



A Modelagem Matemática Aplicada no Ensino de Estatística em Cursos de Graduação¹

Otávio Roberto Jacobini²

Maria Lucia L. Wodewotzki³

Resumo

A formação deficiente em Matemática dos estudantes tem dificultado o acompanhamento dos cursos de Estatística, principalmente quando esses cursos são desenvolvidos de forma tradicional, com base em conceitos teóricos, ênfase em técnicas e no formalismo matemático, e contando com exemplos pré-formulados e desvinculados da realidade dos alunos. A presente pesquisa tem como objetivo principal elaborar e testar a aplicabilidade de uma alternativa pedagógica para os cursos introdutórios de Estatística - interdisciplinar e voltada para o pensamento estatístico - que tem na modelagem matemática o seu principal instrumento pedagógico. É também objetivo desta pesquisa mostrar que, com a aplicação da modelação matemática, é possível minimizar os efeitos das tensões dos alunos, principalmente daqueles que apresentam formação deficiente em Matemática.

Abstract

The deficient mathematics background of students has created difficulties in learning statistics, mainly when the statistics courses are taught in a traditional manner, based on theoretical concepts, emphasizing techniques and formal mathematics, and using examples unrelated to students' reality. This study aims to develop and apply an alternative pedagogical approach in the introductory statistics courses - interdisciplinary and focused on statistical thinking - which employs mathematical modelling as its main pedagogical tool. Another objective of this study is to demonstrate that, using mathematical modelling, it is possible to minimize the effects of tension on students, especially those students who have weak backgrounds in mathematics.

Introdução

Os cursos introdutórios de Estatística são ministrados em sua maioria para estudantes das Ciências Humanas e Biológicas, que, em geral, possuem uma formação deficiente em Matemática. Essa falta de conhecimento matemático é apontada pelos professores como sendo a maior dificuldade que eles enfrentam quando lecionam

¹ Digitalizado por Débora da Silva Soares e Walderez Soares Melão.

² Professor da PUC, Campinas

³ Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, Rio Claro.

Estatística. Além disso, essas falhas no aprendizado provocam nos estudantes uma indisposição em relação ao curso de Estatística, antes mesmo do seu início, sendo essa indisposição transferida de turma para turma, criando um círculo vicioso difícil de ser rompido. Essa situação faz com que a Estatística, como a Matemática, seja considerada uma disciplina difícil de ser aprendida.

A ansiedade matemática, que, segundo BRADSTREET (1996), é constituída de sentimentos de tensão e medo provenientes da manipulação de números e da resolução de problemas matemáticos, existentes não só nos meios acadêmicos como na vida como um todo, está presente na maioria dos alunos. Ao identificarem a Estatística com a Matemática, tais estudantes concluem, a priori, que também não conseguirão aprender Estatística. Como conseqüência, a ansiedade matemática é transformada em ansiedade estatística, tornando o curso introdutório muito mais tenso, não só para os alunos como também para os professores. A "estatifobia", se assim podemos chamá-la, faz com que as dificuldades naturais existentes em qualquer curso tornem-se ainda maiores, principalmente nos cursos relacionados com as Ciências Humanas e Biológicas.

Tradicionalmente, os cursos de Estatística têm sido ministrados com grande ênfase em técnicas e com poucas aplicações relacionadas com o dia-a-dia dos estudantes. O conteúdo programático é desenvolvido através de uma seqüência-padrão, contemplando os tópicos: estatística descritiva, correlação, regressão linear, noções de probabilidade, distribuições de probabilidade e, em alguns casos, distribuições amostrais e inferência. A abrangência e a quantidade de informações variam em função da carga horária de cada um desses cursos e, como na maioria das vezes ela não é grande, em muitos programas apenas a estatística descritiva é ensinada.

Nesses cursos introdutórios, em geral, os exemplos dados em sala de aula apenas reforçam as aplicações dos conceitos, e são baseados em dados fictícios e desvinculados da realidade do aluno, tendo apenas como objetivo "mostrar como se faz", não importando "onde se faz" e nem "para que se faz". Exemplos do tipo "A tabela abaixo mostra a distribuição de freqüência dos salários semanais de 90 empregados da companhia X&Y ...", ou "a figura abaixo mostra o histograma da distribuição dos pesos de 100 estudantes internos de uma universidade..." são comuns em livros de Estatística. Além da falta de sentido dessas

informações para os estudantes, elas já estão prontas e, por esse motivo, nenhuma importância é dada à produção dos dados nem às aplicações dos mesmos após eles terem sido analisados.

Se, por um lado, ensinar e aprender Estatística tem-se mostrado tarefa difícil, por outro, a quantidade de aplicações da Estatística, especialmente nas Ciências Sociais e Biológicas, tem aumentado de maneira significativa. Essas duas situações são responsáveis pelo crescente número de estudos feitos por especialistas, que tem como objetivo encontrar alternativas pedagógicas que tornem o ensino de Estatística mais motivador e mais compreensível para os alunos.

Nessa direção, HERNANDES (1998) relata que, nos últimos doze anos, vários trabalhos têm sido elaborados sobre o ensino de Estatística para estudantes dos diversos cursos ligados às Ciências Sociais e do Comportamento, todos eles preocupados com a forma com que esses cursos são desenvolvidos. Segundo HERNANDES, os professores desses cursos desconhecem (ou não se preocupam com) os medos, as ansiedades e as resistências ao trabalho com tópicos que se relacionam com números. Em geral, a Estatística é ensinada com uma linguagem incompreensível para os estudantes.

Os trabalhos analisados por HERNANDES propõem diversas alternativas para melhorar o ensino de Estatística - tendo como eixos a revisão dos objetivos e dos conteúdos, e a necessidade da eliminação da ansiedade estatística - tais como a demonstração do estreito relacionamento entre a Estatística e as Ciências Sociais, a abordagem permanente de dados reais relacionados com o campo de estudo dos alunos, a utilização de métodos de tentativa e erro ou descoberta, o uso de estudantes com facilidade em aprender os conceitos estatísticos como monitores em sala de aula, e a utilização de recursos computacionais (incluindo os software estatísticos - SAS, Minitab, SPSS, GENSTAT) e de multimídia.

