

**A História do Risco -
Gênese do Pensamento Estatístico
e o Ensino de Estatística na Universidade**

ANTONIO GONÇALVES DE MOURA

*Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de mestre em educação sob a
orientação da profa. Dra. Elianda Figueredo Arantes
Tiballi*

Universidade Católica de Goiás
Mestrado em Educação

Goiânia - 2005

Antonio Gonçalves de Moura

A História do Risco - Gênese do Pensamento Estatístico e o
Ensino de Estatística na Universidade

Universidade Católica de Goiás
Mestrado em Educação

Goiânia - 2005

Banca examinadora:

- Profa. Dra. Elianda Figueredo Arantes Tiballi (Orientadora) - UCG
- Prof. Dr. José Carlos Libâneo-UCG
- Prof. PhD. José Carlos Seraphin-UFG

Agradecimentos

À *meus pais*, meus primeiros mestres, e todos aqueles que contribuíram de perto para que eu completasse este texto.

Resumo

Diante das transformações tanto de ordem científica quanto técnica na sociedade atual, é inevitável a necessidade de espaços que permitam as pessoas analisar e contextualizar informações, de modo que elas incorporem às suas próprias experiências. Aliado a estas necessidades nos propomos a desenvolver este trabalho iniciando pela história do risco-gênese do pensamento estatístico, por entendermos ser este o início de sua trajetória. O objetivo deste trabalho é investigar e analisar os conteúdos e as perspectivas conceituais, metodológicas e didáticas presentes nos programas trabalhados pelos professores da disciplina Estatística considerando estes aspectos que nos propomos investigar, procuramos estabelecer o destacado papel da estatística na formação dos estudantes em suas respectivas áreas de conhecimento, numa perspectiva metodológica e didática que proporcione um processo de ensino que leve o aluno a identificar procedimentos para pensar, estabelecer novas formas de conexões entre elas e de incorporar esses conhecimentos às suas futuras experiências profissionais. Aqui não estamos propondo o rompimento com os paradigmas da estatística clássica, nem a imersão total à estatística Bayesiana, mas um conhecimento, ao ponto de se manejar situações reais em um ou outro destes enfoques, considerando como necessário a aprendizagem significativa por parte do aluno. Para a realização destes estudos recorreremos ao estudo de caso do Departamento de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás envolvendo a história, evolução e desenvolvimento dos conteúdos da disciplina estatística no curso de Matemática, sua situação atual, e uma proposta para ministrar essa disciplina num curso de graduação dentro de uma abordagem não apenas tradicional, mas que leve o aluno a reflexão e proporcione uma aprendizagem dentro do contexto social em que se desenvolve o ensino.

Résumé

Face aux transformations tant d'ordre scientifique que d'ordre technique dans la société actuelle, il est inévitable avoir des espaces permettant aux gens analyser et contextualiser des informations pour qu'elles soient incorporées à leurs propres expériences. Alié à ces besoins nous proposons développer ce travail en commençant par l'histoire du risque-genèse de la pensée statistique, puisque nous comprenons cela comme le début de sa trajectoire.

Le but de ce travail est rechercher et analyser les contenus et les perspectives des concepts, méthodologiques et didactiques présents dans les programmes travaillés par les professeurs de la discipline, la statistique, considérant les aspects auxquels nous proposons rechercher, et en plus, notre intention a été de mettre en relief le rôle de la statistique pour la formation des étudiants dans leurs différents domaines de connaissances dans une perspective méthodologique et didactique qui entraîne un processus d'enseignement capable de mener l'élève à identifier des procédés pour penser, établir de nouvelles formes de connexion entre elles et aussi pour incorporer ces connaissances à leurs futures expériences professionnelles.

Ici, nous ne proposons ni la rupture avec les modèles de la statistique classique, ni l'immersion totale dans la statistique Bayésienne, mais ce que nous proposons c'est une connaissance au point de savoir manier des situations réelles dans un ou dans un autre point de vue tenant en compte l'apprentissage significative de la part de l'élève.

Pour faire ces études nous nous sommes appuyés sur l'étude du cas du Département de Mathématiques et de Physique de l'Université Catholique de Goiás englobant l'histoire, l'évolution et le développement des contenus de la discipline statistique du cours de Mathématiques, sa situation actuelle, et une proposition pour l'enseigner dans un cours de niveau supérieur sous une vision pas seulement traditionnelle, mais qui soit aussi capable de mener l'étudiant à une réflexion qui entraîne à un apprentissage dans un contexte social dans lequel l'enseignement se développe.

Sumário

Introdução	1
1 A HISTÓRIA DO RISCO-GÊNESE DO PENSAMENTO ESTATÍSTICO	5
1.1 A Mensuração do Risco	9
1.2 Administração do Risco	12
1.3 A História do Risco e a História da Estatística	19
1.4 A Estatística no Cotidiano	21
1.5 A Estatística Como Disciplina Escolar no Brasil	23
2 O ENSINO DE ESTATÍSTICA NA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS	26
2.1 O Ensino de Estatística Como Disciplina Escolar	27
2.2 A Disciplina Estatística	29
2.3 As Demandas e a Formação de Professores	32
2.4 O Curso de Matemática da Universidade Católica de Goiás	34
2.5 Programas da Disciplina Estatística no Curso de Matemática e Física - Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Católica de Goiás	36
2.6 A Disciplina Estatística no Curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás - 1967	37
2.7 Programa da Disciplina Estatística do Curso de Matemática - Habilitação em Matemática	45
3 O ENSINO DE ESTATÍSTICA NA UNIVERSIDADE	52
3.1 Inferência Estatística	53
3.2 Inferência Estatística Clássica e Bayesiana	53
3.3 Inferência Estatística Numa Disciplina Introdutória no Curso de Graduação	56
3.4 Probabilidade	57
3.5 Definição de Probabilidade	58
3.6 Notações e Definições	58
3.7 Probabilidade Condicionada e Eventos Independentes	59
3.8 Leis de Bayes	60

3.9	Lei da Probabilidade Total	62
3.10	Teorema de Bayes	64
3.11	Algumas Técnicas de Inferência Estatística	65
3.12	Exemplo de Aplicação da Lei de Bayes	66
3.13	Estimação Por Ponto e Por Intervalo	67
3.14	Exemplo de Estimação Pontual	68
3.15	A Educação Estatística e Seu Papel na Sociedade	75
4	PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS E DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA	79
4.1	A Aprendizagem e Práticas Educativas na Disciplina Estatística . . .	79
4.2	Metodologia Para Aprendizagem da Disciplina Estatística	82
4.3	A Didática e o Ensino de Estatística	85
A	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
	Bibliografia	92

