilitados e atualizados. Portanto, devemos continuar refletindo sobre as metodologias aplicadas em tais escolas. Na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul encontramos motivações para a aceitação de novas propostas de ensino, as quais são pertinentes junto ao cenário que motivou a elaboração deste trabalho.

2.3 O INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA – CAMPUS ALEGRETE

A região oeste do Rio Grande do Sul está situada nas áreas fronteiriças com a Argentina e o Uruguai, cuja característica principal é a presença de grandes áreas relativamente planas adequadas para a agricultura e de vastos campos de pasto nativo, onde predomina a pecuária. Os grandes latifúndios⁶ representam mais de 70% de uma região cuja área é de mais de 30 mil km², movimentando a economia da região através do cultivo de arroz e soja, e da criação de bovinos e ovinos. Complementam a economia da região os serviços de comércio.

Inserido na região está Alegrete, o maior município em extensão territorial do estado e cujo PIB é fortemente dependente da Agropecuária. Além de grandes propriedades, a região também vem expandindo a prática da Agricultura Familiar e a implantação de Assentamentos Agrícolas, nos quais a produtividade é em menor escala, mas que mantém seu espaço na economia local, disseminando e aplicando os conhecimentos da Agroecologia e do Desenvolvimento Sustentável.

Ao final dos anos 40, pensando em ajudar os jovens a aprenderem práticas agrícolas e atender as demandas da região, o então Deputado Federal Rui Ramos ajudou a organizar os trâmites necessários para viabilizar a construção de uma escola junto ao Núcleo Colonial do Passo Novo, instituído em 1942, e localizado a 27 km da sede do município. Contando com a parceria do Ministério da Agricultura e da Secretaria Estadual de Agricultura, em 1954 foram iniciadas as atividades da Escola Agrotécnica de Alegrete.

⁶ Grandes propriedades (às vezes acima de 1.000 hectares de área) geralmente concentradas em uma família e com exploração de uma cultura, subaproveitando o potencial agrícola destas terras.

Ao longo destes mais de 50 anos de existência⁷, a instituição sempre procurou formar jovens capacitados para lidar com as necessidades das práticas de agricultura e pecuária, mantendo em suas instalações unidades de produção e um regime de internato que permite ao aluno profunda vivência profissional. Questões políticas e administrativas fizeram com que sua mantenedora e sua nomenclatura fossem alteradas de tempos em tempos, mas jamais deixando de atender a formação de Técnicos Agrícolas. Ainda hoje o termo EAFA, abreviação de Escola Agrotécnica Federal de Alegrete, é amplamente usado na região, embora desde o final de 2008 a escola tenha assumido o status de *Campus Alegrete* do Instituto Federal Farroupilha.

Subordinada ao Ministério da Agricultura, Ministério da Educação e à Universidade Federal de Santa Maria, a escola obteve autonomia como autarquia federal até que a Lei nº 11.892/2008 reformulou toda a Rede Federal de Ensino Técnico⁸. Hoje, a instituição voltou a ser subordinada, em conjunto com outros *campi*, a um único órgão denominado Reitoria.

Atualmente, os alunos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio são oriundos da própria cidade e de cerca de dez outros municípios da região da Fronteira Oeste, com idades variando dos 13 aos 18 anos no momento do ingresso na 1ª série do curso. O regime de internato atende meninos e meninas e conta com alojamentos, lavanderia e refeitório, além de serviços de saúde e odontologia, e acompanhamento de psicólogo e assistente social.

Durante muito tempo se pensou em formação de mão de obra mais qualificada para o trabalho no campo, com conhecimentos adquiridos a partir das práticas relativas às diversas ramificações da Agropecuária, realizadas nas Unidades de Produção de Aves, Suínos, Ovinos, Bovinos e Peixes, e nos setores de Agricultura, Olericultura, Fruticultura, dentre outros distribuídos em mais de 300 hectares de área. Um reflexo da inserção da tecnologia na área é a mudança mais visível da concepção de formação de um Técnico Agrícola. Atualmente a formação intelectual tem sido preponderante em relação ao trabalhador braçal, popularmente conhecido por “peão de obra⁹”. Há na rotina escolar discussão de temas relevantes como Cooperativismo, Tecnologias de Produção, Segurança no Trabalho, Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental.

⁷ As informações históricas foram coletadas a partir de um Histórico Institucional divulgado por e-mail aos servidores em maio de 2011 e que não foi publicado. Há dois relatórios, um realizado em 1991 e o outro em 2000.

⁸ A partir das Escolas Agrotécnicas, Centros Federais de Tecnologia e Escolas Técnicas foram criados Institutos Federais de Educação Básica, Técnica e Tecnologia.

⁹ Termo que descreve pejorativamente o trabalhador braçal no campo, considerado um sujeito com baixo grau de instrução ou sem estudo, com comportamento mais rude comparado ao sujeito urbano.

Uma mudança no perfil do egresso pode ser comprovada quando acessamos os registros elaborados por funcionários da antiga EAFA ainda nos anos 90, e quando conversamos com colegas que foram alunos, ou que vivenciaram vários anos neste espaço. Antes, o aprendizado tinha forte suporte nas atividades práticas e havia um modelo dentro do *Sistema Escola-fazenda*¹⁰ norteando a organização curricular, cujo princípio era o de “aprender a fazer e fazer para aprender” (TAVARES, 2007, p.15). A difusão de ferramentas de tecnologias de ensino e um corpo docente com formação mais recente fazem com que o aprendizado teórico ocupe espaço tão importante quanto as atividades nas Unidades Educativas de Produção¹¹ (UEP’s).

Ainda predominam nas escolas as “gavetas de conhecimento¹²”, em que cada vez mais se compartimentam conhecimentos em disciplinas específicas, isoladas umas das outras. Como consequência tem-se um número relativamente alto de quase 20 disciplinas por série, causa frequente de críticas por parcela do corpo docente. É quase consensual entre os colegas mais antigos e os que ingressaram mais recentemente na escola (o número de docentes ampliou de cerca de 30 para quase 100 desde o início de 2009) o anseio por uma reformulação mais abrangente e modernizadora da estrutura do Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Agropecuária.

São facilmente perceptíveis as dificuldades que diagnosticamos na formação atual destes técnicos em integrar os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso. Não são poucas as manifestações dos docentes citando o suposto esquecimento dos conhecimentos e habilidades adquiridos em séries anteriores dentro do curso. Contudo, são poucos os momentos nos quais áreas técnicas e áreas propedêuticas adentram territórios uns dos outros, integrando tais competências. Além disso, a excessiva carga horária, o alto número de disciplinas, as reduções de atividades práticas e a rotatividade dos docentes talvez sejam motivos dos crescentes índices percentuais de evasão ainda na 1ª série. Talvez seja o alarme tocando solicitando algumas alterações.

Estas queixas ajudaram a conceber o questionamento que move esta pesquisa, a qual não tem a pretensão de apresentar uma solução para o problema, mas sim apenas divulgar

¹⁰ Modelo de funcionamento adotado nas Escolas Agrotécnicas Federais para formação do Técnico em Agropecuária, caracterizado por uma área de terra destinada ao desenvolvimento de projetos agropecuários (UEP), uma Cooperativa-Escola e Salas de Aula. Criado nos anos 60 e extinto no final dos anos 80.

¹¹ Espaço destinado para a criação de animais e cultivos, proporcionando ao aluno atividades práticas em sua formação. Na Escola-fazenda eram destinadas ao consumo interno, reduzindo custos de manutenção, e seu excedente era comercializado através da Cooperativa-Escola, gerando recursos para a escola.

¹² Termo amplamente utilizado na área da Educação para simbolizar um currículo escolar centrado na independência das disciplinas, sem conexões entre seus respectivos saberes.

uma tentativa de melhorar o aproveitamento de conhecimentos da Matemática. A opção que tomamos por sair de uma zona de conforto, restrita aos conhecimentos de apenas uma disciplina, pode trazer alguns benefícios para o professor e para os alunos, pois são compartilhadas as vivências e os saberes da realidade de muitos estudantes da região, crescidos em propriedades agropecuárias, os quais retornam para suas casas com novas habilidades e competências em suas bagagens. Na sequência, nos aprofundamos em algumas bases teóricas que sustentam a proposta principal deste trabalho.

3 SUBSÍDIOS TEÓRICOS

Após nos familiarizarmos com algumas peculiaridades do ambiente no qual está inserido o IF Farroupilha, encontramos melhores condições de refletir sobre estratégias de ensino que podem ser mais bem desenvolvidas dentro deste contexto. Para tanto, buscamos suporte em Skovsmose (2000) para a construção de um ambiente de aprendizagem onde algumas concepções da Modelagem Matemática possam ser utilizadas no Ensino Médio. Seguiremos ainda algumas orientações de Barbosa (2001) e as ramificações da Modelagem¹³ apresentadas por Kaiser (2006), encaminhando então o desenvolvimento da nossa proposta didática.

3.1 CONSTRUINDO UM CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO

Para desenvolvermos investigações em sala de aula é necessário torná-la um ambiente convidativo para tal. Um dos maiores obstáculos para efetivar essa transformação é a resistência que muitos docentes ainda mostram ter quando se fala em uma abordagem que se contraponha às metodologias oriundas de uma prática ampla e visivelmente disseminada que é rotulada como *escola tradicional* (BARBOSA, 2001; BIEMBENGUT & HEIN, 2007; D'AMBROSIO, 1989; LEÃO, 1999). Neste modelo de metodologia de ensino, o livro didático tem forte influência no direcionamento das atividades propostas, as quais frequentemente exploram a resolução de exercícios com base nas instruções e conceitos apresentados previamente pelo professor. Este ambiente descreve uma abordagem que Skovsmose (2000) denomina *paradigma do exercício*, fruto de uma tendência histórica e que ainda hoje é considerada por parcela significativa da classe docente como a única forma de se realizar o processo de ensino-aprendizagem (LEÃO, 1999).

Um ambiente no qual o processo de aprendizagem tenha participação mais ativa dos alunos na sua organização, onde se permite o diálogo entre as partes de modo que as decisões sejam tomadas em grupo, e os interesses dos alunos tenham relevância na definição das etapas do processo de aprendizagem, vai ao encontro do movimento da Educação Crítica, iniciado

¹³ Usaremos o termo Modelagem, mantendo sua referência à Modelagem Matemática dentro de todas as perspectivas encontradas, apenas como um recurso para evitar repetições.

nos anos 70. A interação da Educação Crítica com a Educação Matemática foi um dos focos de trabalho de Skovsmose, que se iniciou na metade dos anos 70 e perdurou mais de 15 anos com o intuito de se formular uma concepção de Educação Matemática Crítica (CIVIERO, 2009). Dentro desta linha de pensamento mais crítica, Skovsmose (2000) considera que a Matemática não é apenas um assunto a ser ensinado e aprendido, mas sim um tópico sobre o qual é preciso refletir levando-se em conta aspectos socioculturais e políticos dentro dos quais a Matemática está presente. E diante destes preceitos, é possível construirmos uma abordagem alternativa ao paradigma do exercício, estimulando o surgimento de ambientes de aprendizagem norteados por um trabalho de investigação e ampliando-se as habilidades adquiridas no ambiente escolar.

Concebemos então um *cenário para investigação* como um ambiente de aprendizagem “que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações” (SKOVSMOSE, 2000, p.73), direcionando assim o processo de exploração do assunto. Mas para chegar ao que consideramos um *cenário*, certas características devem se manter presentes. Primeiramente, o aluno deve aceitar o convite para se inserir neste ambiente, o que nem sempre pode ocorrer, dependendo da turma e do momento, ainda mais levando em conta que o paradigma do exercício ainda é a principal referência de modelo de processo de ensino-aprendizagem. E depois, é importante que haja motivação no convite, mantendo uma relação de cooperação, sem parecer que este seja algo imposto, comandado pelo professor. Assim sendo, poderemos evitar que a preocupação com as notas e retaliações influencie na decisão em participar ou não da atividade proposta para o momento.

Vimos até então as descrições de dois paradigmas das práticas em sala de aula: a do exercício e a do cenário para investigação. E salientamos que ambos não são mutuamente excludentes, logo o professor não precisa necessariamente escolher seu paradigma e ali permanecer. Vamos direcionar melhor a abordagem das atividades aprofundando nosso olhar sobre os significados produzidos pelos alunos, que podem ser enquadrados em diferentes *referências*. Skovsmose (2000) utiliza o vocábulo *referências* associado a uma noção de *significado*. Dentro da Educação Matemática, podemos dizer que os significados são construídos com referência aos conceitos matemáticos envolvidos. Tais significados podem ser elaborados a partir de características dos próprios conceitos e até mesmo das ações realizadas pelos alunos para a construção deste conceito. Skovsmose (2000) complementa a descrição anterior defendendo que ainda podemos incluir os motivos das ações realizadas pelo aluno, considerando o contexto que propiciou a ocorrência das mesmas. É sobre estas

referências que nos aprofundamos, considerando-as a partir de agora inseridas no contexto da Educação Matemática.

Quanto às referências, podemos considerá-las em três propostas: uma referência à matemática e somente à ela; uma referência a uma semi-realidade, ou uma realidade construída; e referências a situações da vida real. Estas, quando agregadas a um dos dois paradigmas já discutidos, permitem a composição de seis diferentes ambientes de aprendizagem, conforme vemos na tabela 3.1.

Tabela 3.1: Ambientes de aprendizagem.

<i>Referência x Paradigma</i>	Exercício	Cenário para Investigação
Referência à matemática pura	(1)	(2)
Referência à semi-realidade	(3)	(4)
Referência à realidade	(5)	(6)

Fonte: Skovsmose, 2000, p.75.

Cada ambiente possui características específicas que os diferenciam, mas veremos a seguir que estas são tão sutis de forma que uma aula pode cruzar as linhas que as delimitam por inúmeras vezes.

Temos nos ambientes (1), (3) e (5) o paradigma do exercício, geralmente observados no livro didático. Neste material, encontramos facilmente exercícios cuja resolução requer a utilização de procedimentos que envolvem manipulação algébrica e regras pré-estabelecidas. Estes estão inseridos no ambiente (1). Nos mesmos livros há também diversos exercícios cujos enunciados criam uma contextualização, a qual muitas vezes é “forçada” a se adequar ao conteúdo abordado, exigindo a identificação de alguns dados que serão utilizados para a resolução das contas, para se obter o resultado esperado. Embora seja pouco estimulada, uma reflexão acerca da Matemática aprendida pode ter seus primeiros momentos neste ambiente (3).

Raramente podemos encontrar nestes materiais atividades que estejam realmente planejadas para um ambiente (5). Esta é uma das linhas mais tênues da delimitação dos ambientes e rapidamente pode-se mudar para o (3) sem se intencionar. Pesquisar em situações reais demanda boa vontade do professor em sair de seu cronograma rigoroso, da enorme lista de conteúdos da ementa, e oferecer um pouco do escasso e precioso tempo da sua carga horária. As possibilidades existem e são divulgadas em publicações especializadas na área, tais como anais de congressos (Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), Congresso Internacional de Ensino de Matemática (CIEM)), periódicos (Revista do professor

de Matemática (RPM), Boletim de Educação Matemática (BOLEMA), Educação Matemática em Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM)), e pesquisas acadêmicas disponíveis nos repositórios digitais de universidades.

Uma aula que se enquadra nos ambientes (2), (4) e (6) não tenta se diferir das enquadradas nos ambientes (1), (3) e (5), respectivamente, no que se refere ao grau de reflexão acerca do conhecimento matemático que se pretende ensinar. Continuamos a abordar a Matemática por si só sem contextualizações no ambiente (2); no ambiente (4) ainda recorreremos a uma semi-realidade para contextualização nas atividades investigativas; assim como o ambiente (6) busca desenvolver o aprendizado a partir de situações reais e de interesse do aluno. A mudança de paradigma acontece principalmente no modo como o conceito e os significados estão sendo construídos. Não ocorre o momento inicial em que o docente mostra (seja no quadro-negro, no projetor multimídia, na página do livro didático...) o conceito, sua definição, significados, restando depois ao aluno apenas o papel de reproduzir fidedignamente o procedimento aprendido. Num cenário para investigação, os conceitos e significados são construídos com os alunos a partir de atividades exploratórias, mais motivadoras e que demandam maior concentração e raciocínio, ampliando os saberes envolvidos.

Conhecidos os ambientes listados na tabela 3.1, fizemos uma reflexão sobre os principais objetivos desta proposta para organizar as atividades que foram aplicadas em nossas turmas. Pensando no cotidiano da Instituição e na estrutura curricular da 1ª série, é visível o quanto nosso objetivo de integrar conhecimentos da Matemática com os das áreas técnicas dentro da Agropecuária é coerente com a concepção de um Cenário para Investigação, motivando as turmas a lidarem com um problema real. Embora busquemos uma abordagem imersa numa situação real e dentro do ambiente (6), é possível que em alguns momentos estejamos no ambiente (4), o que nos permitirá desconsiderar algumas variáveis que podem desviar um pouco o foco do aprendizado de conceitos da Matemática. Por exemplo, o tipo de maquinário disponível e o número de funcionários contratados. Mas voltaremos a este ponto no capítulo 4, quando a proposta tomará sua forma.

Skovsmose (2000) alerta que a matriz organizacional apresentada na tabela 3.1 é uma simplificação da noção de ambientes de aprendizagem para fins de discussão sobre Educação Matemática, e não impede a transição de um ambiente para outro no decorrer de alguma aula. De fato, boa parte da Educação Matemática alterna entre os ambientes (1) e (3), valorizando a prática de exercícios como metodologia de aula e ajudando a manter ativa a escola tradicional descrita anteriormente.

O desafio evidente que estamos prestes a enfrentar é o de se permitir a inserção de ambientes diversificados na escola, que não precisam necessariamente estar dentro das definições do ambiente (6). O cenário de uma aula pode e deve abranger os ambientes (2) e (4), e não necessariamente eliminar os ambientes vinculados à resolução de exercícios ((1), (3) e (5)), pois contribuem para o processo de aprendizagem de diversos conceitos na Matemática. Enfim, queremos incentivar não uma mudança radical, mas sim uma ampliação das possibilidades de cenários para o desenvolvimento de saberes, permitindo ao aluno um papel mais atuante no decorrer das atividades realizadas.

3.2 CONCEPÇÕES DE MODELAGEM

A ideia de Modelagem como um processo de expressar as situações-problema de nosso cotidiano através de uma linguagem matemática existe desde tempos antigos. Pode-se dizer que a Modelagem utilizada por povos primitivos é tão antiga quanto à própria Matemática (BIEMBENGUT & HEIN, 2007).

Quando pretendemos refletir sobre uma situação real, seja para sua compreensão ou para sua manipulação, o caminho mais tomado é o da elaboração de um sistema artificial conhecido por *modelo* (BASSANEZI, 2010). A amplitude deste termo levou à limitação, dentro do nosso contexto, em dois tipos: o *modelo objeto*, que é a representação de um objeto ou fato concreto; e o *modelo teórico*, vinculado a uma teoria geral existente e construído ao redor de um *modelo objeto* com um código de interpretação. Bassanezi (2010) define o *Modelo Matemático* por um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado, e por *Modelagem Matemática* o processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de Modelos Matemáticos. Sob outra ótica, a *Modelagem* é o meio que permite a interação de dois conjuntos disjuntos: a Matemática e a Realidade (BIEMBENGUT & HEIN, 2007).

O parágrafo anterior nos permite confirmar que a Modelagem, assim como toda grande área de estudo, inspira vários autores a apresentarem definições e detalhes que, embora mantenham a mesma ideia central, parecem divergir em alguns aspectos. E não há como afirmar que certa concepção está mais ou menos correta do que alguma outra. Por isso, é importante ao pesquisador conhecer os pensamentos mais difundidos e concordar, discordar, escolher ou até mesmo contribuir seguindo seus próprios instintos. Desta forma, embora

tenhamos uma referência preferencial, mostraremos a seguir algumas concepções sobre o tema.

Começamos a partir do esquema de Kaiser ilustrado na figura 3.1 e analisado por Scheller (2009) com maior detalhamento.