No Brasil, a situação não é diferente. As entrevistas que foram feitas com alguns professores que lecionam Estatística na PUC Campinas e com os professores do curso de Ciências Sociais, também da PUC Campinas, os contatos com alunos que já cursaram Estatística, as discussões ocorridas no Primeiro Encontro de Ensino de Estatística na Graduação, promovido pela UNESP em Marília, confirmam as dificuldades existentes em relação ao ensino, a aprendizagem e a compreensão da Estatística.

Tomando como base essas considerações iniciais, vemo-nos diante da seguinte

situação:

- de um lado, o crescente número de aplicações da Estatística nas diversas áreas do conhecimento exige um número cada vez maior de cursos introdutórios de Estatística. Exige também que os alunos, após concluírem seus cursos, sejam capazes de participar do planejamento de pesquisas, analisar criticamente um conjunto de dados e interpretar, também criticamente, os resultados de pesquisas publicadas em livros, revistas e periódicos especializados.
- de outro, a formação deficiente em Matemática dos estudantes dificulta o acompanhamento dos cursos de Estatística desenvolvidos de forma tradicional, com base em conceitos teóricos, ênfase em técnicas e no formalismo matemático, contando com exemplos pré-formulados e desvinculados da realidade dos alunos.

Essas questões discutidas anteriormente e relacionadas com o ensino de Estatística nos conduzem ao seguinte desafio: elaborar uma proposta pedagógica alternativa ao processo tradicional, que possibilite uma melhor compreensão da Estatística.

SNEE (1993), no artigo *What's Missing in Statistical Education*, afirma que "as pessoas estudarão Estatística se a Estatística tiver algum significado para elas". Nesse sentido, o processo de ensino e de aprendizagem se tornará mais fácil e mais produtivo se os alunos encontrarem na Estatística valores que justifiquem o seu estudo. Em outras palavras, se eles estiverem motivados para estudar Estatística.

A bibliografia analisada nesta pesquisa aponta alguns caminhos para o ensino de Estatística justamente no sentido de mostrar a importância da Estatística no dia-a-dia e nas atividades relacionadas com a área de estudo dos alunos. Dentre esses caminhos, destacamos a concentração no pensamento estatístico, a utilização de dados e de problemas reais, inclusive com coleta de dados, para trabalhar sempre que possível com assuntos que tenham significado para os alunos, a redução da preocupação com fórmulas e com cálculos, a valorização das interpretações e a utilização dos softwares estatísticos.

De acordo com BRADSTREET (1996), o uso de dados reais e relevantes para os estudantes contribui para a compreensão dos métodos e do pensamento estatístico. Para o autor, enfatizar o pensamento estatístico em cursos de Estatística significa direcionar o

aprendizado para as etapas que compoem uma pesquisa quantitativa e, não, estudar isoladamente os métodos e os conceitos estatísticos. Assim, os estudantes devem aprender a formular questões, construir e testar hipóteses, escolher o projeto do estudo, coletar efetivamente os dados, escolher os métodos estatísticos, resumir e interpretar informações, apresentar os resultados do estudo e entender as limitações da inferência estatística, dentro de um contexto prático.

Ao nos referirmos ao pensamento estatístico em cursos introdutórios de Estatística, procuramos entendê-lo sob três enfoques, todos integrados entre si:

- Como uma estratégia para o planejamento de uma pesquisa quantitativa simples, onde o projeto da pesquisa é elaborado, as hipóteses e as variáveis são levantadas, as amostras obtidas e os dados coletados. É importante saber que o planejamento de uma pesquisa quantitativa é tão importante quanto a sua execução, e que dele depende o sucesso da análise e da interpretação dos dados.
- Como um pensamento analítico, como uma "atitude estatística" ou como uma "atitude crítica do estatístico". Nesse caso, a Estatística deve ser vista como uma disciplina que procura analisar os fenômenos quantificáveis (sociológicos, biológicos, etc.), usando para essa análise as ferramentas disponíveis. Não basta apenas saber como aplicar uma técnica, mas é necessário saber escolher, dentre todas as técnicas disponíveis, qual (ou quais) deve ser usada para que uma melhor interpretação dos dados quantitativos possa ser conseguida. É importante compreender o sentido de variabilidade e de que maneira ela está sempre presente em pesquisas amostrais.
- Como o próprio procedimento estatístico, onde os fenômenos devem ser quantificados, classificados, distribuídos, analisados, representados e visualizados. Nesse enfoque do pensamento estatístico, devem estar sempre presentes as perguntas: porque fazer, motivando a necessidade de se precisar fazer, e o como fazer. Esses procedimentos devem ser trabalhados dentro de um contexto prático e aplicado, de modo a tornar o ensino da disciplina mais agradável, interessante e, principalmente, com significado para o aluno.

A interdisciplinaridade contribui para mostrar a Estatística como sendo uma

disciplina com grande significado para os estudantes e, assim, de acordo com a colocação feita por SNEE, eles estarão mais motivados para trabalhar com o pensamento estatístico. Além disso, como a Estatística pode ser

considerada como sendo "a mais aplicável" dentre todas as áreas que compõem a Matemática, a realização de um trabalho integrado com outras disciplinas do curso onde ela esta inserida não e tarefa difícil.

A partir da análise de algumas publicações sobre a aplicação da modelagem matemática no processo educacional, decidimos aplicar essa pedagogia no ensino de Estatística em cursos introdutórios, voltada para o pensamento estatístico, e acompanhada de um trabalho interdisciplinar, integrado com outras disciplinas do curso.

Os Procedimentos Metodológicos

Estabelecida a questão central da investigação (aplicação da modelagem no ensino de Estatística), o passo seguinte consistiu na definição dos procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa, para a sua aplicação em um curso introdutório de Estatística, bem como para avaliação dos resultados alcançados.