Introdução

A ciência torna-se necessária para o homem compreender a realidade e por meios de teorias adequadas, fazer inferências. Diante de grandes transformações, tanto de ordem científica quanto técnica, que vêm ocorrendo na sociedade atual, é inevitável a necessidade de espaços que permitam às pessoas, analisar e contextualizar informações, de modo que elas possam ser incorporadas às suas próprias experiências. Neste sentido o objetivo desta investigação é o ensino de estatística no curso de graduação. No desenvolvimento desta pesquisa, o nosso objetivo foi investigar e analisar as perspectivas conceituais, metodológicas e didáticas e da implantação dos novos programas. presentes nos programas que são trabalhados pelos professores no ensino de estatística no curso de graduação. As análises conceituais foram aquelas relativas aos conteúdos dos programas da disciplina estatística na graduação. As análises metodológicas e didáticas foram realizadas a partir da psicologia cognitiva soviética, sobre tudo dos estudos de Davydov e Leontiev. Para realização desta investigação obedecemos aos critérios da pesquisa qualitativa, coletando os dados por meio de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de apreender a evolução e desenvolvimento do conhecimento estatístico, da análise dos programas desta disciplina no curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás, e de entrevistas com três professores que trabalharam nos períodos em que este programa sofreu modificações tendo participado das reformulações. Com este critério entrevistamos três profes-

sores do quadro docente deste curso. A organização dos conteúdos programáticos dessa disciplina não diferem muito de outras instituições de ensino superior no Brasil. Portanto optamos pela metodologia do estudo de caso, onde o foco é um estudo localizado, tendo o curso de Matemática da Universidade Católica de Goiás como referência. O Trabalho que desenvolvemos nesta investigação encontra-se em quatro partes que se completam: na primeira apresentamos uma visão panorâmica sobre a história do risco, num enfoque probabilístico, por entendermos ser este o início da trajetória da evolução e desenvolvimento da estatística e do pensamento estatístico. Tomamos como referência inicial desta história os jogos de azar. Percorremos um caminho desde a forma de pensar dos jogadores até a estruturação matemática das probabilidades e da estatística, que culminou com a mensuração do risco. Destacamos alguns de seus principais pensadores e a importância do risco em nossas ações diárias. Na segunda parte recorremos a um estudo de caso no Departamento de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás. Sua evolução e desenvolvimento, e a análise das entrevistas com os professores que trabalharam nos diferentes programas desta disciplina, registrando a história e sua evolução. As dificuldades enfrentadas nesta disciplina e a forma como ela passou a fazer parte do elenco da disciplina do curso de Matemática. Os conteúdos de cada programa foram registrados, analisando-se suas possíveis contribuições para a aprendizagem dos alunos. Na terceira parte apresentamos uma proposta de perspectivas metodológicas e didáticas para o ensino de estatística, baseado no pensamento de Davydov. Destacamos nesta proposta os processos que levam o aluno durante a aprendizagem, ao desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas. A necessidade de um ensino de estatística que leve o aluno ao desenvolvimento mental, lhe proporcionando uma aprendizagem significativa do aprender a pensar. Na quarta parte fizemos uma abordagem do ensino de estatística na graduação destacando a necessidade urgente

de se caminhar rumo a novos horizontes destacando as correntes de pensamento clássica e Bayesiana. Ancorado nos aportes teóricos destas duas correntes de pensamento, desenvolvemos uma parte teórica das probabilidades normalmente ensinada no curso de graduação, além de aplicações desta teoria numa situação do cotidiano, com soluções envolvendo os métodos utilizados pela estatística clássica e Bayesiana. Ainda hoje persiste uma grande dificuldade dos professores nesta disciplina básica de estatística num curso de graduação, para a transposição da barreira naturalmente criada pelo ensino tradicional em que o objeto de estudo apresenta-se quase sempre bem delineado, obedecendo a uma seqüência de pré-requisitos e que define um horizonte claro de chegada, tal horizonte é, muitas vezes, o simples cumprimento do programa da disciplina. Há necessidade de se resgatar continuamente a discussão sobre a realidade da educação e as atividades do professor, que é um dos principais agentes mediador para desenvolver dentro do seu contexto profissional e social juntamente com os alunos formas de adequação dos conteúdos ensinados às necessidades do mundo atual, sempre buscando práticas pedagógicas e didáticas que leve o aluno a aprender a pensar. Não conseguimos ver o professor como executor apenas de práticas elaboradas e definidas, desenvolvendo processo de ensino que leve o aluno apenas a memorização. Estamos num ensino de estatística em que o professor proporcione situações em que o aluno aprenda a buscar informações e soluções para os problemas do dia-a-dia, que desenvolva no aluno o pensamento teórico e não apenas receitas baseada em experiências adquiridas ao longo do tempo. Não conseguimos ver um professor que projete suas inseguranças nos alunos mantendo as mesmas herdadas na sua formação profissional. Estamos pensando em um ensino que leve o aluno a aprender teorias e desenvolver seu pensamento, não apenas como conseqüências da transmissão e intercâmbio de idéias e conhecimentos, mas também como alterações sociais. Desenvolver formas de pensamento que propor-

cione reflexões sobre a forma de investigar determinado conteúdo, o aluno deverá adquirir meios de pensar numa busca contínua da qualidade cognitiva associada à aprendizagem do pensar. A busca de alternativas e os questionamentos sobre o conhecimento dominante é hoje uma rotina nos sistemas em geral, e em particular na educação, que passa na atualidade por grandes transformações. Transformações essas, que são resultados de uma nova realidade e que vão em busca de soluções para os questionamentos sobre estes paradigmas insuficientes para lidar com a complexidade do mundo atual, que acontece numa velocidade que cresce exponencialmente, portanto é necessário a busca de novos aportes teóricos que se adeque a essa realidade. Não foi nossa pretensão nesta pesquisa esgotar todos os passos da evolução e desenvolvimento do risco e da estatística, ou de pretender solucionar a todos os problemas que enfrenta hoje o ensino de estatística no curso de graduação. Nosso propósito foi realizar uma investigação que contribuísse com o processo de aprendizagem desta disciplina dentro de uma abordagem não apenas tradicional e empirista, mas numa abordagem que leve o aluno a reflexão e investigação dentro de um pensamento teórico capaz de proporcionar uma aprendizagem dentro do contexto cultural e institucional em que se desenvolve o ensino. Porém não podemos esquecer as dificuldades acadêmicas que enfrentam alunos e professores dentro do contexto social em que vivem, portanto da mesma forma como esperamos uma aprendizagem significativa, também devemos esperar uma qualificação dos professores para desenvolver suas competências e proporcionar o ensino que tanto desejamos.

Capítulo 1

A HISTÓRIA DO RISCO-GÊNESE DO PENSAMENTO ESTATÍSTICO

Este capítulo apresenta uma visão panorâmica da evolução e desenvolvimento do pensamento estatístico e das contribuições realizadas ao longo do tempo pelos matemáticos, físicos, astrônomos e outros que, a partir da história do risco, contribuíram para a construção da ciência estatística e para suas aplicações a serviço da comunidade e de outras ciências. A amplitude deste tema é algo sem limites, quanto mais pesquisa sobre ele, mais se tem a necessidade de conhecê-lo.

As considerações aqui apresentadas tiveram como referência principal a leitura de Peter L. Bernstein (1997), mostrando a história de um grupo de pensadores que propunham colocar o futuro a serviço do presente, revelando que o futuro é mais que um capricho dos deuses e que as pessoas não são passíveis ante a natureza. Os estudos daqueles pensadores contribuíram significativamente para os primeiros passos rumo ao desnudamento do risco, ou seja, para compreensão da gênese do pensamento estatístico, desde suas origens até este conhecimento se transformar em disciplina escolar.