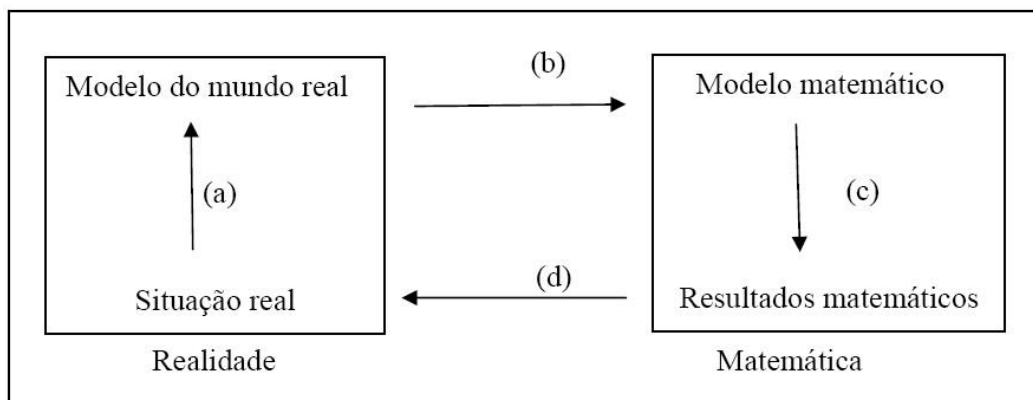


Figura 3.1: Processo da elaboração do modelo matemático segundo Kaiser.
Fonte: Scheller, 2009, p.25.

Percebemos que o roteiro ilustrado acima separa o processo de modelagem em duas partes: a Realidade e a Matemática. O ponto de partida a ser tomado é a escolha de uma situação real a partir da qual se pretende desenvolver um modelo. O primeiro passo é a idealização da situação real para que haja a transformação em um modelo do mundo real, representado pela flecha (a) na figura 3.1. A flecha (b) representa a transição do modelo real para algum modelo matemático selecionado a partir de uma análise crítica das características da situação escolhida inicialmente. Ao longo do processo de modelagem, resultados matemáticos são gerados (flecha (c)) para que possam ser interpretados e analisados a fim de que sejam validados dentro do contexto real e a flecha (d) representa o fechamento do ciclo. No caso do modelo precisar de alterações, basta recomeçar o processo de modelagem e obter novos resultados.

Uma alternativa para esquematizar o processo de Modelagem é proposta por Biembengut & Hein (2007), de acordo com as etapas descritas a seguir.

Etapa 1: Interação

Assim como a proposta de Kaiser, o início da modelagem é determinado pela escolha da situação real a ser estudada. A partir daí, segue-se um momento de estudo em publicações sobre o assunto, podendo incluir dados obtidos empiricamente. Pode-se dividir esta etapa em

reconhecimento e familiarização, sem necessariamente uma ser realizada antes da outra, e ainda permitindo que sejam repensadas no decorrer das demais etapas.

Etapa 2: Matematização

Divide-se em *formulação* e *resolução*. O desafio é transformar o problema real em linguagem matemática, seja na forma de expressões algébricas, equações, gráficos ou programas computacionais que nos levem à solução ou ofereçam um caminho para a dedução da solução. Após a formulação, devemos utilizar as ferramentas matemáticas disponíveis para obter resultados matemáticos, que nos permitirão fazer avaliações quanto a sua relevância para o modelo.

Etapa 3: Modelo Matemático

A *interpretação* dos resultados vai ajudar a verificar o nível de aproximação com a situação inicial para que então seja feita uma avaliação do modelo proposto e suas conclusões que apontarão para sua *validação*, ou para uma revisão das etapas anteriores e posteriores ajustamentos que possam ser observados.

Completando nossa pesquisa, vamos conhecer a estratégia construída por Bassanezi (2010) para o desenvolvimento de um Modelo. A figura 3.2 mostra a esquematização deste processo, “onde as setas contínuas indicam a primeira aproximação” (BASSANEZI, 2010, p.27). E a dinâmica do processo de se aperfeiçoar o modelo até sua validação é mostrada pelas setas pontilhadas.

Em comum com os autores anteriores temos a escolha de uma situação real, ou um *problema não matemático*, como a primeira consideração a ser feita quando se intenciona realizar uma Modelagem. As demais etapas seguem uma sequência e culminam na validação (ou não) do modelo.

Etapa 1: Experimentação

A obtenção de dados experimentais contribui para delinear o foco do modelo e para a seleção de variáveis essenciais dentro do problema escolhido.

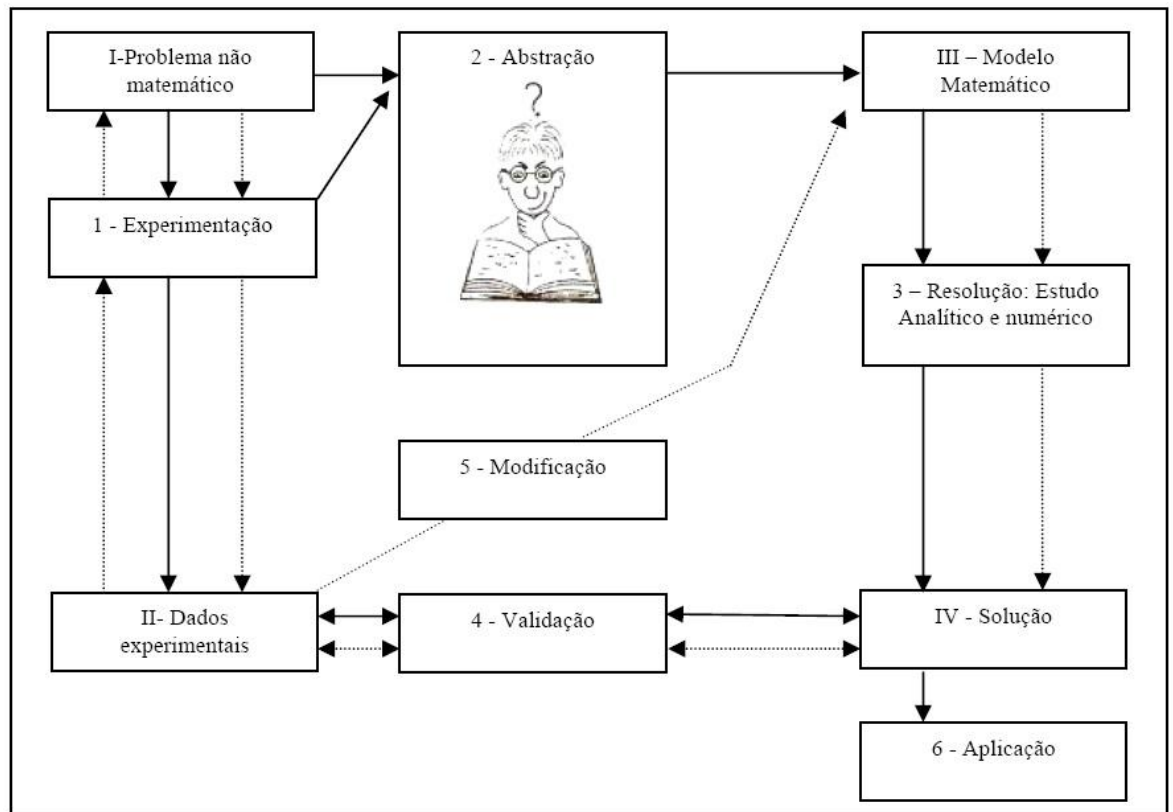


Figura 3.2. Esquema de uma modelagem. Fonte: BASSANEZI, 2010, p. 27.

Etapa 2: Abstração

Nesse momento procura-se estabelecer as variáveis que agem na situação real e assim permitir a formulação das questões as quais se pretende responder com o modelo desenvolvido. Para tanto, uma investigação mais profunda da situação deve ter suporte em hipóteses formuladas cuidadosamente.

Finalmente é feita a transição, comum às três concepções, de um contexto real para um contexto dentro dos conceitos matemáticos, tomando-se o cuidado de não deixá-lo complexo demais, com excesso de variáveis e risco de se perder o controle sobre o modelo, nem simples demais, a ponto de se perder informações essenciais ao estudo.

Etapa 3: Resolução

Nela ocorre a mudança para uma linguagem matemática que pode ser descrita na forma de equações, expressões algébricas, gráficos para que, após esta “tradução”, sejam resolvidas sem necessariamente manter um vínculo com o problema não matemático selecionado.

Etapa 4: Validação

O parecer final de um modelo é a sua validação. Os fatores que influenciarão no veredito estão diretamente conectados com a interpretação dos resultados obtidos na etapa anterior e podem servir de orientação para uma provável etapa seguinte.

Etapa 5: Modificação

Um processo complexo dentro de uma realidade dinâmica raramente se finda nas primeiras investigações, sem apresentar quaisquer possibilidades de alterações. Ou seja, “nenhum modelo deve ser considerado definitivo, podendo sempre ser melhorado, e agora poderíamos dizer que um bom modelo é aquele que propicia a formulação de novos modelos.” (BASSANEZI, 2010, p.31).

Uma rápida comparação entre as concepções dos autores apresentadas evidencia uma semelhança nos principais procedimentos no decorrer do processo de Modelagem. As diferenças estão na descrição das etapas, aumentando em detalhamento e com mudanças de nomenclaturas e subdivisões à medida que transitamos entre Kaiser, Biembengut & Hein, e Bassanezi. Mas a essência permanece intacta: a escolha de uma situação real fora da matemática, uma “tradução” para a linguagem matemática originada em uma linguagem não matemática, e a elaboração de um modelo cuja validação é o objetivo principal (não necessariamente o final).

Veremos então a pertinência da ideia de se inserir esta Modelagem na sala de aula, e o que é necessário para que seja efetivada.

3.3 MODELAGEM PARA O ENSINO

Uma das principais referências para nortear as práticas pedagógicas é o conjunto dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e a inserção da Modelagem no ambiente escolar segue as concepções incentivadas a fim de desenvolver diversas competências associadas à problematização, contextualização, investigação e formulação de hipóteses (BRASIL, 2002, p.111 e 113). Dessa forma, nossa tentativa de estimular um Cenário para Investigação (SKOVSMOSE, 2000) e uma atividade investigativa orientada pela Modelagem vai ao encontro dos PCN.

Na década de 70, profissionais do ensino mais familiarizados com os conceitos da Matemática Aplicada já procuravam tornar as aulas de matemáticas conectadas com o que ocorria fora das salas de aula. Simultaneamente, o Movimento da Matemática Moderna¹⁴ ganhava força com a atuação do Grupo de Estudos em Ensino da Matemática (GEEM) de São Paulo, difundindo o ensino da matemática centrado em fazer matemática, muitas vezes baseada em explicação teórica com resolução de exercícios, muitas vezes sem aplicações em situações-problema (BÚRIGO, 1989). Alguns grupos opositores a esta reformulação que simpatizavam com o ensino de Matemática mais contextualizada contribuíram para o fortalecimento da inserção, mesmo que aos poucos, dos princípios da Modelagem em algumas salas de aula (ALMEIDA, 2011).

Essa inserção é incentivada como alternativa ao chamado *método tradicional*, embora muitas vezes esteja associada com a noção de *trabalho de projeto*, que “trata-se em dividir os alunos em grupos, os quais devem eleger temas de interesse para serem investigados por meio da matemática, contando com o acompanhamento do professor” (BARBOSA, 2001, p.8). No Brasil, uma das características mais evidentes em nossas experiências é o forte viés antropológico, político e sociocultural, aparentemente não tão focado nos movimentos internacionais (BARBOSA, 2001). Provavelmente tal particularidade faça com que existam algumas diferenças contextuais entre as práticas da Modelagem e da Matemática Aplicada.

Vimos que nossas referências sobre a Modelagem mantêm suas particularidades, tornando-se quase natural que as discussões internacionais apontem para duas linhas de pensamento gerais dentro do assunto: a *pragmática* e a *científica*. Na pragmática, acredita-se que “os tópicos matemáticos ensinados na escola devem ser aqueles que são úteis para a sociedade” (BARBOSA, 2001, p.3), enquanto que a científica “considera a ciência matemática e sua estrutura como um guia indispensável para ensinar matemática, a qual não pode ser abandonada” (IDEM, p.3). De outra forma, a visão pragmática enfatiza aspectos externos da matemática e a visão científica foca nos aspectos internos.

Esta bipolarização faz com que pensemos numa terceira visão, que Barbosa (2001, p.4) chama de *sócio-crítica*. As características desta nova corrente se baseiam em diferentes tipos de conhecimentos sustentados por Skovsmose (BARBOSA, 2001, p.3):

- o conhecimento matemático em si;
- o conhecimento tecnológico, que se refere a como construir e usar um modelo matemático;

¹⁴ Movimento internacional que surgiu na década de 60 e que defendia que o processo de ensino-aprendizagem fosse baseado na formalidade e no rigor dos fundamentos da Teoria dos Conjuntos e da Álgebra.

- o conhecimento reflexivo, que se refere à natureza dos modelos e aos critérios usados em sua construção, aplicação e avaliação.

O que se denominou de tendência sócio-crítica não considera adequada a classificação entre aquilo que se considera útil ou não. O que se defende é que as atividades devam intensificar a reflexão sobre a matemática, a própria Modelagem e seu significado social.

Voltemos agora aos Cenários para Investigação. Pensemos em um ambiente no qual os alunos indagam em situações que não foram programadas para obedecer rigidamente um roteiro. Nele, os conceitos e ideias da Matemática se fazem presentes à medida que as atividades vão sendo desenvolvidas. E a culminância não exige a construção de um modelo matemático, que pode surgir ou não dependendo do caminho tomado pelos alunos. Esta descrição acima pode se enquadrar nos ambientes (2), (4) ou (6) da tabela 3.1. Mas mesmo concordando que os ambientes (2) e (4) podem enriquecer as discussões em aula, estes vão contra o que se sustenta por Modelagem, cuja definição possui ampla influência de Skovsmose: “Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (BARBOSA, 2001, p.6).

Esta definição justifica a recusa da associação da Modelagem exclusivamente à realização de projetos descrita antes (BARBOSA, 2001). Afinal, parece que minimiza a grande gama de opções de inserção desta ferramenta nas aulas, que abrange diversos tipos de atividades mais simplificadas (até porque o tempo é um fator relevante na escolha de atividades) adaptáveis às amplas possibilidades de organização curricular.

Para ajudar na compreensão sobre o que Barbosa (2001) pretende incluir dentro da Modelagem, vamos apresentar três *casos* diferentes:

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

Caso 2: O professor traz para a sala de aula um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos coletar as informações necessárias à sua resolução.

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

Notemos que a presença do professor no papel da investigação varia de acordo com o caso, ficando menos forte quando vamos do caso 1 ao caso 3. A tabela 3.2 nos orientará melhor.

Tabela 3.2. O aluno e o professor nos casos de Modelagem.

	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, 2001, p.9.

A seta aponta no sentido do crescimento da participação do aluno na atividade e destaca a diferença significativa entre os casos 1 e 3. Estes são exemplos que podem ajudar a ampliar a utilização da Modelagem para o Ensino, uma filosofia na qual o aluno é convidado a investigar sobre uma situação real de seu interesse, cujas aulas de matemática são mais diversificadas em relação ao paradigma do exercício, e cujo um ambiente de investigação é o cenário de aquisição de novas habilidades, competências e saberes.

3.4 CONCEPÇÕES DE MODELAGEM PARA O ENSINO

As pesquisas recentes oriundas de diversas partes do mundo indicam o quão diversificado é o significado de Modelagem para seus pesquisadores. Portanto, uma definição que contemple todas as vertentes se mostra muito difícil, ainda mais com amplas variações nas concepções difundidas recentemente.

Voltando vinte anos no tempo nos encontramos num período no qual as discussões do tema tendiam para uma bipolarização: a concepção Pragmática ou a concepção Científica (BARBOSA, 2001; KAISER, 2006). Vimos que uma visão Sócio-Crítica da Modelagem foi uma terceira via proposta por Barbosa (2001) para a sua inserção no ensino. Contudo, assim como a Sócio-Crítica, outras linhas de pensamento foram divulgadas na comunidade

científica, levando Kaiser (2006) a sistematizar estas tendências, permitindo uma base de comparação entre elas. Mas antes de chegarmos a estas correntes vigentes, é importante conhecer algumas características que ajudaram a delinear-las.

Avançando alguns anos tivemos uma nova divisão de concepções. A primeira tendência surgiu quando Steiner (KAISER, 2006) inseriu uma *visão epistemológica* na concepção científica, enfatizando o desenvolvimento de uma Matemática mais teórica no processo de aprendizagem. Simultaneamente, Revuz (KAISER, 2006) propôs que o aprendizado tivesse como ponto de partida uma situação-problema a qual conduz às teorias da matemática, culminando na elaboração de um Modelo.

Mais além, uma *perspectiva emancipatória* fica evidente à medida que se introduz uma visão Sócio-Crítica da Modelagem para o ensino da Matemática. E como terceira concepção, uma *perspectiva integradora* defende que as aplicações e a modelagem podem contribuir para que as tendências científica, matemáticas e pragmáticas se relacionem entre si harmoniosamente, ampliando seu campo de utilização.

Tais perspectivas variam significativamente no que concerne às aplicações e à Modelagem. Suas ramificações podem ser diferenciadas de acordo com a ênfase pretendida. Logo, é possível destacar os seguintes objetivos:

- Objetivos Pedagógicos: oferecem habilidades para que nossos alunos compreendam aspectos relevantes de nosso mundo de uma melhor forma;
- Objetivos Psicológicos: estimulam e intensificam a motivação e a atitude em relação ao ensino-aprendizagem da Matemática;
- Objetivos Referentes à Matemática: estruturam o processo de aprendizado com a introdução de novos conceitos e metodologias;
- Objetivos Referentes à Ciência: concebem a Matemática como uma Ciência, destacando fatores de outras áreas que contribuíram para o desenvolvimento da Matemática.

Voltando aos dias de hoje, percebemos que as discussões nos direcionam para novos refinamentos das tendências apresentadas antes. Algumas novas perspectivas podem ser identificadas como novas ramificações ou até mesmo como uma continuação de alguma perspectiva antecessora. Pesquisas recentes e vigentes serviram como base para essa nova sistematização das linhas de pensamento da Modelagem (KAISER, 2006).

Perspectiva 1: Modelagem Realista ou Aplicada

Objetivo Central: Objetivos pragmáticos e aplicáveis, ou seja, resolução de problemas referentes à realidade para melhor compreensão do mundo e desenvolvimento das habilidades de modelagem.

Relação com Perspectivas Antecessoras: Perspectiva Pragmática de Pollak.

Outras relações: Pragmatismo Anglo-Saxão e Matemática Aplicada.

Autores cujos artigos direcionam esta perspectiva: Burkhardt; Kaiser & Schwarz.

Perspectiva 2: Modelagem Contextual

Objetivo Central: Objetivos psicológicos e referentes à Matemática, ou seja, resolução de problemas para aplicação em outros problemas, sem necessariamente aplicar ao mundo real.

Relação com Perspectivas Antecessoras: Se relaciona com pensamentos mais recentes de Piaget e Vygotsky, e também do Pragmatismo Americano, sem associação direta com perspectivas anteriores.

Outras relações: Debate americano sobre resolução de problemas assim como a prática recorrente em sala de aula e as experiências em Laboratórios de Psicologia.

Autores cujos artigos direcionam esta perspectiva: Doerr; Iversen & Larson; Pierce & Stacey; Sriraman & Lesh.

Perspectiva 3: Modelagem Educacional, subdividida em Didática e Conceitual.

Objetivo Central: Objetivos pedagógicos e referentes à Matemática. *Didática:* Estruturação do processo de aprendizagem e sua implantação. *Conceitual:* Introdução e desenvolvimento de conceitos.

Relação com Perspectivas Antecessoras: Perspectivas Integradoras (Blum, Niss) e concepções posteriores da tendência Científico-Humanista.

Outras relações: Referenciais teóricos sobre aprendizado e didática.

Autores cujos artigos direcionam esta perspectiva: Blomhoj & Hoff Keldsen; Galbraith & Stillman; Lingefjärd; Michelsen; Maaß.

Perspectiva 4: Modelagem Sócio-Crítica

Objetivo Central: Objetivos pedagógicos assim como uma visão crítica do que concerne nosso mundo.

Relação com Perspectivas Antecessoras: Perspectiva Emancipatória.

Outras relações: Tendências sócio-críticas dentro da Sociologia Política.

Autores cujos artigos direcionam esta perspectiva: Barbosa (KAISER, 2006); Araujo; Caldeira; Ferreira & Wodewotzki, todos segundo Araújo (2009).

Perspectiva 5: Modelagem Epistemológica ou Teórica

Objetivo Central: Objetivos com ênfase Teórica. Ou seja, a difusão do desenvolvimento da teoria.

Relação com Perspectivas Antecessoras: Perspectiva Científica segundo as concepções iniciais de Freudenthal.

Outras relações: Epistemologia Romana.

Autores cujos artigos direcionam esta perspectiva: Garcia, Gascon, Ruiz Higuera & Bosch.

Perspectiva 6: Esta pode ser descrita como uma Meta-Perspectiva: a Modelagem Cognitiva.

Objetivo Central: Possui um direcionamento para *Pesquisa:* análise e compreensão dos processos cognitivos provenientes do processo de modelagem. Tem *Objetivos psicológicos:* difusão do processo de pensamento matemático usando-se modelos como imagens mentais, ou mesmo imagens físicas, ou ainda a ênfase da modelagem como um processo mental assim como a abstração ou a generalização.