A aplicação da modelagem matemática como proposta pedagógica exige uma constante interação entre o pesquisador e os sujeitos envolvidos no processo, sendo esse envolvimento responsável pela inserção desta pesquisa qualitativa no âmbito da pesquisa-ação. THIOLENT define a pesquisa-ação como sendo "um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo" (1996, p.14). Na presente pesquisa, a ação significa "ensinar e aprender Estatística", e a alternativa pedagógica para a realização dessa ação e a modelagem matemática aliada a interdisciplinaridade.

Através da pesquisa bibliográfica sobre o ensino de Estatística e sobre a modelagem matemática, procuramos inicialmente levantar o conhecimento disponível nessa área e avaliar sua contribuição para a compreensão e explicação do problema em estudo. Entrevistas com os professores responsáveis pelas disciplinas que compõem o núcleo

central do curso de Ciências Sociais (Sociologia, Política e Metodologia da Pesquisa) foram realizadas com o objetivo de desenvolver o trabalho interdisciplinar.

Esta proposta pedagógica foi aplicada no curso de Ciências Sociais da PUC Campinas, no segundo semestre de 1998. A escolha do curso de Ciências Sociais para ser o laboratório para a aplicação deste trabalho deu-se em função do envolvimento dos seus alunos com elaboração e interpretação de pesquisa, pela facilidade, por parte dos pesquisadores, na utilização dos temas relacionados com questões sociais e pela deficiência na formação matemática que caracteriza, em geral, os estudantes desse curso. A aplicação deste trabalho contou com o apoio do software estatístico Minitab.

Com o objetivo de conhecer os alunos matriculados no curso introdutório de Estatística, foi solicitado a eles que respondessem a um questionário e, dessa coleta de dados, resumimos na tabela 1 como os estudantes se consideram em relação a alguns tópicos matemáticos importantes para um curso de Estatística.

Tabela 1: Conhecimento dos alunos em relação aos tópicos matemáticos necessários para um curso de Estatística

Tópico matemático	Como o aluno se classifica			
	Bom	Regular	Ruim	Não sei
Operações (adição e subtração)	88%	6%	6%	
Operações (multiplicação e divisão)	72%	22%	6%	
Frações	28%	56%	16%	
Razão e Proporção	12%	50%	19%	19%
Porcentagem	33%	50%	17%	
Média aritmética	11%	16%	34%	39%

Em paralelo ao referido questionário, foi solicitado aos alunos que também respondessem a algumas questões sobre porcentagem (cálculos e aplicações) e interpretação de gráficos simples. As perguntas foram feitas com base em uma pesquisa sobre intenção de voto, cujos resultados foram publicados no jornal "Folha de São Paulo", na edição de 30 de maio de 1998. Dos 18 alunos presentes, apenas 4 devolveram seus testes e, destes, um único aluno respondeu a todas as questões corretamente. Quando questionados sobre a não entrega dos testes, os alunos concordaram que tiveram dificuldades em resolver as questões neles contidas. Esse fato veio confirmar as suspeitas dos pesquisadores sobre a necessidade de reforçar questões relacionadas com razões, proporções e porcentagens, antes de trabalhar com as técnicas estatísticas, com probabilidade e com a inferência estatística.

Os resultados obtidos com a aplicação deste trabalho pedagógico foram analisados a partir da observação do comportamento e da reação dos alunos frente ao cenário criado, dos trabalhos que eles realizaram e das avaliações desta proposta, realizadas pelos estudantes.

A Modelagem Matemática Aplicada no Ensino de Estatística

Um modelo é uma representação de algo que se pretende executar. Um modelo matemático é uma representação de alguma situação relacionada com o mundo real, feita através do uso de uma linguagem matemática. BASSANEZI (1994, pp. 57 e 58) define um modelo matemático como sendo "*um conjunto de símbolos e de relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado, podendo ser linear ou não (conforme as características de suas equações), estático (quando representa a forma do objeto) ou dinâmico (quando simula variações), educacional ou prático (dependendo da sua aplicação) e estocástico ou determinístico (dependendo do uso ou não de fatores aleatórios em suas equações)*".

A modelagem matemática é definida por BASSANEZI como sendo a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real (1994, p. 61). Para BASSANEZI, esse processo de transformação e de resolução de problemas consiste de duas etapas bem definidas: compreensão clara dos problemas em estudo e construção dos melhores modelos que façam

essa transformação, dentro das teorias matemáticas disponíveis.

Ainda segundo BASSANEZI (1994, p. 68), a modelagem matemática pode ser usada como um processo para a resolução dos mais variados problemas relacionados com a Matemática Aplicada, podendo ser utilizada como um método científico, como um programa de iniciação científica ou como uma estratégia de ensino-aprendizagem. Quando aplicada no ensino, um problema real (tema de interesse) é escolhido, e, através da construção de modelos matemáticos, sistematizamos o programa do curso, buscando respostas para esse problema.

Para BORBA (1999, p. 76), quando aplicada no ensino, a Modelagem pode ser vista como um esforço de descrever matematicamente um fenômeno que é escolhido pelos alunos com o auxílio do professor.

Ao aplicarmos a modelagem matemática como um método científico ou como um programa de iniciação científica, os conceitos matemáticos necessários para que o processo possa ser desenvolvido precisam ser conhecidos. Concordamos com MONTEIRO (1991, p. 109) quando ela afirma que, nesse caso, a preocupação central é com o processo de modelagem e não com o ensino.