A palavra Risco deriva do italiano *riscare* e tem uma variedade de significados distintos, porém no enfoque que apresentaremos, ele significa "ousar". Assim, esta pesquisa sobre a história do risco, e, conseqüentemente da Estatística, se restringe a uma abordagem ou raciocínio probabilísticos. Vamos tratá-lo considerando o risco uma opção e não um destino.

Como em toda área do conhecimento, o risco tem suas origens nas várias civilizações que de uma forma ou de outra deixaram suas contribuições, como por exemplo, para o surgimento e a evolução das ciências modernas como base para o cotidiano, onde não nos damos conta do risco a que estamos submetidos, embora eles ocorram com efetuada freqüência e de várias formas. Porém, o risco como gênese do pensamento estatístico surgiu na Antigüidade, juntamente com os chamados jogos de azar.

Com o tempo, os jogos foram evoluindo e conseqüentemente o pensamento do ser humano com o propósito de dominar o risco que envolvia os diferentes tipos de jogos; tudo isso em busca das vantagens dos jogadores ao realizar qualquer tipo de jogo e de jogada, comportamento que mudou pouco ou quase nada até os dias de hoje; prática que apenas está mais diversificada e mais sofisticada. No início, pessoas mais chegadas à jogatina começaram a pensar em uma forma de controlar ou medir suas chances, tanto de erro quanto de acerto, ao realizarem uma jogada.

Diante de tal situação, o principal caminho a percorrer era encontrar uma forma de reduzir as incertezas ao realizar uma jogada; o que se mostrava uma barreira intransponível. Considerando-se que o jogo é tão antigo quanto o homem, e que no início não existia nem um sistema de numeração de fácil manejo para que se pudesse registrar as jogadas e o comportamento das mesmas, não havia como perceber a noção do risco.

No ano 500 D.C., os hindus desenvolveram o sistema de numeração utilizado atualmente. Ele contribuiu para o desenvolvimento de todas as atividades intelectuais da época. Mais tarde, esse sistema quebraria todas as barreiras de restrições de aplicações com a inclusão do numeral "zero", deixando o sistema tão completo que até hoje, com tantos avanços no domínio das ciências, ninguém ousou modificá-lo ou melhorá-lo (Bernstein, 1997, p. 31-33).

Com o novo sistema de numeração, iniciaram-se as investigações para solução de problemas que surgiam entre os jogadores e as apostas. Um desses problemas deu origem a quase todas as investigações sobre o risco e, provavelmente, deu início à análise matemática das probabilidades, que é a medida de confiança em que algo vai acontecer; isto, em outras palavras, estimulou estudiosos do assunto para a quantificação do risco.

Girolamo Cardano (1500-1571) foi um importante personagem na história do risco, escreveu *Liber de Ludo Aleae* (livro dos jogos de azar). Esta obra parece ter sido o primeiro esforço sério de desenvolver os princípios estatísticos da probabilidade, portanto, um instrumento de medição do risco (Bernstein, 1997, p. 46).

Em 1654, o famoso jogador Antonio Gombaud, chevalier de Méré, propôs um desafio ao matemático francês Blaise Pascal (1623-1662) que era o de resolver um complicado problema. Este problema já tinha sido proposto há uns duzentos anos por Lucas Paccioli, e consistia na seguinte proposta: dois jogadores A e B combinam jogar um certo tipo de jogo até que um deles vença 6 (seis) rodadas. Porém, o jogo é interrompido por algum motivo quando A venceu 5 (cinco vezes) e B 3 (três vezes). Então, como deveria ser dividida essa aposta?

Este problema aparece várias vezes nas obras dos matemáticos durante os séculos

XVI e XVII. Muitas são as variações, mas a questão permanece a mesma: como dividir as apostas em um jogo interrompido? O enigma acabou conhecido como o problema dos pontos. Este é um problema mais significativo do que se apresenta. A resolução dele marcou o início da análise sistemática da probabilidade e da quantificação do risco (Bernstein, 1997, p. 43).

Surgiram na França grandes colaboradores no estudo da história e da evolução do risco. Podemos destacar entre eles, Pierre de Fermat (1601-1665) e Blaise Pascal. Os feitos de Pascal e Fermat contribuíram para o desenvolvimento do estudo do risco não só com enfoque no jogo, mas dando início aos fundamentos sistemáticos da probabilidade. Pascal e Fermat foram os pioneiros ao trabalharem intuitivamente na criação de uma teoria para qual chegaram pela primeira vez a uma medida da probabilidade.

O reconhecimento feito a Pascal e a Fermat chega ao ponto de muitos dizerem que seus feitos marcam o início da sabedoria nesta área de conhecimento, e não apenas da simples solução do problema dos pontos sobre o jogo de azar. A partir desses estudos, inicia-se o rompimento definitivo com a tomada de decisão baseada apenas em crenças e feitiçarias. Além desses, outros franceses também tiveram participação importante no desenvolvimento da história do risco, com valiosa contribuição para sua mensuração.

Ganhar dinheiro em jogos de azar, talvez seja tão antigo quanto o desejo humano de obter alguma coisa em troca de nada. Com a nova noção de probabilidade iniciam-se as tentativas de solução do complicado problema dos pontos, que circulou entre os matemáticos durante mais ou menos 100 anos. A solução partiu do raciocínio de que o jogador que estava vencendo, quando interrompido o jogo, teria maior probabilidade de vencer se o jogo continuasse, mas qual a probabilidade de quem

estava perdendo? Com esses enigmas, surgiu um novo ramo de conhecimento: o da ciência da previsão. Pascal e Fermat começam a solução do problema determinando a probabilidade de cada um dos resultados possíveis para cada jogador. Com esse novo conhecimento, perceberam que os resultados podiam ser matematicamente medidos. Para os conhecimentos da época, esse feito foi bastante significativo.

No entanto, Pascal e Fermat foram além. Ao resolverem o famoso problema dos pontos e tentarem equacioná-lo, lançaram definitivamente os fundamentos da Estatística. A partir deles, quebrou-se a barreira de alguns limites do conhecimento, percebendo-se que é possível obter informações úteis e seguras, até mesmo sobre assuntos onde reinam as mais completas incertezas, além de se ter constituído um marco na história da teoria das probabilidades.

1.1 A Mensuração do Risco

Com as realizações no campo da Matemática por Pascal e Fermat, inicia-se um novo domínio do conhecimento e, conseqüentemente, novos sonhos de controle do risco em todos os campos de atuação. Uma das grandes colaboradoras na evolução do controle do risco foi a família Bernoulli, um de seus membros, Daniel Bernoulli, escreveu um artigo chamado *Artigo de São Petersburgo*, considerado um dos documentos mais profundos já escritos, não só sobre a teoria do risco, dentro de um enfoque estatístico, mas também sobre o comportamento humano. Ele efetuou complexas medições que enfocam muitos aspectos da vida humana. Daniel Bernoulli teve o grande mérito dentre seus contemporâneos de elevar a probabilidade do mundo da teoria para a prática (Bernstein, 1997, p. 99-100).