Relação com Perspectivas Antecessoras: Não há.

Outras relações: Psicologia Cognitiva.

Autores cujos artigos direcionam esta perspectiva: Borromeo Ferri.

Após organizar esta classificação, Kaiser (2006) salienta que o fato de um autor estar enquadrado numa categoria não implica em suas concepções se limitarem a suas respectivas características. Pode haver revisões ou até mesmo mudança nas pesquisas futuras. Também se deve considerar que tal sistematização se baseia na leitura de artigos publicados e pretende ser apenas um referencial para novas pesquisas. Algumas tendências são oriundas de concepções anteriores enquanto outras vão contra o que já foi pensado. Defende-se então que se esclareçam os conceitos adotados, convergindo para um melhor entendimento mútuo sobre a Modelagem. Talvez o primeiro passo tenha sido dado por Kaiser (2006) ao elaborar o comparativo entre as correntes vigentes que descrevemos nesta seção.

4 EXPERIÊNCIAS EM MODELAGEM PARA O ENSINO

Neste capítulo mostramos algumas experiências na área de Modelagem que nos ajudaram a elaborar a proposta que norteia esta pesquisa. Inicialmente focamos na Modelagem na Educação Matemática em todos os níveis de ensino. Na sequência, buscamos relatos de aplicações nas quais o cenário envolvido apresenta maior identificação com o trabalho realizado.

4.1 PRATICANDO A MODELAGEM

Começamos com duas experiências relatadas por Meyer, Caldeira & Malheiros (2011) cujo intuito era o de motivar docentes, atuantes ou em formação, a adotar a prática da Modelagem como metodologia presente no ambiente escolar.

Experiência 1: A construção da cobertura de uma quadra poliesportiva da escola

Realizada em uma escola municipal, teve como primeiro passo a escolha do tema em discussão com os alunos. Inicialmente surgiram temas mais amplos, como desmatamento e poluição do ar e rios. Porém, foi detectada uma suspeita de receio por parte da turma em citar questões diretamente relacionadas com a escola. Vencida esta barreira, foram acrescentadas sugestões como: plantio de árvores, cobertura da quadra poliesportiva, aulas de Informática, dentre outros. Ao final do diálogo, a necessidade de colocação de cobertura da quadra poliesportiva da escola foi escolhida como problema não matemático a ser discutido.

Após uma visita técnica para familiarização com o espaço, a atividade em sala foi realizada inicialmente com desenhos de possibilidades de cobertura, o que auxiliou na inserção de alguns conceitos de matemática para os alunos. A participação do pai de um aluno relatando sua experiência como pedreiro enriqueceu ainda mais as aulas. Ao final os alunos observaram que os conteúdos aprendidos foram motivados pelo currículo da série e também por se mostrarem inseridos na proposta de modelagem realizada.

Ao final dos trabalhos, uma proposta de modelo para a cobertura foi finalizada, e enviada formalmente para a prefeitura do município.

Experiência 2: Construção de uma área de lazer

Assim como a experiência anterior, o cenário também foi uma escola municipal em área periférica de um grande centro urbano, e o processo de escolha ocorreu de modo semelhante, culminando na construção de uma área de lazer em um espaço livre próximo da escola.

O trabalho de investigação começou a partir de uma saída de campo com os alunos para a familiarização do espaço, auxiliados com mapas e máquina fotográficas. De volta à sala, era hora de se tentar inserir conceitos da disciplina simultaneamente à realização do projeto. Era visível a preocupação por parte da professora quanto aos registros dos alunos. Ainda muito dependente do uso do quadro-negro, foi preciso motivá-la a usar o livro didático como forma de retomar os conceitos ao invés de registros no caderno, enfatizando que não era tão aconselhado utilizar o livro rigidamente como um guia, mas como um material de apoio na construção das competências envolvidas.

Vivência semelhante a esta é relatada por Skovsmose (2000). Provavelmente alguns outros países europeus de maior proximidade com a realidade vivida por Skovsmose na Dinamarca tinham outras experiências, comparadas com as nossas, no que consiste em práticas alternativas ao paradigma do exercício.

Um grupo de alunos de cerca de 7 anos foi responsável pela implantação de um pequeno playground em uma área disponível dentro da escola. Na etapa de experimentação, atividades de “teste¹⁵” foram realizadas em outros playgrounds para ajudar a definir quais os brinquedos do espaço a ser construído, afinal, quem mais entende do assunto do que as próprias crianças. Foram observados ao longo do período destinado ao projeto, que levou alguns meses, momentos de “trabalho de escritório¹⁶”, nos quais os alunos compreenderam o quanto é importante saber somar e subtrair. E o clima de sala de aula, organização do espaço e postura na relação professor-aluno comprovaram a riqueza da atividade.

Como produto final, o playground foi construído com o envolvimento dos pais nos fins de semana.

Seguimos nosso rol de atividades comentando as propostas de Biembengut & Hein (2007), as quais diferem um pouco das apresentadas até aqui. Enquanto os relatos anteriores eram apenas de experiências vivenciadas, nessas propostas são sugeridas atividades a serem

¹⁵ As crianças foram brincar nos playgrounds para elencar seus brinquedos favoritos.

¹⁶ Enquanto a turma permanecia em aula, sua organização de mesas e sua postura diante dos exercícios lembrava uma rotina de escritório.

experimentadas seguindo as etapas de *interação*, *matematização* e *modelo*, já discutidas no capítulo anterior. Embora os autores afirmem que as experiências foram vividas e bem sucedidas, ressaltamos que nem sempre é possível seguir um roteiro rigidamente como se fosse possível antever os passos seguintes na modelagem. Às vezes, é somente no desenrolar da atividade que podemos definir o que orientará os passos seguintes.

Optamos por elencar apenas as situações-problema escolhidas para as atividades de modelagem, pois não há relatos que nos permitam detalhar as vivências adquiridas no decorrer das experimentações, conforme observamos antes. As atividades sugeridas estão relacionadas com: a *construção de embalagens de produtos*; *construção de casas*; a investigação das *ornamentações* encontradas em tapeçaria, bordados, vitrais, pinturas e azulejos; o estudo da *razão áurea*; uma investigação a partir do *comportamento das abelhas*; e o método da *cubagem*, que é o cálculo do volume da madeira em metros cúbicos.

Leituras anteriores indicam que uma das principais referências bibliográficas no campo da Modelagem é Bassanezi (2010), que elenca inúmeros modelos associados a problemas não matemáticos, explorando-os em diferentes níveis de ensino, procurando disseminar os conceitos ali presentes e motivar a prática da Modelagem no Ensino Básico e no Superior. Vamos mostrar agora dois relatos de experiência que ilustram duas possibilidades de abordagem dos temas selecionados: uma opção de *tema para todo o curso* e uma *Modelagem Parcial e Resolução de Problemas* (BASSANEZI, 2010).

Tema 1: Construção de uma casa – Tema para todo o curso

Esta experiência foi vivida por Biembengut em 1986, numa turma noturna de 5ª série de uma escola no município de Mogi Guaçu. O problema escolhido foi elaborar uma planta para uma casa alocada num terreno de 80 metros quadrados. A partir desta planta, foram discutidas as variáveis que estavam associadas com as quantidades dos materiais necessários e seus custos, possibilitando uma integração com conhecimentos de geometria plana, de geometria espacial e de operações financeiras.

Tema 2: Construção de uma piscina – Modelagem parcial e resolução de problemas

O público foi uma turma de Cálculo II, cujos alunos eram do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, em 1980. Havia uma suspeita de que as turmas reclamavam da ausência de aplicação dos conceitos introduzidos na disciplina, o que motivou professores a procurar possibilidades para atender tais anseios. Neste caso,

deveriam ser resolvidas as seguintes questões a partir da planta conhecida de uma piscina já construída:

- a) Cálculo do volume da piscina;
- b) Área para colocação de azulejos;
- c) Variação da altura do nível da água quando a piscina está sendo cheia;
- d) Tempo necessário para se encher a piscina.

Podemos perceber que um trabalho completo de Modelagem iria requerer muito mais análise e experimentação do que vemos neste caso, remetendo ao que Barbosa (2001) defende com relação às práticas mais simplificadas de Modelagem, devido ao curto tempo disposto para tal, frequente nos cursos universitários semestrais.

4.2 CASOS DE MODELAGEM DENTRO DO NOSSO CAMPO DE ESTUDO: ENSINO AGROPECUÁRIO

Na seção anterior listamos trabalhos publicados que divulgavam a Modelagem como ferramenta plausível e enriquecedora para a prática docente tanto na Educação Básica quanto na Superior. Não é difícil encontrarmos dezenas de práticas bem sucedidas em outros livros e produções acadêmicas. Porém, aparentemente, ainda não são muitas as propostas direcionadas para os Cursos Técnicos de Agropecuária. Por isso, destacamos agora estudos que apresentam maior afinidade com nosso cenário e nossas metodologias, complementando nossa pesquisa.

Voltamos ao livro de Bassanezi (2010), a uma experiência realizada na Unicamp em 1983, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, para alunos de Tecnologia de Alimentos. Chamava a atenção o uso de camisetas com a mensagem “Detesto Cálculo”, usadas até por alunos que sequer haviam cursado a disciplina, demonstrando uma antipatia prévia baseada provavelmente no alto índice de reprovação dos alunos.

Buscando motivar a turma, foi proposta a organização dos trabalhos de acordo com suas proposições de temas e situações. O tema decidido foi o *problema da plantação de batatas*, sugerido por um aluno da seguinte forma: “Meu pai planta batatas, colocando cada semente a uma distância de 30 cm, queria saber por que ele faz desta maneira” (BASSANEZI, 2010, p.185).

O conhecimento sobre batatas era muito limitado, então para começar a organizar os trabalhos era necessário obter dados técnicos junto à Secretaria da Agricultura, os quais

detalhavam espaçamentos, peso e produção médios, e tabelas com dados experimentais. Esta coleta permitiu formular a questão cuja resposta informaria qual espaçamento entre duas mudas contribuiria para maximizar a produção. A difusão dos resultados obtidos neste problema poderia ser de grande contribuição para pequenos produtores melhorarem seus rendimentos, ratificando o papel social que uma visão sócio-crítica da Modelagem pode oferecer.

A lista de problemas propostos elencados por Biembengut e Hein (2007) é completada com o caso da *criação de perus*. O modelo obtido indica o tempo ideal para o abate de perus, particularmente as fêmeas, neste caso, através de funções polinomiais. Seguindo as orientações de interação com a situação-problema foram levantadas informações técnicas, segundo as quais se constatou que machos e fêmeas são separados logo após o nascimento em espaços de confinamentos adequados às fases de crescimento do peru até o seu abate, que ocorre entre 70 e 84 dias para as fêmeas e em até 160 dias para os machos. As variáveis do modelo foram relacionadas com o consumo de ração e ganho de massa, cuja tabela de dados foi extraída de revista especializada na área. Ao final do trabalho o modelo obtido estava coerente com as informações de especialistas, embora ainda se ressalve que outros fatores não foram considerados, como quantidade e tipo de ração, e que podem alterar alguns resultados. Mas esta flexibilidade mostra a relevância do estudo e da utilização desta ferramenta em casos de pequenos criadores.

4.3 PESQUISAS ACADÊMICAS

Nossos pressupostos teóricos são compartilhados por colegas que têm refletido sobre o processo de ensino-aprendizagem em Matemática, conforme verificamos em pesquisas e publicações. Ao buscarmos informações sobre cursos de pós-graduação em *sites* das universidades, da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ou do MEC – Ministério da Educação, notamos ampla oferta de programas na área de Ensino de Matemática e de Educação Matemática, além da própria Modelagem, para a qual já se criaram programas específicos. Buscamos apoio em três trabalhos escritos por colegas do nosso Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que apresentaram mais afinidade com nossos propósitos.

A dissertação de Schönardie (2011) apresenta uma atividade para introdução dos conceitos da Função Afim para alunos do 7º ano do Ensino Fundamental numa escola municipal de Porto Alegre, dentro de um cenário para investigação sugerido por Skovsmose. O que se pretendia observar era qual das operadoras de telefonia celular disponíveis no Rio Grande do Sul oferecia um plano de serviços mais vantajoso dentro das necessidades do cliente. O ambiente de aprendizagem teve um tema definido pela professora baseado em sua forte presença na realidade do estudante: o uso do celular. Isto ajudou para que fosse aceito o convite, e não imposto pelo docente. Inicialmente foram apresentados dados de pesquisas sobre a telefonia móvel no Brasil para então se fazer um levantamento de dados junto aos alunos, possibilitando uma pequena análise sobre seus hábitos com os telefones celulares. Após o momento destinado às pesquisas, foram produzidos cartazes informativos que permitiram um comparativo entre os serviços oferecidos e seus respectivos valores cobrados.

Os primeiros momentos de investigação seguiram a organização de Modelagem sugerida por Biembengut e Hein (2007) que descrevemos no capítulo anterior, e o cenário utilizado estava próximo do ambiente (6) de Skovsmose (2000). Observamos uma transição do cenário para investigação, um ambiente (6), para o paradigma do exercício, transitando entre os ambientes (1) e (3), quando foram trabalhados exercícios sobre os conceitos de função, sem necessariamente estar vinculados à situação-problema da pesquisa. A proposta foi bem sucedida e é muito interessante, e possui o diferencial de adiantar para o sétimo ano o aprendizado sobre Função Afim, mostrando estar planejada para que as etapas ocorram dentro dos objetivos previamente definidos pelo professor, mas mantendo todas as características de uma Modelagem.

Uma escola com características semelhantes à nossa oportunizou a pesquisa de outras duas dissertações. Assim como nosso Campus Alegrete do Instituto Federal Farroupilha se originou da Escola Agrotécnica Federal de Alegrete, o Campus Rio do Sul do Instituto Federal Catarinense é oriundo da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, o que nos aproxima muito em infraestrutura e público alvo e pode viabilizar uma contribuição mútua de experiências didático-pedagógicas relacionadas não somente ao ensino da Matemática, mas também presentes na formação profissional de Técnicos Agrícolas.

Civiero (2009) fez um aprofundamento teórico da Educação Crítica e suas influências para a concepção de uma Educação Matemática Crítica na ótica de Skovsmose, que posteriormente incentivou a implantação de Cenários para Investigação nas escolas. O que a diferencia de Schönardie (2011) é a inclusão dos Conceitos da Transposição Didática de Chevallard e uma interação entre as diferentes teorias abordadas.

Os alunos envolvidos eram do Curso Técnico em Agroecologia e do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, os quais possuíam um Projeto de Iniciação Científica (PIC) em seus currículos, descrito detalhadamente pela autora com o objetivo de fazer conexões entre esta atividade curricular e com os pressupostos teóricos referidos na pesquisa. Os temas foram selecionados a partir de uma coleta de dados sobre os PIC, já implantados e concluídos, garantindo a integração do tema com os conhecimentos produzidos no decorrer de suas formações. Ao final, havia quatro possibilidades de temas: *Influência da Linhagem do desempenho dos frangos de corte*, *Compostagem a partir de diversos resíduos orgânicos*, *Respostas do milho em sistemas de plantio direto e convencional no município de Agrolândia, safra 2005/2006*, e *Aspectos econômicos da conservação de cebola roxa e crioula no Alto Vale do Itajaí, na safra 2004/2005*. Apresentadas as opções, os três primeiros temas foram escolhidos pelas quatro turmas de 1ª série. O tema escolhido por duas turmas, uma de cada curso, foi sobre *compostagem a partir de diversos resíduos orgânicos*, escolhido como experiência norteadora da dissertação e detalhadamente relatada, enquanto os outros temas geraram um roteiro de atividade para difusão entre docentes, disponíveis no apêndice do texto.

Toda a atividade teve como base o relatório do Projeto, cujo objetivo principal era estudar a experiência realizada para buscar relações com os conhecimentos de matemática já ensinados na escola, visando estimular o aprendizado de diversas ferramentas que integram os conhecimentos da realidade com os saberes da área, como álgebra linear e métodos de aproximação por correlação linear.

Descrevemos agora a dissertação de Scheller (2009) que apresenta sua proposta descrevendo o Projeto de Iniciação Científica – PIC, (o mesmo de Civiero (2009). da Escola Agrotécnica de Rio do Sul), confirmando a relevância que este projeto institucional possui para integrar conhecimentos. O uso da Modelagem para o ensino orienta o suporte teórico, acompanhado da teoria de formulação de conceitos defendida por Vigotsky.

Sua metodologia consistiu em acompanhar o PIC de dois grupos que manifestaram interesse em dois temas distintos: *Lactação de vacas leiteiras* e *Sistemas de criação de frangos de corte*. No primeiro, o grupo fez coleta de dados e observação de 6 vacas leiteiras ao longo do período destinado ao PIC a fim de encontrar uma curva de lactação e fazer um comparativo com os casos descritos em materiais especializados. Já o segundo grupo fez um estudo comparativo entre dois sistemas de criação de frangos: o automático e o semiautomático. Ao final, pretendia-se verificar qual sistema gerava melhores resultados e se havia possibilidade de antecipação do momento de abate do animal. Em ambos os casos,

buscou-se aprofundar os conceitos matemáticos já programados na organização curricular e, dentro das necessidades constatadas, apresentar novos assuntos. Os alunos demonstravam facilidade em inserir dados nas planilhas eletrônicas do Microsoft Excel e compreender as curvas geradas pelo software.

O grande destaque dessa pesquisa é a inserção de tópicos usualmente abordados no Ensino superior em turmas de nível médio, como ajuste de curvas com utilização do Método dos Mínimos Quadrados. Auxiliados pelos softwares Winplot e Graphmática, e após um período de aprendizagem de novos conteúdos, os resultados mostram o sucesso da experiência. Os estudantes desenvolveram suas habilidades em interpretar gráficos complexos gerados por aplicativos computacionais, e os compararam com os informados na bibliografia especializada para confirmar a coerência do modelo obtido, o que certamente contribuiu significativamente em suas formações técnicas.

Existem ainda dezenas de trabalhos igualmente bem sucedidos e que merecem atenção maior do que lhes demos. Isto somente reforça o fato de que se tem procurado renovar práticas pedagógicas com a finalidade de acrescentar habilidades e competências associadas à investigação, identificação e resolução de situações-problemas, seja no Ensino Técnico ou no Ensino Regular.

5 A PROPOSTA DE ENSINO

Num primeiro momento nos familiarizamos com o contexto do ensino técnico na área de Agropecuária e, mais especificamente, da instituição que ambientou a experimentação da nossa proposta. Na sequência, apresentamos os referenciais teóricos que julgamos pertinentes aos nossos objetivos, e acrescentamos relatos de experiência já publicados e disponibilizados à comunidade escolar, confirmando que nossas pesquisas rumam ao encontro dos anseios da Educação Matemática. Pretendemos agora divulgar nossa contribuição nesta caminhada rumo às modificações que se mostram bem vindas ao contexto escolar. Conheceremos então a proposta que foi a base deste trabalho, cuja apresentação se estrutura em três momentos: a *motivação*, a *concepção* e a *experimentação*.

5.1 A MOTIVAÇÃO

Uma característica amplamente visível dentro do contexto escolar, seja qual for o nível de ensino, é a *independência* que uma área do conhecimento pode apresentar perante as demais. Em outras palavras, os conhecimentos discutidos no espaço de uma disciplina não dialogam com os de outra disciplina, por mais semelhantes e complementares que sejam. Em nossa escola a situação é similar, sendo em diversos momentos motivo de reclamações de colegas docentes.

A consequência dessa transmissão do conhecimento sem que se derrubem os muros que isolam as disciplinas é a dificuldade demonstrada pelo estudante em conectar os saberes adquiridos. Como então permitir que estes obstáculos sejam ultrapassados? A grande maioria dos docentes de hoje foram formados com base neste modelo desconexo, portanto mantém esta estrutura largamente vigente.

Nossa área, a Matemática, está tão presente no mundo real que é praticamente impossível não se recorrer aos seus conceitos quando se pretende estudar outras áreas de conhecimento. Porém, não são poucas as vezes que ouvimos queixas do tipo: “fulano não sabe usar tais conceitos de matemática em outra disciplina”. A constatação mais evidente é que alguém precisa intervir e permitir a conexão. Mas como? E a quem cabe tamanha responsabilidade?

Conforme relatamos antes, a articulação entre os conhecimentos é estimulada segundo os PCN (BRASIL, 2002), e deve ser contextualizada para mostrar sua relevância e justificar seu aprendizado. Vimos que as concepções da Educação Crítica estão coerentes com os objetivos ditados por esta publicação do Ministério da Educação, e que nos auxilia na montagem de ambientes de aprendizagem adequados a conceber investigações que adotam metodologias como a Modelagem para resolver problemas não matemáticos.