No presente estudo, no entanto, estamos interessados em levar os conceitos da modelagem matemática para a sala de aula, com o objetivo de aplicá-lo como uma estratégia pedagógica para o ensino de Estatística. Dentre os muitos trabalhos em que a modelagem foi utilizada como uma estratégia pedagógica em cursos regulares, destacamos o de BASSANEZI (1994), o de FRANCHI (1993) e o de BORBA (1999), voltados para o ensino do Cálculo, o de MONTEIRO (1991), direcionado à educação de adultos e à pesquisa sobre a aplicação da modelagem matemática na escola elementar, realizada por DE CORTE e VERSCHAFFEL (1997). No I CNEMM, realizado em novembro de 1999, na UNESP - Rio Claro, foram apresentadas várias comunicações relacionadas com a aplicação da modelagem no ensino de Matemática.

Na elaboração deste trabalho pedagógico, procuramos enfatizar a importância tanto da Estatística como uma disciplina que procura analisar os fenômenos quantificáveis (sociológicos, biológicos, etc.) quanto dos procedimentos estatísticos (as técnicas, os cálculos, as construções gráficas, etc.). Esses procedimentos estatísticos, no entanto, são

considerados muito mais como ferramentas para que a análise possa ser feita do que como elementos autônomos. Assim, nesta proposição da modelagem como pedagogia para o ensino de Estatística, juntamente com a sistematização dos conceitos, buscamos sempre contemplar esta postura crítica.

Para, através da modelagem matemática, alcançar esses três objetivos (pensamento analítico, procedimentos estatísticos e interdisciplinaridade), propomos, em cursos regulares de Estatística, o conjunto de passos mostrado na figura 1. Os conteúdos de cada um desses passos estão descritos a seguir:

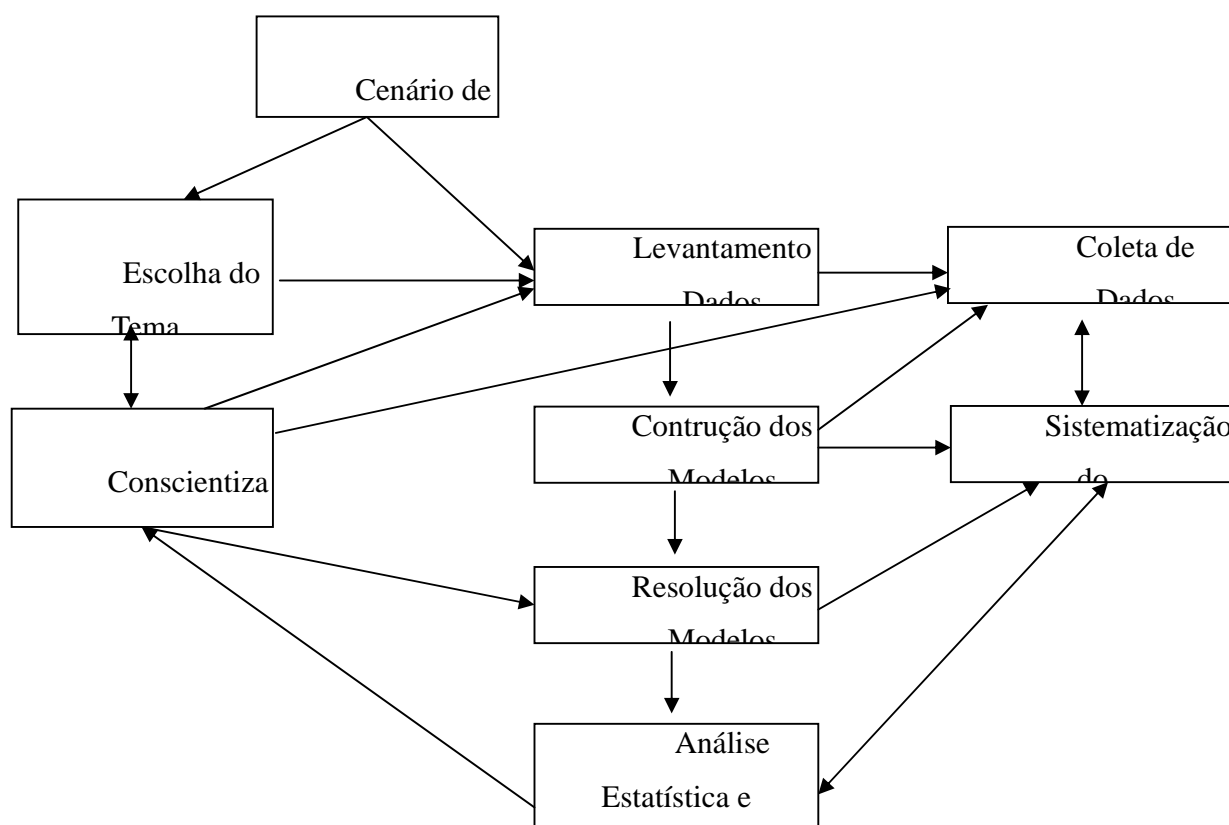


Figura 1: Esquema para a aplicação da Modelagem no ensino da Estatística

1) **Conhecimento do cenário do ensino**, que é composto pelo curso onde a Estatística vai ser ministrada, pelas disciplinas participantes do processo interdisciplinar e

pelos estudantes.

1.1) Conhecimento dos objetivos do curso e das disciplinas participantes do processo interdisciplinar.

De um modo geral, os professores de Estatística desconhecem os objetivos e as características dos diversos cursos onde a disciplina está inserida. Por outro lado, os professores desses cursos, na maioria das vezes, também desconhecem o potencial da Estatística no trabalho com pesquisas quantitativas. Como consequência desse desconhecimento mútuo, a programação para a disciplina não é feita com o propósito de fazer com que o aluno utilize a Estatística em seu campo de estudo, e aproveite ao máximo a sua potencialidade, mas sim dentro de um esquema-padrão que tem como objetivo apenas o ensino de algumas técnicas estatísticas e a análise de dados sem significado para o aluno.