Um colaborador bastante discreto desta trajetória da evolução no desenvolvi-

mento da mensuração do risco foi o Inglês Thomas Bayes. Sua grande obra, que o imortalizou, foi um artigo intitulado *Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances* (Ensaio Sobre a Solução de um Problema da Doutrina das Chances). Poucos colaboradores escreveram algo tão original quanto essa obra, a ponto de surpreender, na época, estatísticos, economistas e cientistas sociais, porque o trabalho estabelecia a base do moderno método de se fazer inferência estatística, na realidade, estava surgindo um novo paradigma para a Estatística Inferencial.

Antecipadamente, podemos dizer que a originalidade e a mudança de paradigma constituíram-se em comparar probabilidades *posteriores* com probabilidades *a priori*. Isso torna a contribuição de Bayes ímpar. Em outras palavras, esta idéia nos levou a perceber que não existe uma resposta única sobre condições de incerteza, ou seja, tudo se tornará dinâmico no mundo das chances.

Outro pensador francês que muito colaborou na mensuração do risco foi Pierre Simon de Laplace (1749-1827). A contribuição de Laplace se estendeu, principalmente, ao estudo da teoria das probabilidades, além da diversificação das aplicações não só na mensuração do risco mas em aplicações a toda espécie de fenômeno como nas ciências sociais e nos fenômenos jurídicos, eleitorais, meteorológicos, físicos etc. Com a diversificação na aplicação das probabilidades a esses fenômenos, as probabilidades, além de ser um instrumento de medição do risco, passaram a ser, também, um processo de investigação em outras áreas do conhecimento.

Laplace também admitiu que não existe algo como sorte, em seu *Essai Philosophique Sur Les Probabilités* (Ensaio Filosófico Sobre as Probabilidades) declarou:

Os eventos presentes estão ligados aos eventos precedentes por um vínculo, baseado no princípio óbvio de que uma coisa não pode ocorrer sem uma causa que a

produza.... Todos os eventos mesmos aqueles que, devido à insignificância, não parecem seguir as grandes leis da natureza, resultam delas tão necessariamente como às resoluções do sol. (Laplace, apud Bernstein, 1997, p. 198)

A partir de Laplace, novas concepções nasceram entre a probabilidade e a Estatística que inicialmente eram estudadas consideradas separadamente. Com o conhecimento estatístico, aliado aos estudos sobre o cálculo das probabilidades, verificou - se que Laplace também estava construindo o alicerce matemático da Estatística.

Em todas as áreas do conhecimento, os teóricos formulam as bases científicas do campo daquelas ciências, surgindo assim os chamados "pai". Laplace pode ser considerado o "pai" da teoria moderna das probabilidades, pois ele foi um dos principais colaboradores e proporcionou o auge de seu desenvolvimento. A forma como Laplace definiu classicamente a probabilidade, em sua época, continua até os dias de hoje sem nenhuma modificação e com a mesma validade. Mesmo na Matemática, os principais meios de descobrir a proximidade da verdade ou diminuir as incertezas são baseados nas probabilidades e, assim como estes, muitos outros conhecimentos humanos estão, de uma forma ou de outra, vinculados à probabilidade.

É pertinente lembrar, ainda, que a probabilidade começou considerando os jogos de azar como seu principal fim, e que mais tarde ela tomou rumos diferentes. Em seu início, era difícil se imaginar que a probabilidade fosse tão próxima ao nosso dia-a-dia e que, por isto, se constituiria em um conhecimento tão importante quanto o de qualquer outra área do conhecimento humano.

Laplace publicou em 1812, uma de suas obras intitulada Teoria Analítica das Probabilidades, onde nela escreveu:

A teoria das probabilidades está na base não somente do senso comum; permite que apreciemos com exatidão o que mentes acuradas sentem graças a uma espécie de instinto e que muitas vezes são incapazes de avaliar... ensina-nos a evitar ilusões que muitas vezes nos ilude;... não existe ciência mais valiosa para nossas conjecturas nem uma ciência mais útil para a administração do nosso sistema de educação pública. (Laplace apud Bernstein, 1997, p. 206)

1.2 Administração do Risco

A partir do século XVII, a mensuração do risco já era uma realidade. As atividades comerciais se intensificaram, principalmente com os holandeses e britânicos. A partir daí novos ventos sopraram, novas idéias, novos conhecimentos surgiram com o intercâmbio entre os povos, e o risco não ficou fora desse desenvolvimento. Nesse novo ambiente científico de estudos sobre o risco surge uma nova postura, ampliando-se sua explicação e seu campo de aplicação.

É possível que somente o jogo não teria provocado um desenvolvimento tão rápido e despertado tanto interesse na idéia da administração do risco. Na época em que todos os colaboradores no estudo do risco eram unânimes de que a probabilidade tinha aplicações muito mais abrangentes que o simples ambiente do jogo, os negócios se expandiam rapidamente, então havia a necessidade de administrar o risco e diminuir as incertezas e conseqüentemente não ser surpreendido, era a missão desses pensadores a ser cumprida. Com a expansão do capitalismo, veio também a acumulação do capital e o surgimento de um novo impulso na administração do risco.

Sempre ocorrerá riscos em todas as decisões que tomarmos, de uma forma ou

de outra, e quando corremos um risco, estamos apostando em um resultado que seja conseqüência da decisão que tomamos, mesmo não sabendo ao certo o possível resultado que obteremos.

Francis Galton (1822-1911) contribuiu notavelmente para a administração do risco. Seus conhecimentos e suas contribuições, sem dúvida, deixaram o risco cada vez mais distante do jogo, e nos aproximaram cada vez mais dos complexos instrumentos de medição e controle do risco nos negócios, de um modo geral, e nas finanças.

Uma das grandes contribuições de Galton foi seu estudo sobre a hereditariedade. Ele estava mais interessado em compreender como o talento persiste geração após geração entre certas famílias. E, é claro, ele esperava que em sua própria família isso viesse a ser constatado, geração após geração; o que a história não confirmou. Ele procurava identificar naturezas proeminentes nobres. Esse campo de estudo ele denominou de eugenia.

A criança herda em parte dos pais, em parte dos ancestrais... Quanto mais sua genealogia retroceder, mais numerosos e variados seus ancestrais se tornarão, até cessarem de diferir de qualquer amostra igualmente numerosa tomada por acaso da raça em geral... Essa lei nega fortemente a transmissão plenamente hereditária de qualquer dom... A lei é equilibrada; ela cobra o mesmo imposto de sucessão à trans-

missão da maldade e da bondade. Se ela desencoraja as expectativas extravagantes de pais talentosos de que seus filhos herdarão seus poderes, o faz igualmente com os temores extravagantes de que herdarão todas as suas fraquezas e doenças. (Apud Galton, Bernstein, 1997, p. 166)

De um modo geral, encerra-se com Galton o grande período das medições. Este fato não implicou no encerramento definitivo das mesmas, ou que estava concluída definitivamente a tarefa na longa e lenta escalada da medição e da administração do risco.