Articular conhecimentos entre diferentes áreas de conhecimento exige um esforço por parte de cada docente em contribuir para a efetivação desta interação. Este é um trabalho de equipe. Mas sabemos que existem ainda dificuldades (tempo de aula, cumprimento da ementa, sobrecarga de trabalho, etc.) que impedem a adoção de novas ações metodológicas dentro de cada espaço individualizado de aprendizado. Cabe às coordenações oportunizar os momentos de integração entre docentes e oferecer suporte para que se atinjam os objetivos almejados. Felizmente, nossa instituição abriu possibilidades que convergiam com os propósitos desta dissertação.

Uma ação iniciada em 2011, no Instituto Federal Farroupilha, em todos os campi, foi estabelecer uma nova organização curricular dos cursos técnicos, na qual os conhecimentos seriam trabalhados de maneira mais articulada. De fato, os cursos técnicos de nível médio são *integrados* ao Ensino Médio, mas poucas vezes há a integração dos tópicos trabalhados. Este movimento pedagógico foi levado ao Campus Alegrete, onde foi definido que seria desenvolvido como um *Projeto Integrador*.

Naquele ano, a escola contava com três cursos técnicos integrados: Agroecologia, Agropecuária e Informática, respectivamente com 2 turmas (1ª e 2ª séries), 11 turmas (quatro 1ªs séries, quatro 2ªs séries e três 3ªs séries) e 3 turmas (1ª, 2ª e 3ª séries), totalizando 16 turmas e mais de 80 docentes envolvidos. Acreditamos que a inserção de todas as turmas e docentes neste projeto era arriscada, pois uma mudança desse porte requer planejamento e precaução. Inicialmente se pretendia escolher um tema único para todos, o que claramente se mostrava impraticável dentro de grupo tão heterogêneo. Optou-se por separar as turmas por curso, e dentro da Agropecuária, subdividir por séries. Caberia a cada docente escolher um dos grupos formados, para que depois se definisse o tema do Projeto Integrador, e então desenvolvê-lo no decorrer do 1º semestre letivo de 2011. Ao final desta experiência, como esperado, diante das expectativas que eram altas demais, os resultados foram pouco satisfatórios. Contudo, para nós foi de grande auxílio para chegarmos à construção do nosso material, e por isso detalharemos um pouco da trajetória do grupo da 1ª série do Curso de Agropecuária.

Formado nosso grupo, com cerca de dez docentes, o primeiro desafio era o de definirmos um tema que pudesse ser inserido por todos em suas aulas. Mas o muro que isola cada disciplina dificultava tal tarefa, pois cada docente pouco sabia sobre as aulas alheias. Talvez fosse mais fácil para todos se pensassem um pouco nas aulas que tiveram em suas épocas de estudantes, dentro das disciplinas propedêuticas, que estão em todos os currículos. Mas para quem não tem conhecimento de áreas técnicas, como saber o que se passa naquelas aulas? Para que fosse possível uma integração, era necessário saber o que cada matéria oferecia aos alunos. Então decidimos que na reunião seguinte cada professor nos apresentaria sua disciplina com seus conteúdos e características. Assim, poderíamos pensar de modo a contribuir com todos os colegas.

Nosso projeto consistiu na idealização de uma propriedade agropecuária sustentável, que seria desenvolvida por grupos nas quatro turmas. A culminância seria uma mostra de maquetes na metade do 2º semestre, coincidindo com a Semana de Ciência e Tecnologia daquele ano, cujo tema era Desenvolvimento Sustentável. Cada propriedade deveria ter uma área dentro dos limites definidos, entre 20 e 30 hectares, com a produção de certas culturas, obrigatórias por estarem dentro das disciplinas envolvidas no projeto. Ainda se deveria levar em consideração o fornecimento de energia e água, e as legislações vigentes.

As disciplinas envolvidas foram: Matemática, auxiliando nas proporções das maquetes e na definição das medidas da propriedade; Português, na leitura de textos sobre o tema; Biologia, sobre a anatomia dos animais e vegetais envolvidos; Piscicultura, com a criação de peixes em tanques; Zootecnia Geral, contribuindo nas criações animais; Agricultura, na organização de pequena lavoura; Olericultura, visando a montagem de uma horta; Avicultura, com as opções de aves de postura ou de corte; Construções Rurais, mostrando as medidas mais adequadas para as criações; Associativismo e Cooperativismo, estimulando a integração das culturas; e Gestão Ambiental, mostrando que a legislação deve ser respeitada pelo bem coletivo.

A empolgação inicial foi perdendo força ao longo do semestre. O que se podia perceber era que o projeto não foi para dentro das salas de aula, como era esperado. Poucos professores ofereceram espaço para que os alunos indagassem e solicitassem auxílio na construção de seus projetos. Para motivar o grupo, foi organizada uma visita técnica à região de Ijuí, no noroeste do estado, onde havia uma Exposição Agropecuária e também a visita a propriedades, mostrando aos futuros técnicos quais caminhos poderiam seguir. Mas ainda assim o projeto se estagnava cada vez mais. As maquetes (Figura 5.1) foram construídas e apresentadas para as outras turmas, sendo avaliada pelos professores das disciplinas de

Matemática e de Associativismo e Cooperativismo, que valorizaram bastante a atividade do projeto na composição de sua nota semestral.



Figura 5.1 – Maquete de uma propriedade modelada pelos alunos. Fonte: o autor.

As aulas de Matemática dedicaram momentos exclusivamente para o projeto, o que ajudou a retomar conceitos já trabalhados nessa série e em etapas anteriores. No entanto, a Matemática não surgiu como esperado, e sua contribuição não foi tão significativa quanto pretendia ser. A desmotivação foi causada provavelmente pelo pouco empenho de alguns colegas em integrar o projeto às suas aulas e também pela própria instituição, que durante meses pareceu abandonar o projeto e não possibilitou todas as reuniões necessárias para uma atividade desta importância.

Apesar de tudo, podemos afirmar que a semente estava plantada, e esta dissertação é fruto desta semente. Após este projeto, pensamos em reorganizar esta proposta, adaptando-a de acordo com as necessidades de nossa área, de modo a contribuir com nosso principal objetivo, o de possibilitar a integração dos conhecimentos da Matemática com os de outras áreas.

5.2 A CONCEPÇÃO

Diante dos resultados da tentativa de implantação do Projeto Integrador resolvemos repensar na atividade realizada e aplicá-la com outro foco, mais integrado com a Matemática. Reduzimos as turmas (4 para 2 turmas) em função de termos dois docentes de matemática responsáveis pela disciplina na 1ª série, diminuindo então para a metade o total de alunos envolvidos. Na metade do 2º semestre letivo de 2011 levamos a proposta de atividade, a qual não teve grande aceitação por parte dos alunos. Afinal, pensavam se tratar de uma atividade já realizada que não acrescentaria nada mais além de muito trabalho manual em maquete.

Ressaltamos que apesar das semelhanças, não houve qualquer intenção de se repetir a atividade. Os principais objetivos desta nova versão diferem da executada anteriormente, assim como suas etapas e os detalhamentos com os quais os alunos deveriam se preocupar. O conhecimento matemático necessário para se pensar na elaboração da planta da propriedade teve um papel de maior destaque.

5.2.1 O PRIMEIRO MODELO

O produto final deveria ser uma propriedade agropecuária sustentável, não apresentada na forma de uma maquete, mas sim descrita com suas características, focando nas quantidades envolvidas e na integração entre as culturas. Vamos conhecer o roteiro definido.

a) Desenhe sua propriedade, sabendo que ela não pode ser de forma retangular e sua área deve estar entre 20 e 30 hectares. Não se esqueça das medidas de contorno, em metros.

Os conceitos de geometria plana e de cálculo de áreas foram retomados para escolher a região da propriedade. Porém, notamos certa falta de criatividade por parte dos grupos. Eles desenhavam um retângulo e depois inclinavam uma das “alturas”, gerando um trapézio retângulo, cuja área era obtida separando a região toda em um retângulo e um triângulo. A exceção ficou com um grupo que fez uma forma muito aleatória. Eles sabiam que a área deveria ser expressa em hectares, e as medidas dos lados, em metros. Então tomaram como base um quadrado cuja medida do lado era 100 metros, portanto de área igual a 1 hectare. Ao final, “uniram” diversos “quadrados de 1 hectare” até completar a região desejada. Destacamos nessa etapa as dificuldades de compreensão das características das formas

geométricas. Especialmente a aceitação da propriedade da Geometria que afirma que *todo quadrado é um retângulo, mas nem todo retângulo é um quadrado*.

b) Piscicultura: descreva os tanques de peixes com suas dimensões. Qual(is) a(s) espécie(s) escolhida(s) e sua população estimada?

Resgatando os conhecimentos das aulas de Piscicultura, praticamente todos os grupos optaram pela criação de Carpa em suas propriedades. O que chama a atenção na densidade populacional do tanque é que, apesar de ser uma piscina na forma de um paralelepípedo, a quantidade é proporcional aos metros quadrados da superfície. Por exemplo, 5 carpas por metro quadrado. Ao questioná-los sobre esse modo de quantificação, eles disseram que a profundidade de um tanque retangular para a criação é fixa, e por isso seria possível desconsiderar esta variável, e a professora da disciplina de Piscicultura confirmou esta informação. Realmente, se a profundidade considerada for de 1 metro, o valor permanece o mesmo, mas com unidade de medida diferente, 5 carpas por metro quadrado para 5 carpas por metro cúbicos. Mas se a profundidade variar, talvez seja preciso rever esse cálculo.

c) Plantação de livre escolha: Olericultura e/ou Agricultura

Para não deixar a tarefa tão rígida, deixamos em aberto opções de escolha do que eles pretendiam cultivar, mas os lembramos de que seria importante uma relação com a criação de frangos que seria solicitada no item posterior. Foi a tarefa mais complicada de verificar uma coerência nos dados descritos, primeiramente pela ampla variedade de hortaliças e plantas escolhidas, e depois pelas divergências de informações coletadas, algumas colhidas em sites, outras nas aulas e ainda mais algumas, coletadas da vivência de vários dos alunos em fazendas e estâncias. Podiam-se perceber cálculos estimados, sem a preocupação de minimizar o erro em relação ao padrão de publicações especializadas.

d) Avicultura: Descreva as dimensões do galpão de criação, com suas quantidades e tipo de aves.

Mais uma vez as divergências apareceram, mas em menores proporções. O que mais surpreendia era a falta de vontade de buscar as informações nos materiais das disciplinas,

então o “achismo¹⁷” era fonte das respostas dadas. Até o tempo de intervalo entre uma postura e outra (intervalo que as galinhas levam para pôr ovos) variava significativamente. A desmotivação era aparente, talvez pelo fato de que estávamos próximos do final do ano letivo e pelo trabalho parecer repetitivo e monótono naquele momento.

A finalização da atividade foi uma apresentação oral das propriedades, com sua forma, suas culturas e quantidades. Surpreendentemente as exposições demonstraram uma organização planejada e integrada das produções escolhidas, e puderam mostrar o potencial de vários alunos envolvidos nesta experiência. Esse final aumentou a motivação em rever os detalhes da atividade, aprimorando-a para uma nova experiência a ser realizada em 2012.

5.2.2 A PROPOSTA RENOVADA

A primeira mudança para a nova aplicação da proposta foi na escolha da época do ano letivo. A atividade começaria no 2º mês letivo, ou seja, no começo de abril. Isto permitiu um planejamento mais cuidadoso ao longo das férias, com uma preocupação não tão destacada anteriormente. Muitos professores tentam inovar sem saber o quanto realmente se está inovando, pois não buscam subsídios teóricos e nem publicações que podem contribuir nestas experimentações.

Para transformar o ambiente, era preciso conhecê-lo antes. E, diferentemente da tentativa anterior, pretendíamos dar maior liberdade ao aluno, aumentando seu protagonismo no desenvolvimento da atividade. Tomando como base a tabela 3.2, queríamos sair de uma situação enquadrada no Caso 1 para entrarmos nas características do Caso 2. O fato de o professor chegar com a atividade pensada não nos permite avançar ao Caso 3.

O docente almejava tornar a sala de aula um ambiente que permitiria investigações acerca da situação-problema que foi levada aos alunos. Tentamos criar um cenário do tipo (6) descrito na tabela 3.1, buscando integrar as preocupações reais que uma pessoa deve ter no momento de investir em uma propriedade rural. Talvez nosso problema esteja numa zona mista entre os cenários (4) e (6), pois procuramos descartar algumas variáveis (maquinário disponível, número de funcionários, questões climáticas e econômicas) para evitar a fuga do foco previsto, que era o de integrar os conhecimentos da Matemática com os de algumas áreas técnicas. A opção por aplicarmos a atividade em abril também contribuiu para uma melhor investigação de conhecimentos matemáticos, pois poucas aulas tinham ocorrido e as

¹⁷ Expressão utilizada quando uma pessoa defende a veracidade ou a falsidade de um fato sem recorrer a outras fontes, concluindo-a por si só.

dificuldades que surgiram eram mais realistas. Outra ajuda vem da rede de internet sem fio da escola que estava com maior capacidade de transmissão de dados, possibilitando pesquisas através de computadores portáteis dos alunos sem que se saísse da sala de aula.

O produto final que buscamos não é um modelo matemático, mas sim diversos modelos que podem ser remodelados de acordo com as opções feitas para as variáveis envolvidas. Ao olhar de alguns leitores pode parecer que não fizemos uma Modelagem, pois as etapas que descrevemos no capítulo 3, seguindo as concepções de Bassanezi (2010) e Biembengut & Hein (2007), aparentemente não foram plenamente satisfeitas. No entanto, acreditamos estar de acordo com o que Kaiser (2006) definiu como Modelagem Educacional, mantendo ainda sintonia com a visão sócio-crítica de Barbosa (2001).

5.3 A APLICAÇÃO

Nosso espaço de investigação pode não ser considerado por Skovsmose (2000) um legítimo cenário, como o descrito no capítulo 2. Não houve convite, mas sim um pedido de participação aos alunos das quatro turmas recém-ingressantes no Curso Técnico em Agropecuária, totalizando quase 120 alunos, dos quais apenas 4 haviam participado dos trabalhos ocorridos em 2011. O convite/pedido foi aceito sem qualquer ressalva talvez pela boa relação já demonstrada entre alunos e o professor da disciplina.

Estruturamos a Proposta em 4 etapas, com previsão de uma semana de duração cada (3 períodos de 50 minutos), e uma 5ª semana em aberto para imprevistos. Dividimos as turmas em grupos, distribuídos de acordo com a tabela 5.1, e iniciamos os trabalhos. Descreveremos os acontecimentos segundo as etapas realizadas.

Tabela 5.1 – Distribuição dos grupos conforme a turma.

TURMAS DE 1ª SÉRIE	GRUPOS
1º A	A1 a A5
1º B	B1 a B5
1º C	C1 a C6
1º D	D1 a D6

5.3.1 ETAPA 1 – CONHECENDO A PROPRIEDADE

Para tornar a situação mais realista, optamos por usar uma região existente ao invés de deixá-los formatar a sua. Procuramos uma região com obstáculos naturais, tais como um açude e alguma concentração de árvores, e delimitamos sua área a partir de uma poligonal sem sabermos ao certo quais medidas encontraríamos. A figura 5.2 mostra a imagem obtida através do software Google Earth, disponível gratuitamente na internet.



Figura 5.2 – Área onde deve ser estruturada a propriedade dos alunos.

Notemos que um dos recursos disponíveis no software é a escala mostrada no canto inferior esquerdo da imagem. Aproveitamos esta ferramenta para integrar nossas atividades com conhecimentos das aulas de Geografia, as quais abordavam esse assunto na época.

Iniciamos nossa atividade entregando a cada grupo uma folha de instruções¹⁸ e a imagem da figura 5.2 pensando em manter em 100% a proporção da imagem mostrada na tela do computador. Este detalhe se mostrou bastante importante pois, ao reduzirmos ou ampliarmos a figura, a linha da escala se contrai ou se dilata, alterando sua precisão.

Entregues as folhas, solicitamos que realizassem a tarefa inicial: encontrar as medidas dos lados limítrofes da propriedade e a medida de sua área, em metros quadrados e em hectares.

¹⁸ O material utilizado está disponibilizado na íntegra no apêndice deste trabalho.

Nossos objetivos nesta etapa eram que eles aprendessem:

- A utilizar uma escala para obter medidas reais a partir de um mapa ou planta;
- A repartir uma região poligonal em formas nas quais o cálculo de áreas é conhecido;
- A calcular áreas de retângulos e triângulos escalenos;
- A fazer um cálculo com estimativa, minimizando os erros;
- A converter metros quadrados em hectares, e compreender que as medidas do perímetro devem ser lineares.

As dificuldades foram imensas no início. Invariavelmente os grupos tentavam calcular as áreas antes de utilizar a escala. E para o cálculo das áreas estavam sendo utilizados procedimentos muito diferentes dos que esperávamos. Todos os grupos estavam usando a régua (figura 5.3) para medir os segmentos para aplicar a escala. Mas a maneira de tentar encontrar a medida da área estava muito equivocada. Alguns grupos seguiram o mesmo raciocínio: medir os lados em centímetros, somá-los e multiplicar por 300, pois era o único valor à mostra na escala dada. Após, tomar o resultado obtido e dividir por 10.000, convertendo então o valor obtido em metros quadrados para uma medida em hectares. Outros foram um pouco mais criativos. Tomemos como exemplo o grupo A1, cuja tática foi a de transformar a poligonal em um quadrado somando-se as medidas dos lados da poligonal, após aplicar a escala, e dividindo o valor por 4, para encontrar a medida do lado do quadrado. A seguir, calcula-se a área desse quadrado e divide por 10.000, encontrando a área desejada em hectares (figura 5.4).



Figura 5.3 – Grupos trabalhando na Etapa 1. Fonte: o autor.

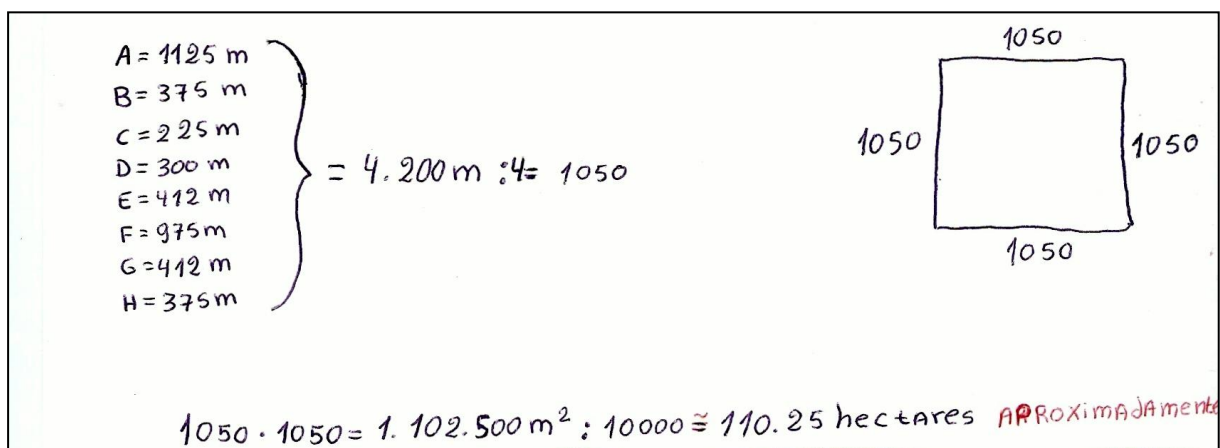


Figura 5.4 – Cálculo equivocado realizado pelo grupo A1.

Notemos na figura 5.4 que as representações dos cálculos não estão corretas. Neste caso, é efetuado o produto “1.050 x 1.050” para obter a área do quadrado ilustrado, em metros quadrados. Logo na sequência, o valor encontrado, “1.102.500” é dividido por “10.000” para conversão em hectares. Mas a maneira como está escrita deixa margens para que pensemos que “1.050 x 1.050 = 1.050 x 1.050 : 10.000”, o que é incorreto. Percebemos que os alunos não respeitam o rigor da linguagem matemática, muitas vezes demonstrando não se preocupar em deixar claro seu desenvolvimento para outra pessoa acompanhar.

Ressaltamos que dos conhecimentos requisitados para esta atividade, apenas abordamos em aula a conversão de unidades. Optamos por não explicar nada previamente para observar quais estratégias seriam utilizadas. Afinal, vários dos participantes possuem forte vínculo com propriedades rurais e poderiam ter ideias de como medir áreas. Mas tais cálculos ficaram dispensados após a chegada do GPS às nossas vidas.