Para visualizar esse cenário e poder discutir com os alunos temas que possam, de alguma forma, contribuir para o desenvolvimento das aulas de Estatística e também para compreender os objetivos principais do curso em que a Estatística está inserida, propomos a realização de reuniões abertas ou de entrevistas estruturadas com os professores responsáveis pelas disciplinas que compõem o núcleo central desse curso, e com os responsáveis pela coordenação pedagógica do mesmo. Na aplicação desta pesquisa, foram entrevistadas as professoras de Sociologia e de Política, participantes deste trabalho interdisciplinar, a professora de Metodologia da Pesquisa e o coordenador do curso de Ciências Sociais.

1.2) Conhecimento do estudante

A formação escolar, a realidade social, os interesses em relação a aprendizagem e a motivação para o estudo variam de curso para curso, de área para área e, até mesmo, de turma para turma, em um mesmo curso. Por isso, entendemos ser importante que o professor tome conhecimento dessas características antes que seus cursos sejam iniciados. Além disso, no planejamento de um curso de Estatística precisamos saber o grau de conhecimento matemático que os alunos possuem. Se eles não souberem lidar com fração, com porcentagem, ou até com operações simples como multiplicar e dividir, é preciso trabalhar esses tópicos matemáticos antes de introduzir conceitos estatísticos. Do mesmo modo,

atividades extraclasse, como pesquisas bibliográficas ou de campo, preparação de seminários etc., devem ser dimensionadas em função da disponibilidade de tempo dos alunos. O conhecimento preliminar dos estudantes pode ser adquirido através de questionários (opção adotada neste trabalho) ou de entrevistas individuais com os alunos, desde que o número de alunos matriculados não seja excessivo.

2) Escolha do tema central baseado na interdisciplinaridade

Como esta proposta se baseia em um trabalho integrado, sugerimos a escolha do tema central em parceria com as demais disciplinas envolvidas no processo interdisciplinar. Além disso, para que as técnicas estatísticas possam ser desenvolvidas e interpretações possam ser feitas, os alunos precisarão trabalhar com conjuntos de dados e, por esse motivo, propomos também que, ao se escolher o tema central, esteja contemplada a necessidade de uma pesquisa quantitativa, cujos dados deverão ser obtidos pelos próprios estudantes.

Na definição do tema central, deve-se tomar cuidado para que o assunto escolhido garanta, de um lado, a motivação e o envolvimento dos alunos e, de outro, propicie condições para que ambos os tipos de variáveis, quantitativas e qualitativas, possam ser investigados. Na aplicação que fizemos, trabalhamos com o tema "O Perfil Político e Ideológico dos alunos dos cursos de Ciências Sociais e de Direito da PUC Campinas, na conjuntura atual". Este tema foi escolhido em parceria com as professoras de Sociologia e de Política.

3) Conscientização do problema e das variáveis que serão estudadas

Nesta pesquisa, chamamos de conscientização o processo de familiarização com o que está sendo estudado e pesquisado. A conscientização pode se dar feita através de leituras, pesquisas, discussões, palestras, etc., e deve ocorrer em todas as etapas da proposta. Considerando que a interdisciplinaridade acompanha a aplicação desta estratégia pedagógica, a conscientização deve ser vista também como um importante momento para que os tópicos que estejam sendo estudados sejam também discutidos nas disciplinas parceiras no projeto.

No curso ministrado aos alunos de Ciências Sociais, em muitos momentos os resultados estatísticos encontrados foram questionados sob os aspectos sociológicos e políticos. Em outras ocasiões, como as discussões sobre esses assuntos não se esgotaram na aula de Estatística, elas continuaram nas aulas de Sociologia e de Política. Como exemplo, citamos a discussão que ocorreu após a verificação de que praticamente todos os alunos de Direito eram favoráveis a Reforma Agrária, porém contrários aos movimentos sociais dos Sem-Terra e dos Sem-Teto. A interpretação do fato é relatada em vários trabalhos elaborados pelos alunos, e pode ser vista em JACOBINI (1999).

4) Levantamento das variáveis

Após a conscientização do tema central do trabalho e da formulação das hipóteses para a realização da pesquisa quantitativa, as variáveis devem ser destacadas. Essas variáveis, que correspondem às características dos sujeitos pesquisados, em geral, estão diretamente relacionadas com o tema central e, nesta etapa, muitas delas são levantadas pelos alunos, sendo papel do professor conduzir a discussão para que apenas aquelas realmente pertinentes façam parte da pesquisa quantitativa.

Na aplicação deste trabalho, como algumas características dos alunos entrevistados, e relacionadas com o seu perfil político e ideológico, precisariam ser discutidas nas aulas de Sociologia e de Política, elas foram estabelecidas a priori em reuniões com as professoras dessas disciplinas. As principais variáveis apontadas (e depois discutidas com os alunos) foram:

- participação dos entrevistados em entidades sindicais e profissionais, em movimentos populares e estudantis, em partidos políticos;
- rendimentos salariais dos alunos e de suas famílias;
- opiniões dos entrevistados sobre temas sociais importantes como reeleição, privatizações, reforma agrária, movimentos dos Sem-Terra e dos Sem-Teto;
- opiniões dos entrevistados a respeito do ensino público e da qualidade do ensino na Universidade;
- intenções de voto dos entrevistados para Presidente da República, Governadores dos Estados e Senadores.

As hipóteses da pesquisa, também formuladas em conjunto com as professoras, foram:

- os alunos de Direito são conservadores e legalistas, em contraste com os de Ciências Sociais, que são progressistas e socialistas.
- os alunos de Direito são oriundos de classes sociais mais altas, ao contrário dos de Ciências Sociais.

5) Coleta de Dados

Após a definição das variáveis, o questionário para as entrevistas pode ser então elaborado. A contribuição da disciplina Metodologia da Pesquisa nesse processo é importante (se ela fizer parte da estrutura do curso) e textos sobre o assunto devem ser recomendados para leitura.

Quando a pesquisa é amostral, a coleta de dados deve ser feita após a sistematização dos conceitos envolvendo tamanho da amostra, margem de erro e nível de confiança.