Antes de Cardano, Pascal, Fermat, Thomas Bayes, Galton, Laplace e outros não menos importantes na teoria do risco, ninguém havia ousado tentar medir a incerteza e a dúvida. Até este ponto, ninguém havia imaginado que o simples estudo sobre jogos de azar se descortinaria num ramo significativo da Matemática: a *Teoria das Probabilidades*. Conseqüentemente se extinguiu a dúvida de que o prazer, a dor, o trabalho, a utilidade, o valor e a riqueza são situações que admitem a comparação da quantidade de vantagens e desvantagens.

A partir de então, a sorte, a crença e os deuses já não tinham mais tanta credibilidade quanto antes da medição do risco, porque se o que ocorre na natureza fosse uma questão de sorte, a gestão do risco não teria nenhum significado, bastava valer-se da sorte. Estamos, em outras palavras, separando definitivamente a ocorrência

do evento de sua causa.

Quando se reclama de má sorte, está se eximindo de qualquer responsabilidade pelo ocorrido; o mesmo ocorre quando dizemos que alguém tem muita sorte, estamos negando toda competência a esse alguém que obteve um resultado satisfatório.

Até este ponto, o esforço dos colaboradores da história do risco foi centrado apenas nas probabilidades, que era o conhecimento disponível para medição do risco.

Aqui, não podemos mais decidir apenas por nossas preferências, pois isto significa gostar mais de uma coisa do que de outra. A racionalidade permite que as decisões sejam tomadas objetivamente, os erros que se possa cometer ao inferenciar algo deverão ser erros aleatórios e não decorrentes de nossas preferências. Sem o domínio parcial do risco, seria impossível a expansão ou mesmo a exploração de muitas atividades. O início e a expansão do Capitalismo deve muito à gestão do risco, porque não era e não é de bom-senso deixar sobre as leis do acaso grandes negócios e o comércio em geral.

Com o Capitalismo, o risco incorporou novas aplicações e tomou um novo sentido. Daí por diante, as grandes companhias de seguros, principalmente seguros de vida, tiveram um novo surto de expansão e desenvolvimento. O seguro das grandes companhias de navegações também propiciou uma nova etapa à navegação e, conseqüentemente um novo avanço nas transações comerciais; além de que novos horizontes, novas idéias se semearam no mundo; os intercâmbios culturais e comerciais proporcionaram grandes benefícios em todos os sentidos, tanto nos planos comercial e científico.

Na verdade, com a gestão de risco, dividiu-se entre os investidores e a mensuração do risco as responsabilidades, proporcionando aos grandes investimentos

novas atitudes e, conseqüentemente novos empreendimentos.

Os progressos realizados na gestão do risco como já foram ditos, tiveram uma seqüência contínua de avanços e contribuições de muitos colaboradores. Kenneth Arrow foi um deles, e num ensaio sobre o risco, Arrow pergunta por que as pessoas, sem exceção de crença e etnia, continuavam apostando, mesmo esporadicamente, em algum tipo de jogo de azar? Porque continuamos a acreditar nas probabilidades matemáticas se elas sempre nos informam que sempre perdemos em todos os casos possíveis, ou seja, os riscos que podemos ter são bem inferiores às quantidades de riscos que corremos no decorrer da vida. (Bernstein, 1997, p. 203-206)

Kenneth Arrow adverte, no entanto, que uma sociedade onde ninguém teme as conseqüências do ato de correr risco, poderá proporcionar um terreno fértil para a conduta anti-social. Arrow, na realidade, faz uma abordagem sobre o risco bastante diferente das já apresentadas, porque suas afirmações não recaem sobre o funcionamento das probabilidades; o seu foco principal recai sobre a forma de como se tomam decisões sob condições de incerteza e como convivemos com elas. O fato é que Arrow é considerado o precursor do conceito de administração do risco, principalmente no campo das habilidades práticas.

As situações de risco vêm aumentando à medida que crescem as necessidades do mundo atual; as soluções destas situações crescem na mesma intensidade. O mundo já enfrentou quase todos os tipos de riscos no passado e continua enfrentando uma gama deles no presente e, com certeza, novos riscos surgirão; por isso devemos estar preparados para enfrentá-los à medida que forem surgindo e com intensidade que vierem.

A idéia de que no futuro o homem dominaria todo conhecimento que fosse ne-

cessário sobre o risco, e de que a certeza substituiria a incerteza, não foi concretizada. O que aconteceu foi uma explosão de mais conhecimentos e, cada vez mais, da necessidade de novos conhecimentos. Com o passar do tempo, era óbvio que haveria mais facilidades para se dominar as certezas e facilitar a vida de todos nós. O que na realidade aconteceu foi o contrário, vieram mais incertezas e um mundo mais difícil de se entender e dominar.

Estamos evidenciando que os teóricos da história do conhecimento sobre o risco, em suas tentativas de medição, controle, administração e gestão do risco como Cardano, Pascal, Fermat, Laplace, Bayes, Galton, Arrow e outros não menos importantes, não concluíram a tarefa de lidar com o risco. Esta tarefa seria impossível, porque sempre surgirão novas formas de risco e, conseqüentemente, deverão surgir novas formas de administrá-la. Em outras palavras, existe uma evolução contínua neste tipo de fenômeno, pois os avanços tanto no controle quanto na administração do risco continuarão de acordo com a gravidade e a intensidade dos novos riscos que surgirão.

Entendemos que esta evolução é um processo dinâmico e está sempre se modificando, por isso julgamos ser de extrema importância para todos os profissionais, sem distinção de campo, um conhecimento atualizado sobre as situações de risco a que sua profissão é submetida diariamente.

O estatístico Maurice Kendall, escreveu:

”A Humanidade não assumiu o controle da sociedade, retirando o domínio da providência divina.... para deixá-la à mercê das leis do acaso ”. Ao vislumbrarmos o novo milênio, quais as perspectivas de conseguirmos concluir a tarefa, de podermos esperar controlar mais riscos e, ao mesmo tempo, progredir? (Apud Kendal;

Bernstein, 1997, p. 331)

Neste milênio, estamos constatando novas perspectivas de mais conhecimentos, não só a serviço do controle dos riscos que certamente surgirão, mas a serviço de todas as necessidades do mundo atual. O esforço para compreender as tendências da natureza de se repetir, mesmo independentemente, é que certamente norteou e motivou, creio eu, todos os colaboradores da história do risco, que certamente fizeram essa abordagem e ajudaram a construir, ao longo do tempo, o progresso no sentido de evitar, pelo menos em parte, grandes erros.

Esses teóricos que moldaram toda essa trajetória pelo menos nos últimos 450 anos, sem sombras de dúvidas, influenciaram as decisões que afetam as nossas vidas, tomadas segundo procedimentos disciplinados que superam de longe os métodos empíricos do passado (Bernstein, 1997, p. 337-338). Transformaram a percepção do risco, da chance de perder, em oportunidade de ganhar; de destino e apelo aos deuses em um projeto de diminuição de incertezas; de previsões sofisticadas do futuro baseadas nas probabilidades. As tomadas de decisões não pertencem mais aos deuses, eles já não direcionaram mais os acontecimentos aqui na Terra.