Diante das dificuldades observadas em como realizar a atividade, decidimos fazer um intervalo na aula investigativa para um momento de aula expositiva a fim de orientar os alunos em como efetuar os cálculos das áreas. A explanação focou no conceito de área e de métodos para obter seus valores, enfatizando que um dos caminhos para a realização da tarefa seria repartir a região em retângulos e triângulos, formas geométricas que já possuem uma fórmula bem conhecida. Foi interessante e ao mesmo tempo preocupante observar que, para muitos alunos, as medidas dos lados eram os únicos fatores que determinavam sua área, por isso eles fizeram os cálculos apenas com os valores dados, sem qualquer preocupação com forma. Foi preciso comparar um quadrado e um losango de mesmas medidas de lado para que eles conseguissem enxergar que, apesar do perímetro permanecer o mesmo, a área mudava à medida que os ângulos internos variavam.

O fato da escala estar apresentada numa medida unidimensional e a área ser uma medida bidimensional não permite a conversão de medida no mapa para a medida real através da multiplicação direta. Outro equívoco mostrado por vários alunos era concluir que uma região retangular cuja área era de 10 hectares, por exemplo, poderia ser descrita como um retângulo cujas medidas dos lados são iguais a 5 hectares e 2 hectares. Convencê-los da verdade às vezes era desafiador, mas ajudou a resolver a dificuldade aqui encontrada.

Após a intervenção docente, os grupos voltaram às suas tarefas e cerca de 5 deles foram bem sucedidos em sua realização. Os grupos da turma A estavam desistindo sem tentar, com exceção do grupo A1, que encontrou um valor discrepante (figura 5.4) em relação aos demais, conforme podemos conferir na tabela 5.2. Destacamos o trabalho realizado pelos grupos B2, B3, C1, C2 e C3, cujos valores obtidos (figuras 5.5 a 5.9) mostraram coerência com a imagem, e que compreenderam os conceitos discutidos. Quanto à igualdade dos resultados dos grupos C4, C5 e C6, é possível que seja o resultado da resolução feita no quadro ao final da aula visto que, com as diferentes maneiras de partilhar a área total em retângulos e triângulos, com as diferentes medições com régua, e as diferenças de arredondamento, é muito difícil que sejam obtidos os mesmos valores com precisão de duas casas decimais. Os grupos da turma D tiveram ainda outro percalço devido a uma falha na impressão da região. A imagem foi configurada para ocupar o máximo possível da folha A4, o que ampliou a figura e deformou a linha da escala que, ao invés de marcar 4 cm para cada 300 metros, marcou aproximadamente 5,5 cm para os mesmo 300 metros (figura 5.10). Isto atrasou o andar das atividades nesta turma, justificando a ausência de seus dados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Valores encontrados na Etapa 1

GRUPO	ÁREA (em hectares)	GRUPO	ÁREA (em hectares)
A1	110,25	C2	73
B2	64	C3	71,61
B3	74	C4	71,06
B5	70	C5	71,06
C1	70,86	C6	71,06

4 cm = 300 m

19 ha + 15 ha + 6.5 ha + 15 ha + 3 ha + 6 ha = 64 ha

Área do 1º retângulo
 $550\text{m} \cdot 350\text{m} = 192.500$
 19.25 ha

Área do 1º triângulo
 $\frac{600\text{m} \cdot 500\text{m}}{2} = 150.000 = 15\text{ha}$

Área do 2º triângulo
 $\frac{650\text{m} \cdot 200\text{m}}{2} = 65.000 = 6.5\text{ha}$

Área do 2º retângulo
 $500\text{m} \cdot 300\text{m} = 150.000 = 15\text{ha}$

Área do 3º triângulo
 $\frac{250\text{m} \cdot 250\text{m}}{2} = 31.250 = 3\text{ha}$

Área do quadrado
 $300\text{m} \cdot 200\text{m} = 60.000 = 6\text{ha}$

Figura 5.5 – Cálculos realizados pelo grupo B2.

O grupo B2 realizou cálculos corretos (figura 5.5) esquecendo-se apenas da unidade de medida “m²” após encontrar a medida da área. A propriedade foi repartida em 2 retângulos, 3 triângulos e 1 quadrado. Os triângulos não eram necessariamente retângulos, mas os alunos souberam identificar, medir e converter, de centímetros para metros, suas alturas. Talvez tenha sido desnecessário o arredondamento da área do 3º triângulo de 3,125 hectares para 3 hectares, afinal, trata-se de 1.250 metros quadrados de área.

em hectares.

$A_4 = 10\text{cm} \times 3\text{cm}$
 $10\text{cm} \times 75 = 750\text{m}^2$
 $3\text{cm} \times 75 = 225\text{m}^2$
 $\frac{162750\text{m}^2}{2} = 81375\text{m}^2 = 8\text{ha}$

$A_5 = 3,5\text{cm} \times 4,5\text{cm}$
 $3,5\text{cm} \times 75 = 262,5\text{m}$
 $4,5\text{cm} \times 75 = 337,5\text{m}$
 $\frac{885937,5\text{m}^2}{2} = 442968,75\text{m}^2 = 9\text{ha}$

$A_1 = 8\text{cm} \times 4,5\text{cm}$
 $8 \times 75 = 600\text{m}$
 $4,5 \times 75 = 337,5\text{m}$
 $\frac{202500\text{m}^2}{2} = 101250\text{m}^2 = 20\text{ha}$

$A_2 = 9,5\text{cm} \times 6,5\text{cm}$
 $9,5 \times 75 = 712,5\text{m}$
 $6,5 \times 75 = 487,5\text{m}$
 $\frac{347343,75\text{m}^2}{2} = 173671,875\text{m}^2 = 18\text{ha}$

$A_3 = 7,5\text{cm} \times 9\text{cm}$
 $7,5 \times 75 = 562,5\text{m}$
 $9 \times 75 = 675\text{m}$
 $\frac{379687,5\text{m}^2}{2} = 189843,75\text{m}^2$

74 ha

Figura 5.6 – Cálculos realizados pelo grupo B3

O grupo B3 (figura 5.6) usou 3 triângulos e 2 retângulos (não está escrito, mas fica subentendido pelos cálculos realizados). Os dados estão bem organizados e incluem desde as primeiras medições com régua na folha até o valor final em hectares, mas não houve um critério bem definido para os arredondamentos. A A_1 poderia ter ficado em 20,2 ha. A A_2 foi de 17,36 para 18 hectares, deixando mais de 6.000 metros quadrados de diferença; da mesma forma, A_4 ficou com 4.375 m² de diferença após a aproximação de 8,4375 para 8 ha. Na A_3 não está o valor em hectares, mas pela soma total podemos confirmar que houve a aproximação de 12,98 para 13 ha, que é coerente, assim como a de 8,85 para 9 ha em A_5 .

As anotações do grupo C1 na figura 5.7 mostram que não houve preocupação em organizar as informações para que fosse revisado, corrigido ou analisado. Este foi um dos grupos mais dedicados, mas é possível que mesmo os seus membros se sintam confusos ao rever suas anotações. Os dados estavam corretos e a resposta obtida estava dentro do que esperávamos na atividade.

Na figura 5.8 vemos que os alunos do grupo C2 dividiram a região da propriedade em 8 partes: 3 retângulos e 5 triângulos. Nas áreas 1, 2 e 3 as anotações são acompanhadas de desenhos que indicam os valores, expressos em centímetros e em metros (depois de multiplicados pelo valor de escala), seguidos pelo produto que calcula a área daquela parte. Nas áreas 4 a 8 a fórmula da área é expressa de duas maneiras, uma com os dados medidos, em centímetros, e a outra com os dados já convertidos em metros. Por exemplo, na área 4 temos a expressão: “ $(3,4 \times 1,3)/2 = (255 \times 97,5)/2 = 12.431,31 \text{ m}^2$ ”. Mas não podemos afirmar que o termo da esquerda é igual ao da direita. A igualdade $(3,4 \times 1,3)/2 = (255 \times 97,5)/2$ não é verdadeira, pois o termo do meio é igual a 75 vezes o termo da esquerda. Notamos que, em relação aos grupos anteriores, a soma total das áreas utilizou os valores em metros quadrados para depois converter apenas o valor final para hectares.

O relato da figura 5.9 mostra o exemplo feito no quadro para toda a turma e, mais abaixo, o cálculo que o grupo C3 fez a partir de suas próprias medições, mostrando uma pequena diferença entre os valores obtidos. Enquanto no exemplo foram feitas 6 medições de comprimentos, o grupo realizou 8 medições. Mesmo assim, ambos formaram 5 regiões para calcular suas áreas (3 retângulos e 2 triângulos). Ao final, a diferença da área total ficou apenas em 0,55 hectares, ou 5.500 metros quadrados. O grupo cometeu um pequeno deslize ao descrever as conversões das medidas do mapa para as medidas reais, expressando uma medida de comprimento com a unidade “metros quadrados”.

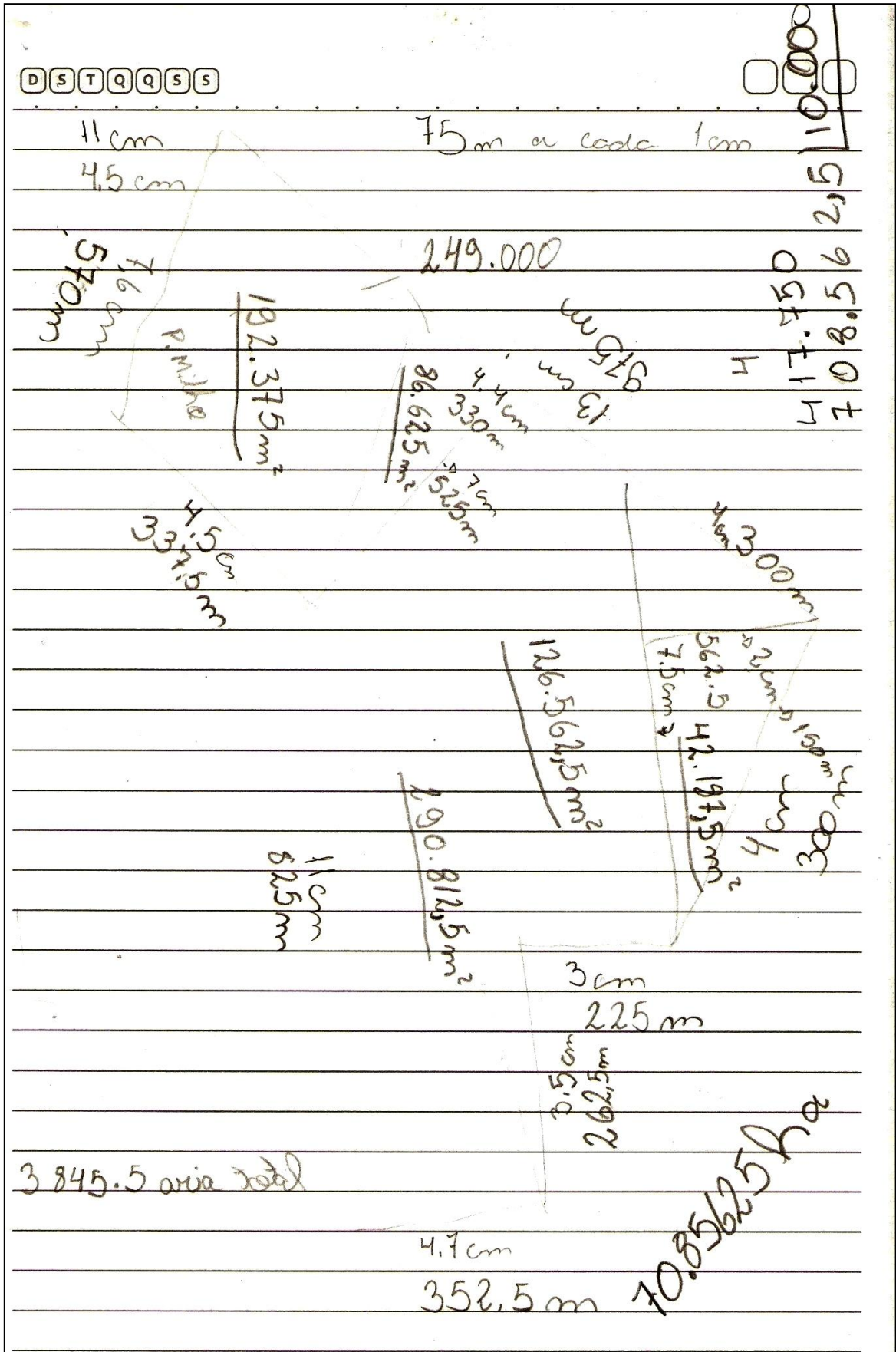


Figura 5.7 – Cálculos realizados pelo grupo C1.

1 - Área! 1ª folha.

1 - $b \cdot h = 1 b \cdot h = 810 \times 337,5 = 273375 \text{ m}^2$

$\begin{array}{r} 4,5 \\ 337,5 \\ \hline 10,8 \end{array}$
810 metros

2 - $b \cdot h = 525 \times 225 = 118125 \text{ m}^2$

$\begin{array}{r} 3,75 \\ 7,75 \\ \hline 5,25 \end{array}$

3 - $\frac{b \cdot h}{2} = \frac{660 \times 127,5}{2} = 42075 \text{ m}^2$

$\begin{array}{r} 1,7 \\ 8,8 \\ \hline 127,5 \end{array}$

4 - $\frac{b \cdot h}{2} = \frac{3,4 \cdot 13}{2} = \frac{255 \times 97,5}{2} = 12431,25 \text{ m}^2$

5 - $\frac{b \cdot h}{2} = \frac{3,6 \cdot 2,5}{2} = \frac{270 \times 187,5}{2} = 25312,5 \text{ m}^2$

6 - $\frac{b \cdot h}{2} = \frac{2,5 \cdot 2,6}{2} = \frac{187,5 \times 195}{2} = 18281,25 \text{ m}^2$

7 - $\frac{b \cdot h}{2} = \frac{4,6 \cdot 2,7}{2} = \frac{349 \times 202,5}{2} = 34931,25 \text{ m}^2$

8 - $b \times h = 78 \times 4,8 = 585 \times 360 = 210600$

273375
118125
42075
12431,25
25312,5
18281,25

39931,25
210600
= 735131,25 ÷ 10.000
73513,125 ha

73513,125 ha

www.grafons.com.br

Figura 5.8 – Cálculos realizados pelo grupo C2.

$3 \times 75 = 225 \text{ m}^2$
 $11 \times 75 = 825 \text{ m}^2$
 $4 \times 75 = 300 \text{ m}^2$
 $1,5 \times 75 = 112,5 \text{ m}^2$
 $4,5 \times 75 = 337,5 \text{ m}^2$
 $7,5 \times 75 = 562,5 \text{ m}^2$

$A_1 \Rightarrow 562,5 \cdot 337,5 = 189843,75 \text{ m}^2$
 $A_2 \Rightarrow 825 \cdot 375 = 278437,5 \text{ m}^2$
 $A_3 \Rightarrow 562,5 \cdot 225 = 128562,5$
 $A_4 \Rightarrow \frac{562,5 \cdot 112,5}{2} = 31640,625$ $A_5 \Rightarrow \frac{562,5 \cdot 300}{2} = 84375$

Em Hectares

$18,98 \text{ ha}$
 $27,84 \text{ ha}$
 $12,865 \text{ ha}$
 $3,16 \text{ ha}$
 $8,43 \text{ ha}$

$71,06 \text{ Área}$

zona 1,2,3 feita como exemplo, em base da feita pelo professor

$4,5 \times 75 = 337,5 \text{ m}^2$
 $7,7 \times 75 = 577,5 \text{ m}^2$ $7,4 \times 75 = 555 \text{ m}^2$
 $10,9 \times 75 = 817,5 \text{ m}^2$
 $4,7 \times 75 = 352,5 \text{ m}^2$ $A_1 = 577,5 \times 337,5 = 194906,25$
 $2,8 \times 75 = 210 \text{ m}^2$ $A_2 = 555 \times 300 = 88250$
 $7,5 \times 75 = 562,5 \text{ m}^2$ $A_3 = \frac{562,5 \times 112,5}{2} = 31809,375$
 $1,5 \times 75 = 112,5 \text{ m}^2$
 $4 \times 75 = 300 \text{ m}^2$ $A_4 = 562,5 \times 210 = 118125$
 $A_5 = 817,5 \times 352,5 = 288168,75$

Hectare

$A_1 = 1949$ $\text{Área} = 71,01 \text{ ha}$
 $A_2 = 8,32$
 $A_3 = 3,18$
 $A_4 = 11,81$ $A_5 = 28,81$

Figura 5.9 – Cálculos Realizados pelo grupo C3.

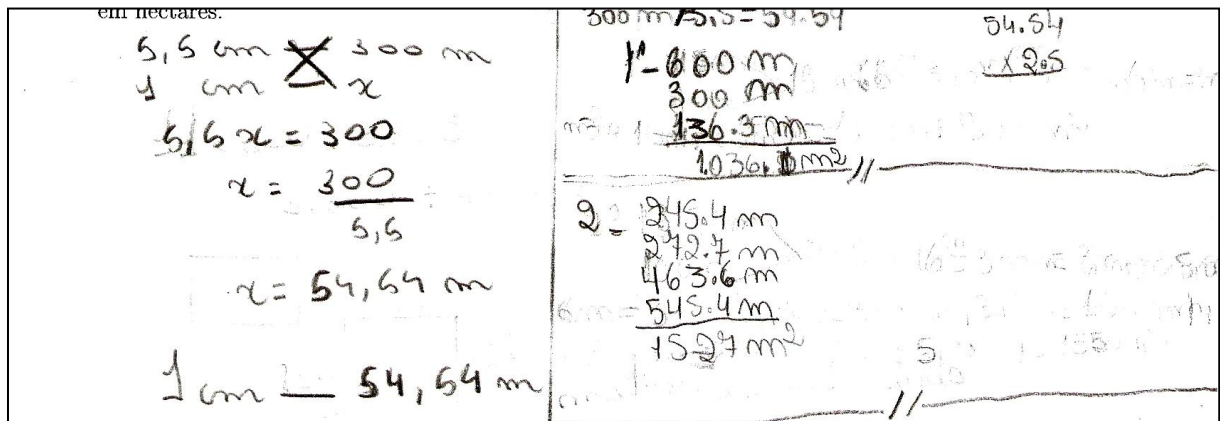


Figura 5.10 – Cálculos realizados pelo grupo D2 a partir de uma escala diferente.

Nesta turma, onde ocorreu a primeira aplicação da atividade, é que houve diferença na figura entregue aos grupos em relação às demais turmas. No processo de impressão das folhas a página foi configurada para que a imagem ocupasse o máximo de espaço possível numa folha A4, o que acabou resultando numa ampliação dessa imagem, enquanto que para as demais turmas conseguimos manter a figura com seu tamanho original. A diferença visível ficou na ilustração da escala, pois a “régua” fornecida pelo software registrava uma medida menor que seu tamanho na folha. Uma marcação que deveria ter um tamanho real de 4 centímetros estava medindo 5,5 centímetros, fazendo com que cada centímetro do mapa estivesse representando 54,54 metros ao invés dos 75 metros esperados (figura 5.10). Notamos ainda na figura 5.10 que os cálculos apresentados não estão corretos, mostrando duas somas com as parcelas expressas em metros e o resultado em metros quadrados. Verificamos que não houve uma revisão da parte escrita mesmo após a resolução no quadro.

Pudemos observar nesta etapa que a grande maioria dos alunos envolvidos mostrava muitas dificuldades em lidar com a Geometria. Estas se apresentavam ainda na leitura e compreensão dos enunciados. Em geral, os conceitos de cálculo de áreas são ensinados ao final do Ensino Fundamental, e considerando-se que estávamos com turmas do 1º ano do Ensino Médio, manifestamos nossa preocupação diante do aprendizado demonstrado por estes estudantes, o qual está aquém do esperado pelos professores, pelas publicações e pelos PCN. Ou seja, o conteúdo foi abordado sem que houvesse o aprendizado desejado.

5.3.2 ETAPA 2 – PRATICANDO A OLERICULTURA

Lendo o enunciado (disponível no apêndice), parece que a atividade era bastante simples. Pedimos que se escolhesse 1 ou 2 tipos de hortaliças e que descrevessem os

tamanhos dos canteiros e estimativas de custos e quantidade de produção. Nossos objetivos eram:

- Trazer um pouco dos conhecimentos da disciplina de Olericultura para as aulas de Matemática;

- Mostrar que a proporcionalidade, as regras de três e o cálculo percentual são muito importantes para estimar custos, lucros e produtividade;

- Mostrar que o cuidado na hora de medir pode trazer benefícios.

Antes de apresentarmos a análise desta etapa, elencaremos as opções feitas pelos grupos.

Grupo A1: alface e beterraba

Foram escolhidas pela época do ano em que estavam (abril de 2012).