6) Formulação e solução dos modelos - Sistematização do programa

Lembrando a definição de modelo dada por Bassanezi (p.7), podemos dizer que, no nosso estudo, um modelo estatístico é um conjunto de relações matemáticas onde gráficos, que de alguma forma representa o objeto estudado, e é aplicável a uma situação problema que envolve uma coleção de dados. Desse modo, formular modelos estatísticos significa construir conjuntos de relações matemáticas ou de gráficos que auxiliam na interpretação dos dados coletados. Resolvendo o modelo, encontramos a sua solução.

O conteúdo teórico (programa do curso) que fundamenta a formulação e a resolução dos modelos estatísticos é sistematizado a partir das discussões envolvendo as razões que levam ao uso desses modelos: dar um tratamento estatístico aos dados coletados, extraindo deles informações relevantes para a interpretação dos resultados. A análise estatística dos dados relativos às variáveis foi utilizada para encontrar respostas às perguntas que foram formuladas na discussão do tema central. Nesta proposta, cada variável será chamada objeto em estudo. Um modelo estatístico formulado pode corresponder a vários desses objetos. As soluções, no entanto, são diferentes para cada um deles.

7) Interpretação dos resultados

É nesta etapa que o pensamento estatístico, visto como um pensamento analítico, como uma "atitude estatística", ou melhor, como uma "atitude do estatístico", pode ser empregado em toda a sua intensidade, pois o aluno interpreta os resultados obtidos através das técnicas aprendidas e dos gráficos construídos; é o momento da sintetização das interpretações parciais obtidas durante a resolução dos modelos. Através de um relatório ou de um trabalho estruturado, o aluno, trabalhando em grupo ou individualmente, e usando a Estatística como "ferramenta", responde as questões formuladas no início do curso.

Na aplicação da modelagem no ensino, o processo de sistematização ocorre frequentemente e, muitas vezes, precisamos interromper o processo de modelagem para abordar e discutir os conceitos. Em alguns momentos, a construção de modelos pode não ser adequada para a abordagem de determinado tópico do programa e, nesse caso, a aula expositiva é uma das alternativas possíveis a ser utilizada. Como esse tópico está vinculado ao tema central, o aluno continuará motivado para o seu estudo. Por exemplo, quando este trabalho foi aplicado no ensino de probabilidade, utilizamos o processo de simulação e o Minitab, a partir de uma visão frequentista (COUTINHO,1994).

A maneira como os modelos foram elaborados, a sistematização do conteúdo estatístico, a estratégia adotada para o desenvolvimento do curso de Estatística aos alunos de Ciências Sociais, e os resultados obtidos pelos alunos na pesquisa que eles realizaram encontram-se detalhados em JACOBINI (1999).

A Avaliação Feita pelos Alunos sobre a Aplicação deste Trabalho

Os alunos avaliaram os resultados da aplicação desta proposta pedagógica sobre o ensino de Estatística respondendo a algumas questões sobre os principais pontos do trabalho, como as estratégias de ensino que foram utilizadas, incluindo a modelagem matemática e a interdisciplinaridade, o desenvolvimento do pensamento estatístico e o uso do Minitab e do laboratório. Dos 21 alunos que concluíram o curso, apenas 5 não responderam ao questionário. Dentre estes, alguns se prontificaram a enviar suas avaliações pelo correio, mas não o fizeram.

Dos que responderam ao questionário, a metade considerou que a "matefobia" não foi notada em momento algum do curso, enquanto apenas dois declararam que ela esteve sempre presente. Estes resultados numéricos, aliados a percepção dos professores-pesquisadores, apontam na direção de que os efeitos dessa fobia foram minimizados na aplicação deste trabalho.

De um modo geral, os alunos não acharam difícil o curso de Estatística, tendo eles considerado os tópicos iniciais do curso (variáveis, amostragem, estatística descritiva, gráficos e relacionamentos entre variáveis) mais fáceis do que os finais (probabilidade, curva normal e intervalos de confiança).

A avaliação feita pelos alunos sobre o seu aprendizado dos procedimentos estatísticos coincide quase que integralmente com a nossa percepção. A exceção fica por conta da inferência, já que, apesar de ter sido alto o índice dos alunos que declararam razoável o seu aprendizado, as provas realizadas por eles não apresentaram resultados satisfatórios em relação a esse tópico.

Há também concordância em relação ao desenvolvimento do pensamento analítico nos alunos. Em suas respostas ao questionário, a maioria dos alunos considerou significativa a contribuição dada pelo curso para o desenvolvimento do pensamento estatístico, no sentido analítico, bem como para a formação deles como cientistas sociais.

Todos os alunos disseram que, após a conclusão do curso, eles se sentiam aptos para entender o significado de uma pesquisa realizada com amostras, e como os resultados conseguidos com essas amostras podiam ser inferidos na população. Isso se deve em parte às discussões envolvendo as pesquisas eleitorais. Uma parte declarou também estar apta a participar de todas as fases de uma pesquisa quantitativa simples, mas apenas alguns alunos disseram que se sentiam a vontade para interpretar os resultados de pesquisas publicadas em livros e periódicos.

O Minitab foi considerado adequado para cursos de Estatística. Alguns estudantes, porém, acharam que ele era difícil de ser usado e precisaria de mais tempo para ser aprendido, enquanto outros consideraram que o fato do software estar disponível apenas no laboratório impedia que o material trabalhado em aula tivesse continuidade em outros ambientes computacionais. O uso do laboratório de informática para as aulas de Estatística foi

considerado positivo por todos os alunos, mas alguns entenderam que teria sido mais proveitoso, para que as discussões pudessem ocorrer de forma mais participativa, se ao menos parte do curso tivesse sido desenvolvida em sala de aula.