Trabalhar com eventos causais era algo desconhecido na época; somente foi possível a partir do Renascimento e de posse do sistema de numeração inventado pelos hindus no ano 500 D.C.

Entretanto, o risco e o controle são nossos parceiros inevitáveis e inseparáveis; é possível que o risco e o controle do risco sejam um dos ingredientes necessários e fundamentais para estimular as grandes decisões em todas as atividades. Sem o risco e seu controle, talvez a tomada das decisões no cotidiano não tivessem nenhuma emoção e, logicamente, a vida como um todo se transformasse numa inércia sem fim.

1.3 A História do Risco e a História da Estatística

Antes de falarmos sobre a evolução histórica da Estatística, mencionaremos a história do risco, por entendemos que um é a base necessária e suficiente do outro. Em outras palavras, são assuntos interligados. A compreensão de um depende da compreensão do outro. Na realidade, a Estatística começou quando alguém se propôs, pela primeira vez, a tentar medir alguma coisa; ao realizá-lo, possivelmente lhe ocorreu alguma incerteza, e aí também se iniciaria a medição do risco que ocorre em qualquer situação.

Como a Estatística se fundamenta em conhecimentos matemáticos, Pascal, Fermat, a família Bernoullis, Laplace, Lagrange, Gauss, Galton, Bayes que dominavam estes conhecimentos na época, além de outros, contribuíram para o desenvolvimento dessa ciência; além das aplicações diversificadas das probabilidades em praticamente toda classe de fenômeno.

As aplicações da Estatística chegaram aos fenômenos sociais e políticos, aos judiciais, eleitorais, meteorológicos, físicos etc. Já informamos que, a partir de Laplace, as probabilidades que surgiram para medir o risco, se constituíram no alicerce matemático da Estatística.

Quando falamos do risco, normalmente estamos fazendo alusão apenas às probabilidades, porém com o conhecimento principalmente da Estatística formulada nos séculos XIX e XX, continuamos trabalhando estatisticamente com situações de risco dentro de praticamente quase todas às áreas de conhecimento. Carl Pearson (1857-1935) foi um dos importantes colaboradores para a expansão dos conhecimentos estatísticos com inúmeras aplicações em situações reais do nosso cotidiano. Ele foi quem lançou os fundamentos matemáticos válidos para toda Estatística do século

XX.

Podemos considerar que o progresso da Estatística se consolidou com os matemáticos que forneceram um conhecimento cada vez mais aprimorado, e com os estatísticos que ampliaram seu campo de aplicação para uma infinidade de áreas do conhecimento humano. Esta parceria aconteceu, e acontece até hoje, não só na Estatística, mas em qualquer área do conhecimento, mesmo porque em todo tipo de conhecimento há intersecções (Bernstein, 1997, p. 168-169).

Sabemos que sempre existe uma seqüência natural de grandes colaboradores em cada ramo do conhecimento. Na Estatística, na mensuração e administração do risco não foram diferentes. Colaborações em vários sentidos, inclusive não só nas aplicações práticas, mas no sentido de ampliação dos conhecimentos sobre a própria Estatística. nos séculos XX e XXI, ampliam-se as aplicações práticas com o uso dos conhecimentos deixados principalmente por Fisher e Pearson, que continuam sendo aplicados e sendo o foco de grande atenção dentro do ramo da Estatística, devido a grande flexibilidade de aplicações destes conhecimentos na solução de problemas do nosso dia-a-dia.

Partindo deste princípio, Fisher desenvolveu a estrutura com maior rigor, em particular a teoria das pequenas amostras e, também, a teoria da estimação, ou seja, ele estruturou um dos grandes ramos da Estatística Inferencial tal qual conhecemos e aplicamos até os dias atuais. Com Fisher temos o início de uma nova etapa de desenvolvimento na Estatística, podemos dizer em sua parte mais interessante, além de necessária, que é a parte do conteúdo dela com muitas aplicações práticas. Em 1919, ele desenvolveu uma gama de trabalhos, na sua maioria ligados à agricultura, que ainda hoje é uma área onde se utiliza bastante os conhecimentos estatísticos em aplicações práticas.

Fisher é considerado um estatístico clássico e a característica fundamental do período Fisheriano foi a adoção de uma postura de indeterminismo, que consistia em demonstrar e caracterizar que a experimentação lida com uma população das quais as amostras causais são possíveis, sendo quase sempre os únicos meios disponíveis para inferenciar a população.

O ritmo de crescimento pelo qual passaram todos os ramos do conhecimento no século XX inclui o processo de desenvolvimento da Estatística. Devemos isto a esse trio incomum: Galton, Pearson e Fisher, todos considerados clássicos, que desenvolveram o suporte teórico e prático da teoria da correlação, regressão e das amostras, das séries temporais e de vários outros processos estatísticos, considerados as bases desse campo de conhecimento. Podemos dizer que eles fazem parte definitivamente do marco inicial das correntes de investigação que levaram a Estatística ao alto grau de desenvolvimento em que se encontra hoje.

Com Galton, Pearson e Fisher, as teorias da Estatística do século XX iniciaram sua expansão a novos domínios do conhecimento criado no século XIX. A partir desse ponto, começa o rompimento das rígidas limitações da Estatística ligada somente ao conhecimento matemático; nasce uma nova visão criada pelos estatísticos e inicia-se um crescimento significativo no desenvolvimento das técnicas estatísticas; com isso, a experimentação toma novos rumos e as aplicações se multiplicam em todos os ramos das ciências.

1.4 A Estatística no Cotidiano

Percebemos, ao longo da história da Estatística, um desenvolvimento bastante lento. Suas aplicações, a partir de Pearson, Galton e Fisher, começam a ser percebidas com

mais interesse, e a importância prática de suas aplicações na Segunda Guerra Mundial pelos Estados Unidos, Inglaterra e Japão (com a utilização da estatística por esses países para fins militares) ajudaram em sua expansão. Houve, na realidade, uma explosão de novas aplicações dos métodos estatísticos, especialmente a partir dos anos 40, com o desenvolvimento de métodos para o controle de qualidade, principalmente na indústria bélica. Esses fatos despertaram interesse em outras áreas e, conseqüentemente, um olhar de mais respeito para a Estatística.

No Brasil, a Estatística teve mais problemas para se desenvolver, tanto no meio acadêmico quanto nas aplicações a serviço da comunidade, e vários fatores contribuíram para esse fato. Como já vimos, a Estatística se fundamenta no conhecimento matemático, e aqui no Brasil, a matemática teve seu desenvolvimento bastante lento. Com a Estatística, não foi diferente, como não foi também diferente com outras ciências, de um modo geral.

Além dos fatores mencionados, considerados bastantes significativos para o desenvolvimento da Estatística, ainda havia o desinteresse político da Coroa Portuguesa, que só tinha interesse em explorar o Brasil. Para a Coroa, desenvolver qualquer parte do conhecimento científico aqui viria concorrer com os interesses de Portugal. Essa idéia retardou aqui, não somente o desenvolvimento da Matemática e da Estatística como também das outras ciências, retardando a criação de instituições de curso superior, onde essas áreas do conhecimento eram e são desenvolvidas. Na época, o domínio da cultura jesuítica ainda era total; isso implicava não haver lugar para o espírito de liberdade, conseqüentemente, não havia ambiente favorável nem para o meio acadêmico nem para as ciências.