Cada uma terá seu canteiro de 1,2 m x 50 m. A alface tem espaçamento de 30 cm e cada 100 g custa em torno de R\$ 12,00. A beterraba tem espaçamento de 10 cm e custo de R\$ 0,70/g.

A irrigação será feita no início e no fim do dia.

Grupo A2: pimentão e tomate

Cada hortaliça terá seus canteiros ocupando uma área de 1 hectare (ha). O pimentão tem espaçamento de 40 cm entre plantas e 80 cm entre linhas, germinação de 65%. Esta horta precisará de 15 mil sementes para produzir 22 mil plantas, cujo custo é de R\$ 6,00 por 120 sementes. O tomate tem espaçamento de 50 cm entre mudas, germinação de 60%, e custo de R\$ 5,00 por pote com 50 sementes, sendo 30 mil sementes para todo o plantio.

A irrigação será feita por gotejamento¹⁹.

Grupo A3: couve brócolis

Foi escolhida porque estava sendo estudada na disciplina.

Serão dois canteiros de 1 m x 100 m. O espaçamento é de 40 cm entre mudas, germinação média de 30 mil mudas/ha. Cada metro quadrado (m²) exige 750 g de sementes, que custam em torno de R\$ 40,00.

A irrigação por irrigador de mão é melhor para o controle da umidade entre as plantas.

¹⁹ Na irrigação por gotejamento são colocados canos de pvc ou mangueiras furadas entre os canteiros para que a quantidade de água seja mais controlada e se evite perda com a evaporação.

Grupo A4: alface e repolho

Os canteiros ocuparão 15 ha para cada espécie. A alface tem espaçamento de 30 cm entre plantas, requerendo 500 g de sementes/ha. O repolho tem espaçamentos de 50 cm e 80 cm, exigindo 200 g de sementes/ha.

A irrigação da alface será constante para manter alto teor de umidade enquanto a do repolho será por aspersão²⁰ ou localizada, de acordo com as necessidades observadas.

Grupo A5: alface

Serão canteiros de 1 m x 50 m, totalizando 2 ha. A alface tem espaçamento de 25 cm entre linhas e 10 cm entre plantas, germinação de 65%, e cada 1 quilograma (kg) de sementes custa em torno de R\$ 2,00.

A irrigação será por mangueira de irrigação ou por regador, dependendo da situação.

Grupo B1: pimentão

Os canteiros terão 2 ha, sendo plantados entre 200 e 300 g de semente/ha.

A irrigação será feita com regador na bandeja de mudas²¹.

Grupo B2: alface e beterraba

Cada um terá 4 canteiros de 1 m x 12,5 m. A alface tem espaçamento de 30 cm e 3 mudas na largura, germinação de 70%, e cada 50 g custam em torno de R\$ 12,00. A beterraba tem espaçamento de 10 cm e 9 mudas na largura, germinação de 85%, e custo de R\$ 55,00/kg.

A irrigação será feita por gotejamento.

Grupo B3: alface crespa loura e pimentão

A alface terá 248 canteiros com espaçamento de 30 cm x 30 cm, germinação de 95%, sendo necessários 13,5 kg de sementes ao custo de R\$ 1855,36. O pimentão terá 152 canteiros com espaçamento de 80 cm x 50 cm, germinação de 85%, sendo necessários 19,840 kg de sementes ao custo de R\$ 7471,20.

A irrigação será feita através de irrigadores automáticos giratórios²².

²⁰ Na irrigação por aspersão são lançados jatos de água para que caiam de modo mais uniforme semelhante à chuva.

²¹ Em alguns cultivares o plantio da semente é feito em bandejas de mudas que depois serão replantadas nos canteiros.

²² Método de irrigação por aspersão em que sua base, que lança a água, é giratória para irrigar uma área maior.

Grupo B4: o grupo descreveu quantidades sem especificar a hortaliça.

Grupo B5: pimentão híbrido e tomate híbrido

Cada um terá 10 canteiros de 1 m x 100 m. O pimentão tem espaçamento de 80 cm x 50 cm enquanto o do tomate é 100 cm x 50 cm (entre linhas x entre mudas).

A irrigação será feita por gotejamento.

Grupo C1: alface e morango

A alface foi escolhida pela produção em qualquer época do ano e o morango por sua rentabilidade.

Serão 5 canteiros de 1 m x 225 m. A alface tem espaçamento de 30 cm entre linhas e entre mudas e cada 50 g custa em torno de R\$ 11,50. O morango tem espaçamento de 20 cm entre linhas e entre plantas e custo de R\$ 62,00/g. O percentual de germinação depende da qualidade da semente e de quando ela foi embalada.

A irrigação será feita no início ou no fim do dia.

Grupo C2: repolho

São 3 canteiros de 1 m x 10 m. O espaçamento é de 50 cm x 50 cm, germinação de 92%, rendendo 250 sementes/g ao custo de R\$ 7,62 o pacote com 50 g.

A irrigação deve ser frequente mantendo a umidade de 60 a 100% de sua capacidade de campo²³.

Grupo C3: alface crespa e cebola baia periforme

Cada um terá canteiros de 1,2 m de largura. A alface tem espaçamento de 30 cm x 30 cm, tendo uma média de 900 sementes/grama rendendo 110 mil plantas/ha. A cebola tem espaçamento de 30 cm x 10 cm, tendo uma média de 260 sementes/grama rendendo 330 mil plantas/ha ao custo aproximado de R\$ 1000,00.

A irrigação será feita no início ou no fim do dia.

²³ Capacidade de campo é a máxima quantidade de água que o solo pode reter sem causar danos ao sistema.

Grupo C4: morango

Cada canteiro será de 1,2 m x 20 m, totalizando 180 canteiros. O espaçamento é de 20 cm x 20 cm e a germinação é de 80%, requerendo 300 g de sementes/ha.

A irrigação será feita por gotejamento.

Grupo C5: alho

Serão 153 canteiros com um total de 2 ha. O alho tem espaçamento de 30 cm x 10 cm, germinação de 95%, necessita 4 mil sementes/ha ao custo total de R\$ 12000,00.

A irrigação será feita por gotejamento.

Grupo C6: alface

Os canteiros somarão 3 ha. A alface tem espaçamento de 30 cm x 30 cm, germinação de 96%, necessitando de 900 sementes para um plantio.

A irrigação será feita por linha de gotejamento.

Grupo D1: alface e rúcula

O espaçamento é de 5 a 10 cm, o percentual de germinação é de 99% para a alface e de 98% para a rúcula, podendo variar de acordo com a espécie. 2700 sementes custam em torno de R\$ 2000,00.

A irrigação será feita por aspersão.

Grupo D2: alface

São 6 canteiros de 1 m x 4 m. A alface tem espaçamento de 30 cm entre mudas, germinação de 94%. São usados 3 g/m², totalizando 72 g de semente, que da espécie crespa custa R\$ 14,00/100 gramas.

A irrigação será feita por gotejamento para manter a alface sempre úmida.

Grupo D3: alface crespa e couve folha

Foram escolhidas pela rotatividade de culturas²⁴, trocando-as de lugar para evitar pragas e doenças. Em geral, as pragas que atacam a couve não atacam a alface.

²⁴ A cada novo plantio é feita a mudança de cultivos para diminuir o desgaste do solo. Desse modo, as necessidades de adubos variam de acordo com o ciclo, dificultando a proliferação de pragas e insetos.

Cada um terá 32 canteiros de 1 m x 48 m. A alface tem espaçamento de 25 a 30 cm entre linhas, de 5 a 10 cm no comprimento e germinação de 86%. A couve tem espaçamento de 30 cm entre linhas e entre sulcos e germinação de 90%.

A irrigação será feita por mangas de gotejamento.

Grupo D4: alface lisa e repolho roxo

Cada um terá seu canteiro de 1 m x 50 m. O espaçamento é de 30 a 45 cm, a germinação é de 95%, e precisa-se de 1,75 kg de sementes para iniciar o plantio.

A irrigação será por gotejamento.

Grupo D5: beterraba e berinjela

Serão canteiros de 1 m x 4 m. O espaçamento é de 10 a 15 cm entre linhas, com percentual de germinação de 91% para a beterraba e de 48% para a berinjela. Precisa-se de 800 g de sementes de beterraba e 500 g das de berinjela para começar o plantio.

A irrigação da beterraba é por gotejamento. A berinjela deve ser regada diariamente nas mudas e nos primeiros dias após o transplante²⁵. Depois, o intervalo pode ser de 2 a 4 dias dependendo do clima e do tipo de solo.

Grupo D6: alface

Serão 7 canteiros de 1 m x 20 m. A alface tem espaçamento de 30 cm x 30 cm, germinação de 99%, e cada 100 g custa em torno de R\$ 15,00.

A irrigação será feita por gotejamento duas vezes ao dia.

Na tabela 5.3 fizemos um resumo das escolhas dos grupos a fim de facilitar a comparação. Observando-a, destacamos a alface como a principal escolha dos participantes, opção de 54,5% dos grupos ou, se levarmos em consideração o total de escolhas, chegamos a 1/3 dos itens listados. Isto se deve, aparentemente, ao alto percentual de germinação das sementes, o que minimiza as perdas; ao curto espaçamento entre mudas, permitindo maior aproveitamento do canteiro; ao baixo custo das sementes; e ao fato de poder ser produzida ao longo de todo ano. Apesar dessa preferência, optamos por deixar cada grupo pesquisar sobre sua escolha de hortaliça para que as produções fossem mais personalizadas.

²⁵ Transplante é o nome do processo de transferência das mudas das bandejas para os canteiros.

Tabela 5.3 – Escolhas feitas na Etapa 2.

GRUPO	OPÇÕES DE CULTIVO	GRUPO	OPÇÕES DE CULTIVO
A1	Alface e beterraba	C2	Repolho
A2	Pimentão e tomate	C3	Alface crespa e cebola periforme
A3	Couve brócolis	C4	Morango
A4	Alface e repolho	C5	Alho
A5	Pimentão	C6	Alface
B1	Pimentão	D1	Alface e rúcula
B2	Alface e beterraba	D2	Alface
B3	Alface crespa loura e pimentão	D3	Alface crespa e couve folha
B4	Não escreveu	D4	Alface lisa e repolho
B5	Pimentão e tomate	D5	Beterraba e berinjela
C1	Alface e morango	D6	Alface

O cultivo da alface gerou uma discussão interessante em aula. Pensou-se num canteiro de 1 metro de largura, considerando o espaçamento de 30 cm entre as mudas em uma mesma linha, medida mais recorrente nos grupos. De acordo com os alunos, caberiam apenas 3 mudas por linha, sendo então 60 cm a distância entre as mudas das extremidades esquerda e direita, restando ainda 20 cm de canteiro para cada lado, conforme a ilustração à esquerda da figura 5.11. Tal situação instigou uma curiosidade que nos levou a perguntar: “É possível colocarmos 4 mudas por fila, mantendo os 30 cm de distância entre elas, mas deixando apenas 5cm para cada lado entre as mudas das pontas e o fim do canteiro”?

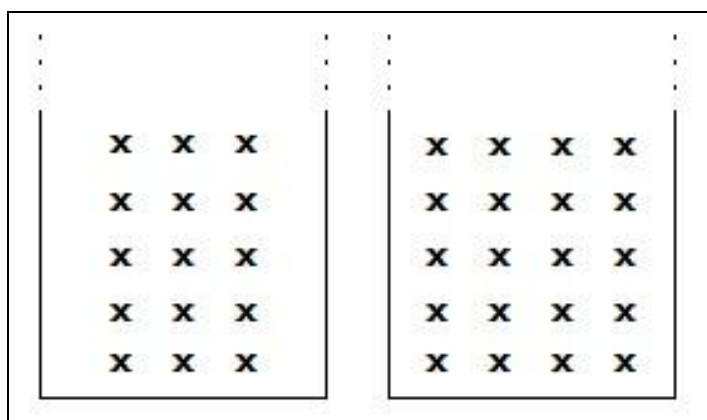


Figura 5.11 – À esquerda, canteiro de alface com 3 mudas em cada linha. À direita, o mesmo canteiro possui 4 mudas por linha.

Apenas cerca de 5 alunos (as opiniões foram individuais) disseram que na disposição ilustrada à direita na figura 5.11 era possível manter os 5 cm nas bordas, entretanto, ao mesmo tempo, defendiam que deveriam ser 3 mudas por linha. Metade dos grupos afirmavam que os 5 cm deixavam pouco espaço para o desenvolvimento das raízes, aumentando a defesa pelas 3 mudas por linha. Queríamos entender por que não se considerava a possibilidade de 4 mudas por linha. Era muito difícil convencê-los de que tal tentativa, se bem sucedida, poderia render mais uma fila toda ao longo do comprimento, ampliando a produção em um mesmo espaço em 25%. Ao final, prevaleceu um argumento contra o qual é difícil dar alguma resposta: “Mas todo mundo faz assim, com 3 mudas por linha, e sempre deu certo”. Nossa tentativa de instigar a curiosidade e o senso de investigação não deu certo naquele momento. Destacamos a descrição mais completa fornecida pelos grupos B2, B5, C1, C2 e C3 e as ilustrações dos grupos A5 e C2. As figuras 5.12 a 5.15 mostram as descrições dos grupos B5, C1, C2 e C3.

① N° de canteiros: 10 canteiros por 100m.
 -> Pimentão híbrido e tomate híbrido.

② a) Pimentão -> 80 x 50 cm.
 Tomate -> 100 x 50 cm.

b) Germinação: Pimentão -> 7 a 14 dias.
 Tomate -> 5 a 14 dias.

c) Semente: Pimentão -> 135 g de semente
 e custo Tomate -> 350 g de semente,

R\$ 6.720,00: 20.000 / (ha)
 ↑
 Tomate

d) Irrigação: Pimentão -> Gotejamento.
 Tomate -> Gotejamento.

Figura 5.12 – Descrição da Olericultura do grupo B5.

Um olhar mais apurado revela quase um consenso no espaçamento entre mudas e uma diferença de interpretação quanto ao percentual de germinação. Cerca de metade dos grupos confundiu este dado sobre o aproveitamento das sementes com o tempo de germinação, em dias. Porém, nosso foco era no percentual de sementes que germinam quando plantadas, dessa forma seria possível estimar a quantidade de sementes necessárias para atingir o número de mudas desejado. Talvez o enunciado não tenha sido claro o bastante. Cerca de cinco grupos também descreveram como funcionam determinados métodos de irrigação do solo e das hortaliças, enriquecendo o aprendizado na área.

Na figura 5.12 novamente percebemos uma falta de clareza nas informações dadas. No item (1) está escrito que serão “10 canteiros por 100 metros”, deixando subentendido que a largura do canteiro não é um dado de grande relevância. De fato, nas discussões com os grupos foi quase consensual que a largura é de 1 metro, com variações de 10 centímetros dependendo da situação, mas ainda deveria ter sido informado pelo grupo B5. Ainda verificamos que: no item (2a) falta dizer em qual sentido (comprimento ou largura) cada medida é aplicada; no item (2b) foi informado o tempo, e não o percentual de germinação; e no item (2c) é difícil de compreender como foi encontrado o valor de custo e se este está associado apenas aos tomates.

O grupo C1 descreve com clareza os dados solicitados nesta etapa da atividade, conforme vemos na figura 5.13. Um deslize foi observado no item (2c), ao descrever os custos das sementes. Ao invés de “11,50 reais e 62,10” reais ou “R\$ 11,50 e R\$ 62,10” foi escrito “11,50 R\$ e 62,10 R\$”. Além disso, poderia ter sido dado um exemplo de percentual no item (2b).

Na figura 5.14 o esboço dos canteiros deixa claro suas medidas e as distâncias entre as mudas em ambos os sentidos, e o procedimento de irrigação mostra que as características do solo devem ser consideradas pelo produtor. Novamente vemos que as unidades de medida não têm sido revisadas pelos grupos, com dados um pouco vagos e sem apresentar o rigor adequado para esta etapa de ensino. Poderia ter sido escrito que “cada 250 sementes pesam cerca de 1 grama, e cada pacote com 50 gramas pode ser comprado por R\$ 7,62”.

O relato do grupo C3 está exposto na figura 5.15 e, num primeiro olhar parece bem completo. Mas ao verificar com maior detalhamento percebemos que os dados estão incompletos e um pouco vagos. As medidas estão claras, embora um pouco desorganizadas, e as informações referentes às quantidades de sementes são dadas para a cebola, mas não para a alface.

1. Serão 5 canteiros de 1m de largura com espaçamento de 30cm por canteiro. no comprimento de 2,25m.

Serão 3 canteiros de alface e 2 de moranginho.

O motivo da escolha é por que a alface se produz o ano todo e o moranginho por dar uma grande rentabilidade.

2. a) alface é igual 30cm entre linhas e 30 entre mudas.

Moranginho entre linhas 20cm e entre plantas 20cm.

b) Isso depende da marca e quando essa cemente foi embalada.

c) 50 gramas de cemente de alface custa 11,50 R\$.
1 grama de cemente de morango custa 62,10 R\$.

d) Durante a manha ou a tarde com o sistema de irrigação de contêiner (pinga pinga).

Figura 5.13 – Descrição da Olericultura do grupo C1.

IF FARROUPILHA - CAMPUS ALEGRETE
 MATEMÁTICA - PROF. THIAGO MELENDEZ
 DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE AGROPECUÁRIA
 PARTE 2 - OLERICULTURA

Grupo **C2**

1. Defina o número de canteiros com suas medidas e o que será cultivado. Escolha no máximo duas opções, explicando o motivo da escolha. **Repolho**

2. Responda:

(a) Qual o espaçamento necessário entre as mudas?

50x50 cm

(b) Qual a percentual de germinação?

92%

(c) Qual a quantidade de sementes para iniciar o plantio e qual será o custo delas?

250 sementes - 1g / pacote com 50g = 4,62

(d) Como se procederá a irrigação?

A frequência de irrigação deve manter o conteúdo de água no solo* de 60 a 100% de sua capacidade de campo;
 Deve ser feita em todos os estágios da cultura.

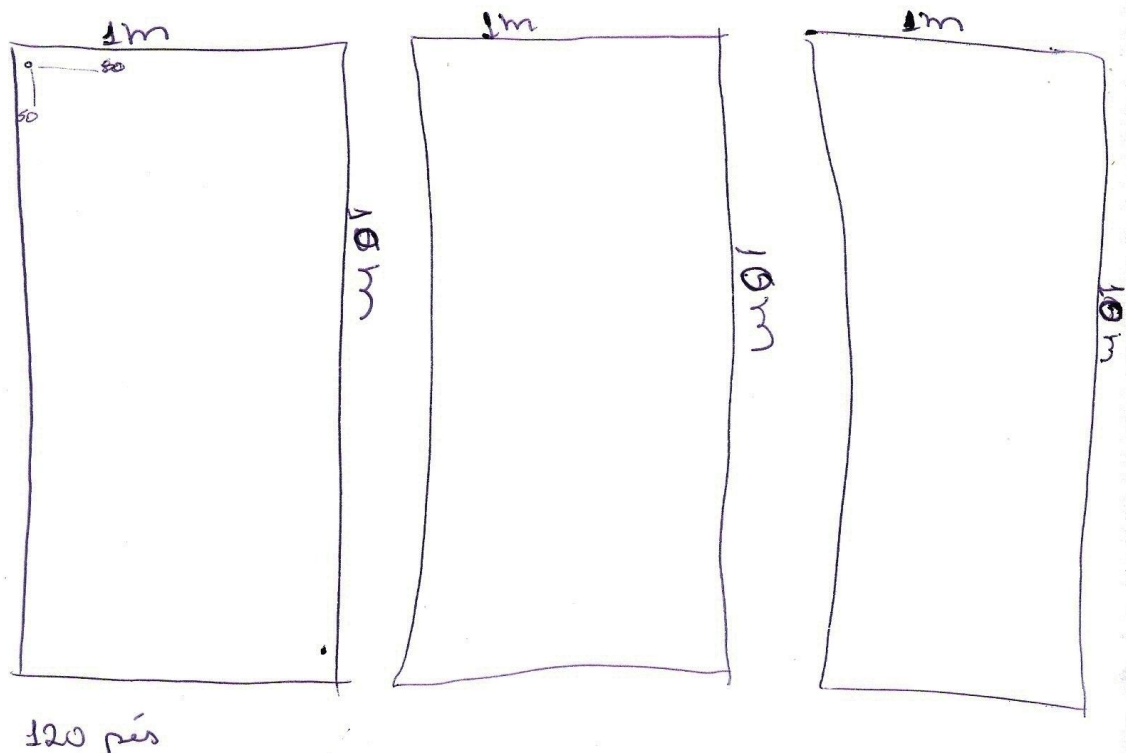



Figura 5.14 – Descrição da Olericultura do grupo C2.