A modelagem matemática foi, na opinião de todos os alunos, uma estratégia pedagógica interessante, eficiente e adequada para o ensino de Estatística no curso de Ciências Sociais. Para alguns desses alunos, o desenvolvimento dos tópicos estatísticos com base em um tema relacionado com as Ciências Sociais, e que faz parte do dia-a-dia dos estudantes, foi, além de tudo, motivador, como mostram os comentários extraídos das suas avaliações:

"Foi bom (a aplicação da modelagem matemática), pois o tema escolhido causava interesse nos alunos, fazendo com que eles participassem com mais vontade".

"Bom. As aulas não ficaram 'maçantes'. A pesquisa estimulou a minha vontade de compreender os resultados, assim como saber chegar até eles."

"Gostei muito por tornar compreensíveis os conceitos utilizados."

Para outros alunos, a modelagem matemática, ao propiciar a realização de uma pesquisa em que os próprios alunos eram investigados, trouxe uma motivação a mais, já que eles acharam interessante a oportunidade de confirmar (ou não), a opinião que eles tinham dos seus colegas do curso de Direito. Os comentários abaixo foram extraídos das respostas desses alunos:

"Interessante, principalmente porque tivemos que contactar alunos de Direito que são considerados como nossos antagonicos." "Foi ótimo. Inclusive desmistificou e diminuiu o trauma existente nas relações dos companheiros do curso com os companheiros de Direito."

Um dos alunos, apesar de considerar interessante a metodologia, entendeu que na prática, a sua aplicação deixou a desejar: "Uma boa idéia que precisa ser aperfeiçoada, a prática não foi como esperávamos."

O trabalho interdisciplinar com a Sociologia e com a Política foi realizado com sucesso, segundo a maioria dos alunos, e permitiu que a Estatística fosse vista por eles como sendo uma disciplina importante para a sua formação profissional. Segundo um desses alunos, a integração da Estatística com a Sociologia e com a Política "serviu para incentivar o interesse pela matéria". Um aluno foi além, ao considerar a integração de todas as disciplinas

como um objetivo a ser alcançado no curso: "... Muito boa (a integração). A idéia de integrar disciplinas faz com o aluno tenha uma visao global dos assuntos, percebendo os objetivos das propostas."

Finalizando o processo de avaliação, os alunos escreveram as suas opiniões sobre o curso. Apenas um aluno declarou não ter gostado das aulas por ter achado que elas eram cansativas. Um outro aluno, entendendo que alguma coisa tinha falhado no processo, se manifestou da seguinte forma:

". . talvez tenha faltado um maior conhecimento em matemática por parte dos alunos, talvez maior interesse em relação a matéria, talvez a mudança brusca na dinâmica das aulas... O uso do computador ajudou e atrapalhou... O Minitab é todo em inglês ... alguns alunos não têm conhecimento suficiente em informática ..."

Os demais acharam válida a experiência, e que ela contribuiu bastante para tornar o curso mais fácil, mais interessante, mais participativo e mais dinâmico. Alguns alunos consideraram que se o curso fosse anual, os resultados poderiam ter sido ainda melhores. A esse respeito, um dos alunos se manifestou da seguinte maneira:

"O tipo de trabalho em relação a disciplina foi muito bom, aliou a teoria com a prática (na pesquisa), desde a coleta de dados, passando pelos cálculos estatísticos, os gráficos e a análise, porém, foi sensivelmente prejudicado devido ao pouco tempo."

Considerações Finais

Os resultados foram analisados tomando-se por base os trabalhos apresentados pelos alunos sobre a pesquisa "O perfil político e ideológico dos alunos dos cursos de Direito e de Ciências Sociais" e da avaliação que eles próprios fizeram sobre o curso. A análise detalhada desses resultados e as observações feitas em sala de aula permitiram concluir sobre a eficácia, na prática, da modelagem matemática como instrumento motivador no processo de ensino e de aprendizagem dos tópicos de Estatística. Estes resultados também confirmam as colocações apresentadas por SNEE (1993) quando ressalta a importância da motivação no ensino de Estatística.

A aplicação da modelagem matemática no ensino faz com que o aluno perceba a estreita relação existente entre o que ele aprende e o meio em que ele vive. Essa relação pode ser

interdisciplinar ou não, dependendo de o meio se referir ao seu ambiente de estudo ou ao seu cotidiano. Nesta pesquisa, a opção pelo trabalho interdisciplinar, aliado à modelagem matemática, foi feita com o objetivo de mostrar ao aluno a importância da Estatística no curso de Ciências Sociais, com vistas ao exercício futuro da sua profissão, além, é claro, de motivá-lo para o aprendizado da disciplina. Na avaliação que fazemos, ambos os resultados esperados foram alcançados em alto grau, confirmando as afirmações de BASSANEZI, MONTEIRO, FRANCHI, BORBA e outros, que, em seus cursos utilizaram-se, com sucesso, dessa estratégia de ensino.

Teoricamente pode-se aplicar a modelação no ensino de qualquer disciplina relacionada com a Matemática. Para isso escolhe-se um tema central (a partir de discussões com os alunos e/ou com outros professores) e, através da construção de modelos em conjunto com a utilização de aulas expositivas e de outros recursos pedagógicos, sistematiza-se o programa da disciplina.

Na prática, as dificuldades para a escolha de um tema apropriado ou para a construção de modelos mostram que, em alguns casos, a opção pela modelagem matemática pode não conduzir a um desenvolvimento pedagógico eficiente, como parece ser o caso de algumas disciplinas relacionadas com a Matemática Pura. Este, no entanto, não é o caso da Estatística. A facilidade para a escolha de temas que contemplem a realização de pesquisas quantitativas como também para a análise dos dados coletados bem como a simplicidade para a construção do que nesse trabalho chamamos de modelos estatísticos fazem com que a modelagem seja facilmente aplicada em cursos introdutórios de Estatística. Arriscamos dizer, inclusive, que, dentre todos os ramos da Matemática, é na Estatística que a modelagem pode ser aplicada de modo mais simples e natural e, também, com toda a sua intensidade.