Por se tratar de um país europeu, Portugal absorveu um grande desenvolvimento em termos de ciências naturais. Com a vinda da Corte Portuguesa para o Brasil,

em 1808, e com a abertura dos portos por D. João VI, inicia-se no Brasil um novo tempo, um novo ambiente cultural, porque começavam soprar os ventos vindos da Europa. Com essa abertura vieram também novas idéias, surgindo com isso novos intercâmbios culturais para nosso país.

1.5 A Estatística Como Disciplina Escolar no Brasil

O ensino de Estatística, como disciplina escolar, no Brasil iniciou em 1810 na Academia Real Militar, na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e também na Escola de Engenharia. Foram nessas escolas que a Estatística se estabeleceu como disciplina autônoma (Rodrigues, 1946, p. 249).

Não foi de se estranhar que a Estatística tenha surgido nessas escolas, pois foi nelas que a Matemática no Brasil teve seu maior desenvolvimento e seu ponto de referência, portanto, a Estatística também lhe acompanhou (Rodrigues, 1947, p. 249-250). Por muito tempo, ela permaneceu servindo apenas a aplicações bastante simples, como nos serviços oficiais do governo, como recenseamentos e outros.

Com a revolução de 1930, surgiram novas idéias e significativas mudanças, tanto na estrutura econômica quanto social, e nesta evolução de conhecimentos e de novas idéias é que nasce o Instituto Nacional de Estatística, em 6 de julho de 1934, constituindo -se como alicerce principal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foi criado em 1936.

A partir desse ponto, começam os problemas e as soluções que a Estatística provocou e provoca até hoje. Criado o IBGE, com finalidade bem definida, deparava-se, então, com a falta de profissionais para desenvolver tarefas a que o Instituto

se propunha, já que não haviam profissionais nessas áreas e nem em quantidade necessária para compor o quadro de funcionários. Para suprir as necessidades de momento, surge a idéia da criação da Escola Nacional de Ciências e Estatística, cuja finalidade era promover cursos especiais de Estatística.

A partir da inclusão da Estatística nos cursos de engenharia, através da disciplina Economia Política e do Direito Administrativo, ela se estabeleceu definitivamente como disciplina autônoma e começou a ser incluída em todos os cursos, e, logicamente, a carência de professores de Estatística também se fazia presente naquele momento. É pertinente dizer que ela enfrenta hoje os mesmos problemas da época de seu início, e não há horizontes, pelo menos em médio prazo, para amenizar essa situação.

O surgimento de novas faculdades com cursos de Estatística, como em 1934, na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, fundada pelo Decreto Lei nº 6.283 de 25 de janeiro de 1934 onde mais tarde, em 1964, foi criado o Departamento de Estatística, o problema persiste. É evidente que um novo crescimento surge.

Tal crescimento era de se esperar, e se deu em função da evolução e das necessidades de aplicações práticas, além de inclusão da Estatística em novos cursos de graduação que surgiam (Maranaka, 1945, p. 4).

Os Institutos de Educação que estavam surgindo em grande quantidade, tiveram um papel fundamental no ensino de Estatística. Quanto mais surgiam escolas e cursos, em cujos currículos figuravam a Estatística, mais necessidades de professores surgiam; esse fator aumentava ainda mais a necessidade de mais professores de Estatística para suprir a demanda.

Todas estas considerações feitas sobre a evolução e o desenvolvimento da Estatística foram iniciadas pela história do risco, até chegarmos a ela como disciplina escolar, foi o que julgamos necessário para iniciarmos um estudo de caso sobre as origens e o desenvolvimento da Estatística como disciplina escolar no Departamento de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás. Como ela foi incluída no elenco das disciplinas do curso de Licenciatura Plena em Matemática desta Universidade e como se encontra em 2005.

Capítulo 2

O ENSINO DE ESTATÍSTICA NA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

”A educação existe por toda parte e, muito mais do que a escola, é o resultado da ação de todo meio sócio-cultural sobre os seus participantes. É o exercício de viver e conviver o que educa. A escola de qualquer tipo é apenas um lugar e um momento provisório onde isto pode acontecer”. C. R. Brandão

Ensinar e aprender, práticas do cotidiano escolar são atividades diretamente ligadas ao conhecimento, não só ao conhecimento em si, mas a um conhecimento que esteja inserido nas necessidades, seja por parte do aluno seja por parte do professor, tanto na escola quanto na sociedade. A busca de informações pertinentes, que poderão vir a integrar um elenco de conhecimentos associados a outras área do conhecimento, e seu manejo na perspectiva de encontrar soluções para os problemas da realidade individual e social, é também tarefa do ensinar e do aprender.

Como ensinar parte do conhecimento, deve-se levar os alunos a aprenderem conceitos dentro do conteúdo apresentado que lhes proporcionem capacidades de pensar

e aprender, de forma que estes conteúdos façam sentido em suas futuras atividades profissionais. A Estatística é um destes conteúdos que proporciona um conhecimento necessário para tratamento de dados, isto nos leva a crer que este é um conhecimento necessário, tanto para quem ensina como para quem aprende.

Com a crescente necessidade de aplicações dos conhecimentos estatísticos no tratamento de informações oriundas de vários setores da ciência, e com o avanço da informática, a estatística teve sua importância reconhecida em todas as áreas do conhecimento. Com essas necessidades, é evidente que todos os profissionais de hoje, sem exceção, deveriam ter um conhecimento mínimo de estatística para suprir as necessidades básicas de gerenciar as várias situações em que nos são impostas e que surgem no dia-a-dia. Portanto, torna-se cada vez mais evidente a necessidade do ensino de noções básicas de Estatística em todos os cursos de graduação. Além desses conhecimentos, torna-se evidente a necessidade de novos rumos na forma de conduzir os conteúdos, não só da Estatística, mas em todo ramo das ciências naturais, e da busca urgente de novos conhecimentos que possam contribuir, de modo mais significativo, para a explicação da realidade.

2.1 O Ensino de Estatística Como Disciplina Escolar

Desde os primeiros passos da construção do conhecimento deparamos com a inegável necessidade de aplicação de conhecimentos estatísticos numa gama de atividades profissionais. O tratamento estatístico de dados vem auxiliando e certamente diminuindo as incertezas em praticamente todas as áreas do conhecimento.

Quando a Estatística foi inserida no elenco de disciplinas nos cursos de gra-

duação, ela firmou-se definitivamente como disciplina escolar, e entendemos que esta disciplina enfrenta problemas como outra qualquer, e não são poucos, ela continua enfrentando velhos problemas que a acompanham desde seus primeiros passos. Alguns fatores de ordem natural contribuíram ao longo do tempo para isso. Um deles é que esta é uma disciplina moldada para ser desenvolvida numa abordagem investigativa e que, portanto, leve o aluno à reflexão.