Deus renova nosso amor a cada dia! \nearrow 500g/ha 

Plantas
1 metro 20 cm

Alface Quatro estações

Semeadura: Todo ano

Verão dias: 55

Inverno dias: 75

Folhas: lisa, repeluda

Diâmetro comercial

Espacamento (cm) linhas x plantas 30 x 30


Número de plantas por ha: 110.000

Germinação 4 a 7 dias

Temperatura ótima 24°

Variação = 4 a 29°C


\nearrow Deleta borda periferica

 Época de semeadura: ~~Março~~ Março a junho

Ciclo 180 dias

Altura da folhagem: 04-09 cm


Diâmetro comercial: 06-08 cm

 Espacamento (cm) linhas x plantas 30 x 10

Nº de plantas por ha 330.000

Nº de sementes por grama 260

Kg por ha 3,5

 aproximadamente gasto de R\$ 1000,00 25

Em torno de 40 hec. a área

Figura 5.15 – Descrição da Olericultura do grupo C3.

Notamos também a fuga de alguns grupos de um dos propósitos da atividade. As propriedades modeladas eram relativamente pequenas e imaginava-se em sua manutenção um pequeno grupo familiar de agricultores. Portanto, ficaria inviável o cuidado de um número alto de canteiros (sem contar as outras criações). Dos 18 grupos que apresentaram a

quantidade e/ou o espaço destinado, apenas a metade ficou limitada a 10 canteiros. A pressa na hora de fazer a atividade pode ter interferido para que essa discussão não tenha ocorrido.

Era visível a matemática presente e aplicada nos dados apresentados. As regras de três e cálculos de áreas estavam ficando mais simples, e a conversão entre as unidades m^2 e ha, antes problemáticas, se mostravam mais tranquilas de efetuar. Quanto às divergências dos valores encontrados, os quais imaginamos que seriam consensuais, podemos atribuí-las às fontes de busca da internet, nem sempre vinculadas a dados confiáveis, oriundos de pesquisas científicas. Outra questão é a variabilidade do clima mais peculiar de nossa região do país, quando muitas informações se referem a características climáticas das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Foi observado também que ainda existe uma forte confiança nas informações recebidas por gerações anteriores (pais, tios, avós...) e pelas conclusões extraídas pelas práticas bem sucedidas. Mas tais detalhes não minimizam a satisfação que tivemos ao receber o retorno dos nossos alunos tanto na parte escrita quanto no diálogo.

5.3.3 ETAPA 3 – AGRICULTURA

Não observamos diferenças significativas no empenho dos alunos e nem nas opções de escolha das espécies cultivadas. Um diferencial foi anteciparmos o que seria realizado na etapa seguinte, facilitando assim uma integração entre a lavoura e a alimentação dos animais, presente na sustentabilidade da fazenda.

Nossos objetivos pouco se diferiam dos da etapa anterior:

- Trazer um pouco dos conhecimentos da disciplina de Agricultura Geral para as aulas de Matemática;
- Mostrar que a proporcionalidade, as regras de três e o cálculo percentual são muito importantes para estimar custos, lucros e produtividade;
- Estimular a produção de extensão coerente com as criações animais da fazenda, evitando custos desnecessários à manutenção da propriedade.

Vejamos então o que os grupos pensaram.

Grupo A1: milho e arroz.

Serão 20 ha para cada cultura, esperando-se um rendimento de 4 ton/ha de milho.

Grupo A2: milho.

São 30 ha de milho, rendendo 8 ton/ha, correspondendo a R\$ 32,00 a saca de 60 kg.

Grupo A3: azevém.

Serão plantados 50 ha.

Grupo A4: milho.

Serão plantados 19,5 ha.

Grupo A5: milho e azevém.

Serão plantados 15 ha para cada tipo.

Grupo B1: não descreveu.

Grupo B2: milho.

Os 25 ha plantados renderão em torno de 8750 espigas, dependendo do manejo.

Grupo B3: soja, aveia, milho e azevém.

São destinados 8,5 ha para cada opção.

Grupo B4: milho.

Serão plantados 5 ha.

Grupo B5: milho.

A plantação de 30 ha irá render 150 sacas/ha, e estimando-se o valor de R\$ 20,00/saca, pode-se receber R\$ 90.000,00 numa colheita.

Grupo C1: milho.

A plantação de 19,2 ha pode ter rendimento variado conforme o tipo de irrigação. Deixando-a somente a cargo da chuva, pode render 75240 kg. Com a utilização de um pivô central²⁶, pode-se atingir 285 mil kg de milho produzido.

Grupo C2: soja.

Uma plantação de 30 ha com um bom rendimento produzir em torno de 1200 sacas, numa média de 40 sacas/ha.

²⁶ O pivô central é uma estrutura metálica com tubulação em linha que possui uma das extremidades fixas, e a outra apoiada em pneus girando de modo a irrigar a lavoura em formato circular.

Grupo C3: trigo.

Serão 20 ha com rendimento de 2,5 ton/ha.

Grupo C4: soja.

Serão plantados 40 ha.

Grupo C5: soja.

São 30 ha plantados rendendo 60 sacas/ha.

Grupo C6: milho.

Serão 60 ha com rendimento total de 2,1 milhões de toneladas de milho.

Grupo D1: milho e azevém.

São 20 ha de milho e 30 ha de azevém. O rendimento do milho pode chegar a 100 sacas/ha.

Grupo D2: não descreveu.

Grupo D3: milho e aveia.

São 20 ha de milho e 30 ha de azevém. O rendimento do milho pode chegar a 120 sacas/ha.

Grupo D4: milho.

Serão 10 ha com rendimento médio de 1,5 ton/ha.

Grupo D5: milho e azevém.

São 18 ha de milho e 22 ha de azevém. O rendimento do milho pode chegar a 35 a 40 sacas/ha.

Grupo D6: azevém.

Serão plantados 80 ha.

Assim como na Etapa 2, os dados foram resumidos em uma tabela.

Tabela 5.4 – Escolhas feitas na Etapa 3.

GRUPO	OPÇÕES DE CULTIVO	GRUPO	OPÇÕES DE CULTIVO
A1	Milho e arroz	C2	Soja
A2	Milho	C3	Trigo
A3	Azevém	C4	Soja
A4	Milho	C5	Soja
A5	Milho e azevém	C6	Milho
B1	Não escreveu	D1	Milho e azevém
B2	Milho	D2	Não escreveu
B3	Soja, aveia, milho e azevém	D3	Milho, aveia e azevém
B4	Milho	D4	Milho
B5	Milho	D5	Milho e azevém
C1	Milho	D6	Azevém

O milho merece posição de destaque por obter a preferência de 14 dos 20 grupos que completaram os dados nas folhas dadas. A versatilidade foi apontada como motivo de escolha pelos alunos, e a integração com as criações animais também contribuiu para esta escolha. Notamos que foram abordados menos conceitos de matemática em relação às etapas anteriores, pois pedimos apenas a área e uma estimativa de produtividade.

O grupo C1, um dos mais dedicados, descreveu o cálculo dos rendimentos levando em consideração o método de irrigação (com ou sem pivô central, o que demonstra de grande importância na produtividade da plantação) de modo a uma pessoa leiga em agricultura poder compreender razoavelmente o que foi pensado. No entanto, os cálculos ainda são confusos e algumas notações incorretas nos valores financeiros, repetindo o ocorrido nas figuras 5.7 e 5.13. Vemos este detalhamento na figura 5.16.

Repetimos as considerações quanto à diversidade de valores dados e quanto à falta de planejamento, visando uma produtividade sustentável. Com exceção do grupo B4, que destinou 5 hectares para a lavoura, os demais optaram por plantações acima dos 10 ha, sendo a maioria concentrada entre 15 e 30 hectares, e com a maior ocupando uma área de 80 hectares, maior que a área de toda a propriedade. Novamente a limitação do tempo disposto não permitiu discussões posteriores quanto a estas constatações.

Uma característica que foi pertinente nesta tarefa foi a baixa interferência do professor na atividade, o que a classifica, segundo Barbosa (2001) como um *Caso 3*, conforme disposto

5.3.4 ETAPA 4 – CRIAÇÃO ANIMAL E FINALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

Na aplicação anterior desta atividade, feita em 2011, havia uma obrigatoriedade de integrar as criações animais escolhidas com as que estão no do currículo da 1ª série, como a Avicultura e Piscicultura. Desta vez consideramos mais interessante deixar essa integração de livre escolha para os grupos, visando uma maior motivação dos alunos que já estão inseridos em propriedades rurais fora da escola. Há várias famílias que são compostas por criadores ou que vivem em estâncias com criação de bovinos e ovinos, e oportunizar a presença destes saberes enriquece ainda mais o trabalho aqui descrito. Porém foi feita uma ressalva importante. É notável o apreço que muitos dos alunos têm pelos cavalos, tanto é que alguns grupos já pensavam inicialmente em estruturar um haras. Contudo, a criação de cavalos exige um investimento financeiro muito alto, limitando essa prática a reduzido grupo. Além disso, é difícil enquadrar os equinos em uma propriedade relativamente reduzida, a qual pode ser a principal fonte de subsistência. Portanto, optamos por excluir a Equinocultura do rol de opções de criação animal.

Nossos objetivos para esta etapa eram quase idênticos aos anteriores:

- Trazer um pouco dos conhecimentos das disciplinas de Zootecnia Geral, Avicultura, Piscicultura e Apicultura para as aulas de Matemática;
- Mostrar que a proporcionalidade, as regras de três e o cálculo percentual são muito importantes para estimar custos, lucros e produtividade;
- Estimular a integração das criações de animais da fazenda com a produtividade agrária, evitando custos desnecessários à manutenção da propriedade.

Vamos conhecer então as criações que foram consideradas mais interessantes sob o ponto de vista dos grupos.

Grupo A1: bovinos e ovinos

São 20 ha destinados para as 60 vacas leiteiras e outros 20 ha para as 200 ovelhas.

Grupo A2: bovinos

São 150 cabeças de gado.

Grupo A3: bovinos

São 200 cabeças de gado de corte.

Grupo A4: bovinos

Serão 50 vacas leiteiras ocupando um espaço de 25 ha. Estima-se a necessidade de 1 há para cada 3 vacas.

Grupo A5: bovinos

Serão 40 vacas leiteiras.

Grupo B1: não descreveu (os membros do grupo faltaram esta aula).

Grupo B2: bovinos e ovinos

São 70 ovelhas num espaço de 2 ha, e 9 vacas em 3 ha. Porém, o rotacionamento²⁷ de um campo para outro exigirá um total de 10 ha para os animais.

Grupo B3: não especificou os animais, apenas o espaço de 33 ha para eles.

Grupo B4: ovinos e frangos

São 100 ovinos para 10 ha. São 5 galpões de 30 m², com cada ave ocupando 1 m², totalizando 150 mil frangos.

Grupo B5: ovinos

São 60 ovelhas e 5 carneiros.

Grupo C1: ovinos

570 ovelhas em 30 ha.

Grupo C2: frangos

São 200 galinhas, mas não foi dito se eram para corte ou postura. Elas estão alojadas num galpão de 20 m x 10 m, e 3 m de altura.

Grupo C3: bovinos

São 10 bois da raça Braford e 5 vacas holandesas leiteiras que ocuparão 15 ha de pastagens.

²⁷ Sistema de alternância de manutenção do gado numa área, permitindo a recuperação do solo e da pastagem enquanto os animais estão alojados em outro espaço.

Grupo C4: ovinos

Serão 405 ovelhas numa área de 27 ha.

Grupo C5: bovinos

São 78 bois confinados que necessitarão de 39 ha de azevém plantados.

Grupo C6: frangos

São 1000 galinhas, mas não foi dito se eram para corte ou postura. Elas estão alojadas num galpão de 100 m x 10 m.

Grupo D1: bovinos

São 100 cabeças de gado de corte.

Grupo D2: suínos

São 30 porcos alojados em baias de 3 m² cada.

Grupo D3: bovinos

São 84 vacas distribuídas de modo a ter 2 vacas/ha.

Grupo D4: bovinos e ovinos

Serão 65 bovinos e 50 ovinos.

Grupo D5: bovinos e frangos

São 100 vacas distribuídas em 5 cabeças/ha. Ainda há 60 galinhas, sem maiores especificações.

Grupo D6: bovinos

São 1068 cabeças de gado de corte.

Montamos a tabela 5.5 a fim de resumir os dados das Etapas 3 e 4, conferindo sua integração, conforme estimulamos.

Tabela 5.5 – Relação entre as escolhas das etapas 3 e 4.

GRUPO	CULTIVO (ETAPA 3)	CRIAÇÃO (ETAPA 4)	ALIMENTO PRODUZIDO NA PROPRIEDADE?
A1	Milho e arroz	Ovelhas e vacas leiteiras	Sim
A2	Milho	Gado bovino	Sim
A3	Azevém	Gado bovino de corte	Sim + sal
A4	Milho	Gado bovino de leite	Sim + ração
A5	Milho e azevém	Gado bovino de leite	Não
B1	Não escreveu	Não escreveu	Não sabemos
B2	Milho	Ovelhas e vacas leiteiras	Sim + complementos
B3	Soja, aveia, milho e azevém	Porcos e vacas	Sim
B4	Milho	Ovinos e frangos	Sim
B5	Milho	Ovelhas e Carneiros	Sim
C1	Milho	Ovelhas	Sim
C2	Soja	Frangos	Não
C3	Trigo	Bovinos de corte e leite	Sim (pastagens)
C4	Soja	Ovinos	Sim + nutrientes
C5	Soja	Bovinos de corte	Sim + nutrientes
C6	Milho	Frangos	Sim
D1	Milho e azevém	Bovinos de corte	Sim
D2	Não escreveu	Porcos	Não
D3	Milho, aveia e azevém	Bovinos	Sim
D4	Milho	Bovino de corte e ovinos	Sim
D5	Milho e azevém	Frangos e bovinos	Sim
D6	Azevém	Bovino de corte	Sim

A tabela 5.5 mostra que a grande maioria dos grupos pensou em evitar custos de aquisição de alimentação para os animais, em alguns casos restringindo os gastos com nutrientes para garantir a qualidade do produto. Destacamos os grupos B2, preocupado em considerar a diferença climática e necessidades alimentícias de inverno e verão (figura 5.17a), e C3 e C6, com suas descrições mais detalhadas do espaço destinado aos animais (figuras 5.18 e 5.19), mostrando o quanto estavam empenhados em fazer um bom trabalho. Foram poucos os grupos que se preocuparam em detalhar as instalações e alguns procedimentos de

organização do espaço reservado aos animais, como o rotacionamento do campo adotado pelo grupo B2 (figura 5.17b).

Grupo **B2**

1. Escolha no máximo duas espécies de animais para criação, lembrando que não pode ser um haras.

ovelha, vaca de leite

(a) Qual a quantidade de animais prevista?
 ovelha = 70 vaca de leite = 9

(b) Descreva as instalações necessárias com suas medidas.
 70 ovelhas precisa de 2 ha, 9 vacas de leite precisam de 3 ha, mas com 0 =>

(c) Qual será a alimentação? Será adquirida no comércio ou produzida na propriedade?

<p>Alimentação da ovelha</p> <p>No invernó (pastagens, feno, sal)</p> <p>No verão (compos nativos da propriedade)</p>	<p>Alimentação da vaca de leite</p> <p>No invernó (pastagens, sacão alfafa)</p> <p>No verão (campo nativo, sacão)</p>
---	---

Considerações Finais:

Figura 5.17a – Descrição feita pelo grupo B2.

1) B1 rotacionamento de um campo para ovelha serão necessários 10 hectares.

Figura 5.17b – Descrição feita pelo grupo B2 (verso da folha).

Cuxal. Ele pode ser completo construído geralmente próximo a sede da fazenda ou secundário, localizado nos retiros, no caso de grandes fazendas. O completo é dotado de divisões, brete, tronco, suinça, banheiro sanitária, maturidade, bezerros, estábulo, lalonça e rampa de embarque. O cuxal secundário apresenta apenas brete, suinça e divisões. O formato é retangular, podendo ser redondo, quadrado ou retangular. A área de serviço deve ser coberta, com excção das divisões.

Figura 5.18 – Descrição das instalações dos animais pelo grupo C3.

Parte 3.

a) banana de milho
 a) milho. Para comércio, consumo dos animais e consumo pessoal.
 b) 60 hectares
 c) 2 100.000 toneladas
 d) por pivô.

Parte 4.

a) Criação de galinha.
 a) 1000 galinhas
 b) um aviário de 100x10, com comedouros e bebedouros, luz elétrica e cortinas de proteção e mureta de 1m, água abundante e limpa com poças.
 c) milho. Produzido na própria fazenda.

Informações:
 60 hectares milho
 3 hectares de coque
 3 hectares de galinha
 3 hectares de hortaliça
 2 hectares de irrigação por pivô

Figura 5.19 – Descrição das instalações dos animais pelo grupo C6.


Novamente as quantidades de animais variaram significativamente, ratificando o que apontamos anteriormente sobre a fuga de um dos nossos principais objetivos, que era o de não estimular latifúndios e pensar nos pequenos agropecuaristas. Quanto à criação de aves, apenas 4 grupos manifestaram interesse e destes, um grupo estimou a quantidade de 150 mil aves. Não sabemos se esse era o valor pretendido ou se houve um erro matemático pois o grupo afirma que cada frango ocupa 1 m² do galpão e ocupará uma área total de 150 m² e depois

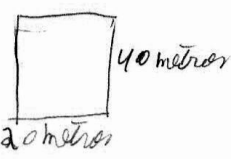
confirma a quantidade de 150 mil aves, mantendo alguma incoerência. Apenas o grupo D2 optou pela criação de suínos, enquanto o restante se concentrou nos bovinos e ovinos. Destes 17 grupos, apenas 7 estimaram menos de 100 animais. Outra incoerência matemática ocorreu quando o grupo destinou 25 hectares para 50 vacas, destacando que cada hectare comporta 3 vacas. Novamente não sabemos a razão, se foi um erro simples ou uma área extra para cada animal.

Simultaneamente à Etapa 4 foi orientado a cada grupo que revisasse sua distribuição de culturas pela propriedade a fim de evitar incoerências. Apenas dois grupos, A4 (figura 5.20) e C6 (figura 5.18), demonstraram preocupação com esta finalização.

Considerações Finais:

Aqui finalizamos as partes do trabalho. Após concluir esta última etapa, é importante dar uma revisada geral para ver se todas as instalações são compatíveis com o tamanho da propriedade e com a quantidade de trabalhadores envolvidos.

b) casa  8 metros
10 metros

galpão  40 metros
20 metros

25 ha para o gado de leite em 1 ha cabe 3 vacas
15 ha de alfafa
15 ha de rapalho
19,5 milho

Figura 5.20 – Revisão final feita pelo grupo A4.

Finalizamos a experimentação descrita neste capítulo com muita satisfação diante dos resultados observados e já com novas ideias para qualificar ainda mais este material.

5.4 ANÁLISES DA PRÁTICA

Imprevistos acontecem (e aconteceram), e não há como negar que interferem em nossa caminhada, por mais sutil que pareça. Dois fatores externos ao nosso controle foram: o processo eleitoral para cargos diretivos, que ocuparam espaços importantes das nossas aulas; e a paralisação docente no decorrer da aplicação de nossa proposta. Esse hiato de 11 semanas fez com que a retomada dos trabalhos não tivesse a mesma motivação e as mesmas ideias discutidas tanto tempo antes. E a desistência de quase 10% dos alunos durante a greve também prejudicou alguns grupos.

Uma primeira impressão indica que os alunos ainda não se sentem completamente à vontade quando a aula foge do paradigma do exercício. E a organização das turmas em grupos revelou, pelo menos em nossas aulas, que inicialmente os alunos não se dedicaram às atividades com a mesma seriedade dos outros momentos. Felizmente a participação aumentou e pelo menos metade dos grupos se sentiu motivada com o desafio inicial da etapa 1. Ainda assim, o restante esperava passar o tempo, esperando uma intervenção do professor ou de colegas para então realizar a tarefa..

Com relação às etapas, pudemos observar que alunos que tinham mais conhecimento prático lideravam as discussões e argumentavam sobre as escolhas do grupo. Um dos objetivos almejados pelo docente era que fossem utilizadas as informações obtidas nas aulas das disciplinas agrárias, porém, menos de 5 grupos recorreram às suas anotações. Quando o faziam, havia divergência destas com os conhecimentos já adquiridos empiricamente, ou ainda, com os dados coletados na internet.

O tempo é um fator que pode ser fundamental para o efetivo aprendizado. Atividades que seguem cronograma mais rigoroso podem ser prejudicadas pela redução do tempo para discussões e revisões. Ao verificar os registros dos alunos, pudemos perceber que fomos um pouco apressados. A previsão inicial de 5 semanas foi prejudicada pela greve, a qual interrompeu as atividades por mais de dois meses, acabando com qualquer planejamento que vinha sendo executado pelos grupos. No retorno, com receio de prejudicar a recuperação das aulas, inconscientemente aceleramos um pouco o término dos projetos. Mas certamente foi sentida a falta de um encerramento com apresentação dos grupos a seus colegas, mesmo que apenas houvessem produzidos registros escritos.