A modelagem matemática, aliada a utilização de recursos computacionais, possibilita também uma otimização dos tópicos do curso, permitindo o desenvolvimento de um programa mais abrangente. Na aplicação deste trabalho, usando o conceito dado na Introdução para o pensamento estatístico, e buscando definir o perfil político e ideológico dos participantes da pesquisa realizada pelos alunos, o programa de Estatística no curso de Ciências Sociais foi sendo sistematizado. Com essa estratégia, procuramos trabalhar os conceitos em função das necessidades da pesquisa que estava sendo realizada pelos alunos, e

não seguindo um roteiro preestabelecido. Dessa forma, conseguimos desenvolver em classe não só os pontos relacionados com a estatística descritiva, mas também questões importantes como planejamento de uma pesquisa quantitativa, coleta de dados, relacionamento entre variáveis (quantitativas e qualitativas), conceitos simples de probabilidade, estudo da curva normal e construção de intervalos de confiança para a proporção.

A integração entre os professores, o conhecimento do projeto pedagógico do curso (incluindo as propostas das disciplinas participantes), o planejamento do trabalho, o acompanhamento das atividades e as discussões sobre os resultados alcançados são condições importantes para a realização de um trabalho interdisciplinar adequado. Por isso, a interdisciplinaridade exige muita dedicação dos professores envolvidos no processo e requer uma grande disponibilidade de tempo para ser realizada com sucesso. O regime de contratação de professores por hora-aula e/ou o desenvolvimento de pesquisas em suas próprias áreas de conhecimento pelos mesmos dificultam-lhes o envolvimento em todas as atividades necessárias para a realização do trabalho interdisciplinar. Essas dificuldades estiveram presentes na aplicação desta pesquisa, mas elas foram em parte superadas graças ao esforço e à dedicação dos professores participantes.

Como foi expresso na Introdução, a preocupação central desta proposta pedagógica sempre esteve voltada para o desenvolvimento do pensamento estatístico. Após a sua aplicação, a avaliação que fazemos é que, com o apoio da modelagem matemática e da interdisciplinaridade, a Estatística foi mostrada aos alunos de uma forma diferente, aplicada, e com estreitas ligações com as Ciências Sociais. Avaliamos ainda que o estudo dos procedimentos estatísticos, a necessidade do trabalho com dados e a importância do planejamento para a realização de pesquisas quantitativas foram plenamente justificados para os alunos. Foi possível perceber também que, para que o pensamento analítico do aluno pudesse ter sido desenvolvido com maior amplitude, teria sido necessário um número maior de horas para o curso e, preferencialmente, distribuídas ao longo de um ano e não em apenas um semestre.

Finalmente, um outro ponto positivo que pode ser percebido na aplicação deste trabalho, e que deve ser creditado ao uso da modelagem matemática, relaciona-se com a

ausência quase que total do que foi chamado na Introdução de "estatifobia". O ambiente tranqüilo em sala de aula, decorrente do trabalho interativo e participativo, além da redução no uso do formalismo matemático, confirma as ponderações feitas por BRADSTREET (1996) e HERNANDES (1998), dentre outros, que consideram a ausência desses sentimentos como sendo fatores preliminares para o ensino e para a aprendizagem de Estatística.

Referências Bibliográficas

- BASSANEZI, R (1994). Modelagem Matemática. **DYNAMIS** – Revista Tecno-Científica. Universidade Regional de Blumenau. Vol. 2, n. 7, p. 55 - 80.
- BORBA, M (1999). **Calculadoras Gráficas e Educação Matemática**. Série Universidade Santa Ursula, RJ.
- BIEMBEGUTT, M. S., (1990). **Modelação Matemática como Método de Ensino e Aprendizagem de Matemática em cursos de 1° e 2° Graus**. Dissertacao de Mestrado. UNESP, Rio Claro.
- BRADSTREET, T. E. (1996). **Teaching Introductory Statistics Courses**. The American Statistician, Vol. 50, n. 1, p. 69 - 78.
- COUTINHO, C. Q. e Silva (1994). **Introdução ao conceito de Probabilidade por uma Visão Freqüentista**. Estudo Epistemológico e Didático. Dissertação de Mestrado. PUC, São Paulo.
- DE CORTE, E.; VERSCHAFFEL, L. (1997). **Teaching Realistic Mathematical Modeling in the Elementary School: A Teaching Experiment with Fifth Graders**. Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 28, n. 5, p. 577-601.
- FRANCHI, R. H. O. L. (1993). **A Modelagem Matemática como estratégia de Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia**. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro.
- GIL, Antonio Carlos (1991). **Pesquisa em Economia**. São Paulo; Editora Atlas.
- HERNANDES R. (1998). **Teaching Statistics for Social Sciences: A Brief Introduction**. Montana University [Online]. (<http://www.math.montana.edu>)
- HOGG, R. V. (1991). **Statistical Education: Improvement are Badly Needed**. The American Statistician. Vol. 45, n. 4, p. 342 -343.
- JACOBINI, O R. (1999). **A Modelação Matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação**. Dissertação de Mestrado. UNESP , Rio Claro.
- MONTEIRO, A. (1991). **O ensino de Matemática para Adultos através do Método Modelagem**

Matemática. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro.

MOORE, D. S. (1997). **Statistics:** Concepts and Controversies. New York; W.H. Freeman and Company.

POLYA, G. (1977). **A Arte de Resolver Problemas.** Tradução e Adaptação de Heitor Lisboa de Araujo. Rio de Janeiro; Editora Interciência.

SNEE, R. D. (1993). What's Missing in Statistical Education? **The American Statistician**, Vol. 47, n.2, p. 149 - 154.

THIOLLENT, M. (1996). **Metodologia da Pesquisa-Ação.** São Paulo: Editora Cortez. UNESP (1997). 1º Encontro de Ensino de Estatística na Graduação. UNESP, Marília.

WATTS, D. G. (1991). Why Is Introductory Statistics Difficult To Learn And What Can We Do to make It Easier? **The American Statistician**, Vol. 45, n.4, p.11-17.