Um produto final mais substancial pode ser mais interessante do que somente as folhas preenchidas que recebemos. A construção de maquetes é motivadora, e experiências

anteriores nos permitem afirmar que muitos grupos apresentam com orgulho seu produto, fruto de suas investigações. Esta atividade permite integração com as aulas de Construções Rurais e Artes, mas infelizmente não é tão simples fazê-las dentro de nosso contexto. Mais da metade dos alunos vivem em regime de internato, dificultando a coleta de materiais em casa, e a organização curricular com turno integral deixa disponível apenas o turno da noite para atividades extraclasse. Uma alternativa que pode ser integrada às aulas de Desenho Técnico é a construção de uma planta baixa numa folha A3, respeitando a escala e as normas específicas das construções rurais. Não é tão motivadora quanto as maquetes, mas ainda permite o uso da criatividade e sua apresentação aos colegas. Ainda poderíamos ir mais longe, utilizando uma pequena área da escola (a área total é maior que 300 hectares) para uma experimentação mais real, retomando características de um Sistema Escola-Fazenda.

Apesar das dificuldades, não há como negar o sucesso da proposta. Mais da metade dos grupos fizeram suas escolhas e sabiam justificá-las. A atividade de cálculo da área, a mais desafiadora, foi realizada com dedicação por metade dos grupos, os quais mostravam que queriam resolver antes da explicação do professor. Pelo menos 8 grupos souberam organizar as criações com dimensões coerentes com uma pequena propriedade sustentável, enquanto outros optaram por valores fora dos parâmetros esperados.

Há fortes indícios de que a ausência de atividades investigativas na realidade dos nossos alunos tenha contribuído para uma timidez inicial. Este desconforto provavelmente inibiu a ação de alguns alunos que poderiam ter contribuído mais com seus grupos. Para uma experiência inicial, estamos bastante satisfeitos. Mas falta a institucionalização de um momento de projetos que nos permitiriam atingir casos mais semelhantes aos de nossas colegas Civiero (2009) e Scheller (2009) na antiga EAFRS, semelhante à nossa escola.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Que movimentos estão buscando fortalecer o ensino-aprendizagem em matemática em nossas escolas? Não adianta esperar que nossas ações sejam orientadas por alguém de fora de nossa realidade através de uma normativa, pois os primeiros passos são dados dentro das escolas, quando identificamos, indagamos, reformulamos, arriscamos e refletimos dentro de nossa prática docente. Fizemos um pouco disto neste trabalho, e veremos o que podemos tirar como lição.

6.1 SOBRE NOSSA ESCOLA

No pequeno intervalo entre o começo de 2011, quando nascia um movimento de integração de conhecimentos, e o segundo trimestre de 2013, quando esta pesquisa atinge suas linhas finais, as poucas ações efetivamente concretizadas pouco contribuíram para qualificar os profissionais de nível técnico que formamos. As tentativas não atingiram os propósitos esperados e, ao invés de refletirmos e repensarmos nossas ações, permanecemos alimentando nossos dilemas.

Vislumbramos neste espaço possibilidades para investigações seguindo as concepções de Skovsmose (2000). Na verdade elas já ocorrem, ainda que de forma embrionária. Há editais e financiamentos para projetos de pesquisa com alunos do Ensino Médio. Quanto à inserção das atividades investigativas na rotina escolar, ainda somos poucos os que disponibilizamos espaço. As Unidades Educativas de Produção oriundas do Sistema Escola-Fazenda abrangem vários ramos da Agropecuária, oferecendo diversos espaços propícios para ambientar um Cenário para Investigação.

Nossa organização curricular precisa de atualizações para que não tenhamos mais nossos alunos com 40 horas semanais de aulas. Com uma reformulação podemos institucionalizar um elemento curricular que permita construir cenários para investigação. Nossos egressos não querem somente um título, mas que os ajudemos a atingir a Educação Superior que lhes estimule a serem cidadãos com ideias e opiniões, com saberes e habilidades, fundamentais na luta por seus objetivos.

6.2 SOBRE A PROPOSTA

Assim como as contribuições de colegas que buscamos em publicações e pesquisas, esta tem a pretensão de não ser extinta e nem permanecer em apenas uma sala de aula. Estimulamos o apoio às concepções de Skovsmose (2000) sobre propiciar movimentos de investigação em alguns momentos. Não criticamos a escola tradicional e tampouco fugimos do paradigma do exercício. Mas consideramos importante uma diversificação, um escape, uma pequena fuga da rotina que pode desmotivar o aprendizado de algum tema muito interessante.

Também queremos difundir algumas das ideias segundo uma visão sócio-crítica da Modelagem de Barbosa (2001), as quais vão ao encontro de algumas de nossas metas. E acreditamos que nossa proposta manteve uma forte conexão no que concerne a:

- Permitir que os conhecimentos prévios obtidos dentro do contexto social do aluno sejam compartilhados com colegas e seu docente, enriquecendo a atividade realizada;
- Construir conhecimentos que sejam compartilhados além dos muros da escola e, se possível, que levem benefícios aos espaços que fazem parte da realidade dos nossos alunos.

Mas como vimos antes, a Modelagem atualmente é fonte de pesquisas heterogêneas, que motivaram Kaiser (2006) a organizar um delineamento das tendências observadas. Portanto, é equivocado que enquadremos nosso trabalho apenas sob uma ótica.

E podemos encontrar sintonia com a Modelagem Realista, pois estamos preocupados em estimular nos alunos habilidades e competências que os permitam compreender melhor o mundo que os cerca, especialmente os que estão diretamente conectados com as práticas cotidianas das propriedades Agropecuárias.

Apesar de simpatizarmos com as duas correntes citadas, a Sócio-crítica e a Realista, não há dúvidas de que a Proposta tem um fim muito específico: qualificar o ensino de Matemática. Nosso alvo está dentro da escola e nossas ações são organizadas por professores. Logo, a modelagem que estamos desenvolvendo tem seus objetivos centrais em comum com a Modelagem Didática, subárea da Modelagem Educacional.

Esta, por um ponto de vista, pode ser considerada uma tendência sucessora da Perspectiva Integradora, a qual por sua vez procurava integrar as concepções mais antigas da própria Modelagem. Seu foco atual é o processo de ensino-aprendizagem da Matemática e a compreensão dos conceitos matemáticos. Interpretando de outra forma, a Modelagem Educacional pode ser vista como uma continuação da corrente Científica, que defende que os

exemplos referentes à realidade e suas relações são o ponto central da estrutura do processo de ensino-aprendizagem em Matemática. Existem ainda outras características associadas à tendência Educacional, que talvez seja a mais difundida, visto que a maioria dos artigos sobre Modelagem pode ser classificada nesta corrente (KAISER, 2006).

6.3 SOBRE NOSSA PRÁTICA

Considerando o desenvolvimento da proposta em si, é inevitável que pensemos em pequenos detalhes que só percebemos após o início dos trabalhos. Nosso principal objetivo, de permitir a integração dos conhecimentos das disciplinas, foi atingido. Quando questionados sobre suas escolhas, os alunos respondiam com argumentos e com orgulho de pensar em sua propriedade daquela maneira. Logo, não há dúvidas de que oportunizar essa integração de conhecimentos é benéfica para a aula de Matemática, a qual ganha maior motivação, e para as disciplinas técnicas envolvidas, visto que os grupos necessitam retomar suas anotações destas aulas. Mesmo com esta satisfação, sugerimos a reflexão sobre alguns aspectos que julgamos interessantes para tornar este material ainda mais enriquecedor.

O relógio não deve nos atrapalhar. Ainda existe certa dificuldade em fugir do itinerário programado para o ano letivo para realizar experiências e práticas alternativas ao paradigma do exercício. Porém, concluímos com nossa prática que oportunizar poucas aulas a mais, dentro das possibilidades, pode permitir discussões mais eficazes e, principalmente, que os dados coletados e apresentados pelos alunos possam ser compartilhados com os outros grupos, melhor descritos para o professor, e até mesmo discutidos com colegas docentes mais especializados nas áreas técnicas. Evitamos assim alguns pequenos deslizes os quais foram percebidos apenas após a conclusão da pesquisa, quando começamos a analisar o material entregue pelas turmas. Notamos que grupos deixaram de entregar parte do trabalho; que temas iniciados em um momento acabaram rapidamente esquecidos devido ao cronograma mais rigoroso; que alunos não tiveram tanto espaço disponível para mostrar seus conhecimentos. Ainda que bem sucedida, uma investigação cujo processo envolve modelagem não pode ser feita às pressas, senão corremos risco de obter modelos equivocados e de perder os próprios alunos no meio do processo, caso eles se desmotivem.

Retomando Skovsmose (2000), estivemos a maior parte do tempo num espaço entre os cenários (5) e (6), descritos na tabela 3.1, e lá procuramos construir os principais conceitos da

Matemática que poderiam interagir com outras áreas, tais como Regras de Três, Porcentagem, Cálculo de Áreas e a utilização de Escalas. Porém, sentimos a falta de uma retomada destes conhecimentos após sua utilização no projeto. Os conhecimentos de Geometria Plana, por exemplo, foram trabalhados em apenas uma semana de forma mais intensa e sem exercícios para complementação fora de aula. Então, ainda dentro de cada etapa, seria de grande ajuda uma avaliação sobre os assuntos abordados para evitar que estes fossem rapidamente esquecidos ao começarmos outra etapa. Não é difícil observar que nossos alunos ainda estão muito conectados à resolução de exercícios, portanto, é necessário que visitemos os cenários (1), (3) e (5), fazendo avaliações que nos ajudem a diagnosticar as dificuldades e o aprendizado, e permitindo a revisão e correção das anotações feitas pelos grupos.

A Modelagem realizada permitiu observar aspectos da Modelagem Realista, Sócio-Crítica e Educacional para a prática docente. Porém, não sabemos ao certo o quanto os alunos puderam compreender o que é a Modelagem Matemática e sua relevância para o aprendizado. Ainda é perceptível que atividades diferenciadas são menos valorizadas, tanto pelos alunos quanto por seus responsáveis, em relação às vinculadas ao paradigma do exercício. Nosso objetivo principal, que era de qualificar o aprendizado e a aplicação da Matemática dentro de situações-problemas da agropecuária, foi atingido e ainda fomentou novas ideias para aprimorar ainda mais esta proposta de ensino, mas nosso objetivo secundário, com caráter mais social, parece não ter sido claro para os participantes, e ficou em aberto para ser atingido em outro momento.

A simpatia com as três concepções de Modelagem Matemática nos deixam com um pequeno dilema quanto à escolha de apenas uma como principal referência. Concordamos com Kaiser (2006) quanto às dificuldades de se manter tantas tendências que demonstram possuir um fim em comum, e com a necessidade de uma ampla discussão para encaminhamento de uma corrente unificadora. Segundo a recente sistematização de Kaiser (2006), conforme citamos antes, a *Modelagem Didática* possui seus objetivos centrais em sintonia com o nosso. Além disso, por ser oriunda de uma perspectiva mais integradora, demonstra ser mais completa e adequada para o universo heterogêneo de uma sala de aula que oportuniza a realização de experiências investigativas.

Nosso trabalho atinge diretamente os Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio na área de Agropecuária, mas defendemos que os referenciais teóricos que nos orientaram são perfeitamente adequados às turmas de Educação Básica, desde as séries iniciais até o final do Ensino Médio. E também são necessárias para as turmas de formação de professores, que precisam vivenciar a experiência como alunos para ser estimulados a permitir investigações

em suas práticas docentes futuras. Toda escola possibilita a criação de um ambiente de investigação.

6.4 SOBRE O FUTURO

Assim como nosso mundo é dinâmico, nossa sociedade e as novas gerações assim o são. Por que a escola não deve seguir o mesmo ritmo? Assim como estimulamos ações dentro de sala, é preciso que tenhamos condições para efetivá-las. A infraestrutura da instituição e as condições de trabalho devem ser compatíveis com o que se exige de um professor. Mas esta é uma discussão longa, complicada, política e burocrática.

Embora existam vários casos nos quais as escolas propiciam estas investigações, a utilização da Modelagem Matemática ainda é pouco registrada no cotidiano escolar, o que pode nos surpreender, diante das diversas propostas e publicações as quais indicamos antes. Mas ao analisar pesquisas de Barbosa (2004) sobre a relação dos professores com a Modelagem podemos perceber o caminho que deve ser tomado. Em geral as publicações são direcionadas a professores formados e atuantes nas redes de ensino, muitas vezes na condição de Formação Continuada sem que se tenha efetivamente a atuação do docente como criador do Modelo. Acreditamos que “é necessário a *experiência-própria* e não somente leituras sobre o tema” (BARBOSA, 2004, p.7).

A falta de experiências consolidadas em Modelagem nas Licenciaturas em Matemática no Brasil ajuda a confirmar que os cursos de formação de professores ainda pouco exploravam essa ferramenta até início da década passada (BARBOSA, 2002). Logo, a grande maioria dos egressos teve pouco ou nenhum contato com experiências de Modelagem Matemática, o que justifica o ceticismo e a insegurança quanto a seu uso em sala de aula. Esperamos convencê-los de que a Modelagem é fonte de muitos benefícios e pode contribuir de alguma forma para a difusão destes saberes também para os futuros docentes.

Enquanto isso, seguiremos com nosso desejo de formar alunos ainda na Educação Básica que visualizem os saberes da Matemática dentro de outras áreas de interesse pessoal. E a certeza do aprendizado que adquirimos e da motivação recebida é que nos deixa tranquilos para completar agora a trajetória registrada nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. *Prefácio*. In: MEYER, João Frederico; CALDEIRA, Ademir; MALHEIROS, Ana Paula. *Modelagem em Educação Matemática*. (Coleção Tendências em Educação Matemática). Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. *Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica*. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

ATABRASIL. *Associação dos Técnicos Agrícolas do Brasil*. Disponível em <<http://www.atabrasil.org.br/historia.html>> Acesso em: 01 dez. 2012.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. *Modelagem Matemática na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico*. In: Reunião Anual da ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais da Reunião Anual da ANPED, 24. Caxambu: ANPED, 2001. 1 Cd-rom.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. *Modelagem matemática e os futuros professores*. In: Reunião Anual da ANPED, 25., 2002, Caxambu. Anais da Reunião Anual da ANPED, 25. Caxambu: ANPED, 2002 1. Cd-rom.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. *As relações dos professores com a Modelagem Matemática*. In: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2004, Recife. Anais do VIII ENEM. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2004. v. único.

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. 3ª edição. São Paulo: Contexto, 2010.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. *Modelagem Matemática no Ensino*. 4a edição – São Paulo: Contexto, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. *Portal Brasil: Sobre Economia*. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/setores-da-economia/agronegocio>> Acesso em: 19 ago. 2012a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola - julho 2012*. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Estatistica/Estat%20C3%ADticas%20e%20Dados%20B%3%A1sicos%20de%20Economia%20Agr%C3%ADcola/Pasta%20-%20Julho%20%202012.pdf> Acesso em: 19 ago. 2012b.

BRASIL. Ministério da Educação. *Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica*. Disponível em <<http://redefederal.mec.gov.br/>> Acesso em: 01 dez. 2012c.

BÚRIGO, Elisabete Zardo. *Movimento da matemática moderna no Brasil: estudo da ação e do pensamento de educadores matemáticos nos anos 60*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.

CILO, Hugo. *Aqui se planta, aqui se colhe*. Revista Isto É Dinheiro, Edição 715 de 22 de junho de 2011. Editora Três. Disponível em <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/59830_AQUI+SE+PLANTA+AQUI+SE+COLHE> Acesso em: 19 ago. 2012.

CIVIERO, Paula Andrea Grawieski. *Transposição Didática Reflexiva: Um olhar voltado para a prática pedagógica*. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

D'AMBROSIO, Beatriz. *Como Ensinar Matemática Hoje?* Temas e Debates, SBEM, Ano II, n° 2, 1989.

GUANZIROLI, Carlos Enrique. *Agronegócio no Brasil: perspectivas e limitações*. Textos para Discussão. Universidade Federal Fluminense, ISSN 1519-4612, 2006. Disponível em <http://www.uff.br/econ/download/tds/UFF_TD186.pdf> Acesso em: 20 ago. 2012.

KAISER, Gabriele; SRIRAMAN, Bharath. *A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education*. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38(3), 302-310. 2006.

LEÃO, Denise Maria Maciel. *Paradigmas contemporâneos de educação*. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas), São Paulo, v. 13, n.107, p. 187-206, 1999.

MEYER, João Frederico; CALDEIRA, Ademir; MALHEIROS, Ana Paula. *Modelagem em Educação Matemática*. (Coleção Tendências em Educação Matemática). Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

NEUVALD, Luciane. *O ensino agrícola no período populista - 1943/1964: o Aprendizado Agrícola de Mato Grosso (atual Escola Agrotécnica Federal de São Vicente- Cuiabá)*. Revista de Educação Pública (UFMT), v. 5,8, p. 71-90, 1996.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Educação. *Educação Profissional*. Disponível em <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/educ_prof.jsp?ACAO=acao2> Acesso em: 01 dez. 2012.

SÁ, Jean. *O Público e o Privado no Ensino Agrícola no Maranhão: do início ao ruralismo pedagógico*. In: IX Jornada do HISTEDBR, 2010, Belém. Anais da IX Jornada do HISTEDBR, 2010, Belém.

SHELLER, Morgana. *Modelagem Matemática na Iniciação Científica: contribuições para o ensino técnico médio*. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SCHÖNARDIE, Belissa. *Modelagem Matemática e introdução da função afim no ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

SKOVSMOSE, Ole. *Cenários para Investigação*. Revista Bolema, Ano 13, nº 14, p. 66-91, 2000.

TAVARES, Carlos Alberto. *A Formação do Técnico em Agropecuária no Sistema Escola-Fazenda*. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica. Recife, vol. 4, p. 319-334, 2007.

APÊNDICE

Neste espaço disponibilizamos o material utilizado para orientação dos alunos nas pesquisas realizadas em nossa experiência didática.

Folha 1

IF FARROUPILHA - CAMPUS ALEGRETE
MATEMÁTICA - PROF. THIAGO MELENDEZ
DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE AGROPECUÁRIA
PARTE 1 - ÁREA DA PROPRIEDADE

Grupo

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma propriedade agropecuária com restrições de área e culturas, buscando ser economicamente sustentável.

Bom trabalho!!!

1. Escreva o nome dos componentes do grupo, lembrando que são de 3 a 5 alunos por grupo.
2. A figura em anexo mostra a região onde está inserida a propriedade a ser desenvolvida. A partir da escala dada, obtenha uma medida para as linhas que cercam o terreno, e calcule sua área aproximada, em hectares.



Folha 2

IF FARROUPILHA - CAMPUS ALEGRETE
MATEMÁTICA - PROF. THIAGO MELENDEZ
DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE AGROPECUÁRIA
PARTE 2 - OLERICULTURA

Grupo

1. Defina o número de canteiros com suas medidas e o que será cultivado. Escolha no máximo duas opções, explicando o motivo da escolha.

2. Responda:

- (a) Qual o espaçamento necessário entre as mudas?
- (b) Qual o percentual de germinação?
- (c) Qual a quantidade de sementes para iniciar o plantio e qual será o custo delas?
- (d) Como se procederá a irrigação?

Folha 3

IF FARROUPILHA - CAMPUS ALEGRETE
MATEMÁTICA - PROF. THIAGO MELENDEZ
DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE AGROPECUÁRIA
PARTE 3 - AGRICULTURA

Grupo

1. Agora deve ser cultivada uma pequena lavoura.

(a) O que será plantado? Por que essa escolha?

(b) Qual o tamanho da lavoura?

(c) Qual o rendimento dessa plantação?

(d) Como se procederá a irrigação?

Folha 4

IF FARROUPILHA - CAMPUS ALEGRETE
MATEMÁTICA - PROF. THIAGO MELENDEZ
DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE AGROPECUÁRIA
PARTE 4 - CRIAÇÃO ANIMAL

Grupo

1. Escolha no máximo duas espécies de animais para criação, lembrando que não pode ser um haras.

- (a) Qual a quantidade de animais prevista?
- (b) Descreva as instalações necessárias com suas medidas.
- (c) Qual será a alimentação? Será adquirida no comércio ou produzida na propriedade?

Considerações Finais:

Aqui finalizamos as partes do trabalho. Após concluir esta última etapa, é importante dar uma revisada geral para ver se todas as instalações são compatíveis com o tamanho da propriedade e com a quantidade de trabalhadores envolvidos.