Normalmente a Estatística é ensinada num enfoque tradicional, sem nenhuma perspectiva de aproximação entre seu conteúdo e a realidade. Ela deveria ser desenvolvida num enfoque investigativo que levasse à práticas que atendessem a um conhecimento, levando o aluno a ações que realizem suas perspectivas no desenvolvimento de atividades do dia-a-dia. Entendemos que é necessária prática pedagógica que os leve a uma aprendizagem significativa. Para a execução dessa tarefa falta profissionais qualificados e capazes de levar o aluno a aprender a pensar.

A dissociação do ensino de Estatística com a prática é evidente, ainda não é comum ao ensinar esta disciplina desenvolver estratégias envolvendo conteúdo e prática. Este ensino continua, ano após ano, a persistir na rotina de ensino ainda nos moldes de quando o próprio professor teve seu primeiro contato.

A crítica mais comum ao ensino de Estatística feita pelos alunos é o enfoque tradicional, acadêmico, excessivamente teórico e desconectado dos problemas reais que ocorreram no cotidiano, no trabalho e na comunidade etc. Deveria se dar mais ênfase ao estudo de casos e problemas reais, mostrando a utilidade da Estatística no envolvimento de problemas reais da vida do aluno e, futuramente, de sua vida profissional.

2.2 A Disciplina Estatística

Esta é uma disciplina que continua se estruturando com contínuas modificações, com propósito de adequar seus conteúdos às necessidades do mundo atual, numa perspectiva que tenha significado e se transforme em instrumento cognitivo do aluno, inclusive na sua forma de pensamento.

Entendemos que em cada área do conhecimento é muito importante a definição da ementa destinada, para que se dê ênfase exatamente aos enfoques e aos tópicos selecionados destinados a esta área. Um exemplo disso é a importância que deve ser dada a processos estocásticos para curso de engenharia da computação e a probabilidade para engenharia elétrica etc.

Com esta filosofia de trabalho, a comunicação professor/aluno ficaria bem mais interessante se ensinadas dentro de uma abordagem que leve o aluno a situações e busca de informações que lhes dê significado, isto sem dúvida provocaria nele o interesse pela Estatística, porque a vislumbraria dentro das possibilidades de aplicá-la em sua futura profissão. Entendemos ser este o caminho tanto para a Estatística quanto para qualquer outro tipo de aprendizagem, substituindo um ensino que a nosso ver não tem mais espaço nos dias de hoje.

A Estatística como disciplina escolar é relativamente recente. Teve seu início bastante tímido na Academia Real da Marinha e na Academia Real Militar. Segundo o professor Rodrigues, foi nos cursos de engenharia, através das disciplinas Economia Política e do Direito Administrativo, que a Estatística se estabeleceu como disciplina autônoma e que, permanecendo até hoje no elenco de disciplinas que figuram no currículo, não só das escolas politécnicas, como também de outras escolas de

engenharia (Rodrigues, 1946, p. 250).

No Capítulo I falamos sobre a história do risco e da estatística. Vimos seu desenvolvimento e sua evolução até se transformar em disciplina escolar. Apresentaremos, agora, como o conteúdo dessa disciplina se estruturou e desenvolveu no Departamento de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás e qual sua realidade hoje.

Sabemos que os conteúdos de ensino vêm se transformando numa trajetória lenta e longa. O problema de definir o que é conteúdo do ensino e de selecionar os mais importantes é um dos aspectos mais conflituosos da história do pensamento educativo e da prática de ensino; dificuldades que se refletem nos mais diversos enfoques, perspectivas e proposições pedagógicas (Sacristán, 1998, p. 149).

Na realidade, ao selecionar um conteúdo para compor um currículo devemos fazer uma série de indagações, como: a que função queremos que este se cumpra em relação aos indivíduos, à cultura, à sociedade na qual estamos ou a qual aspiramos conseguir; o currículo, como seleção de cultura, serve a uma sociedade ou a uma visão de como esta sociedade deverá ser. Na verdade, o conteúdo escolar é determinado por um processo social, no qual agem condicionamentos econômicos, políticos e pessoais dos grupos especializados, de suas idéias sobre o valor do processo educativo para o desenvolvimento individual e da coletividade humana (Sacristán, 1998, p. 155).

O pensamento pedagógico sobre os conteúdos que integram os currículos é baseado essencialmente nos movimentos sociais dos séculos XIX e XX, com raízes na revolução burguesa do final do século XVIII e do Iluminismo, que resgata o valor dos indivíduos. São idéias coerentes com o predomínio do liberalismo econômico, onde a iniciativa privada cumpre um papel fundamental; o currículo não se afasta

dessa lógica do desenvolvimento do indivíduo.

Ancorada nesses mesmos princípios, a Estatística, como disciplina no curso de graduação, foi sendo introduzida à medida que novos cursos surgiram, principalmente a partir de 1934. Hoje, a Estatística faz parte do elenco básico de disciplinas na quase totalidade dos cursos universitários. Porém, de um modo geral, os alunos que cursam essa disciplina a consideram nada motivadora por várias razões: quer seja pela própria dificuldade de seu conteúdo, quer seja pelo pouco uso que dela faz em outras disciplinas, ou seja, pela ênfase teórica dada pelos seus professores.

Considerando os cursos de graduação em que a Estatística é uma disciplina obrigatória, não se vê uma conexão das noções elementares dela com as demais disciplinas. As conclusões advindas de estudos experimentais são apresentadas sem que se explicitem pelo menos o uso de técnicas quantitativas, não sendo oferecido ao aluno a oportunidade de chegar a conclusões ou resultados que tenham algum significado. De acordo com essa situação, a existência dessa disciplina em tais cursos parece mais estranha ainda ao aluno, que, desde o início, percebe que não há nenhum interesse especial pela Estatística ministrada dessa forma.

A Estatística chega ao aluno sem nenhum preparo prévio e não leva em consideração que ele não traz consigo nenhum conhecimento dessa disciplina. Esse comportamento de condução da disciplina cria uma barreira cada vez mais sólida na espontaneidade do aluno, que nunca se manifesta, às vezes por inibição natural, às vezes por falta do conhecimento mínimo durante as aulas.

Um agravante bastante significativo para a não-compreensão da Estatística é que os alunos que ingressam na Universidade, geralmente sem conhecimento algum nesta área, não desenvolveram competências cognitivas no que diz respeito aos conceitos

e desenvolvimento do pensamento teórico, fator que influencia significativamente na aprendizagem da Estatística.

Normalmente, o aluno chega à Universidade com uma visão bastante determinística, adquirida ao longo de seu aprendizado nos ensinos Fundamental e Médio, e, como a disciplina já tem uma complexidade natural sua compreensão e o seu aprendizado ficam comprometidos. Assim, essa série de fatores, constitui-se em ingredientes contributivos para a dificuldade do aprendizado da Estatística enquanto disciplina escolar.

2.3 As Demandas e a Formação de Professores

Com o crescimento assustador de novas faculdades e conseqüentemente de novos cursos de graduação, a situação continuou, não mudou a grande a necessidade de mais professores qualificados de Estatística para o mercado.

A idéia que permeia a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB-1996) é da flexibilização das ementas dos cursos superiores e, como a estatística está no topo das que apresentam grandes dificuldade, é exigido, cada vez mais, que ocorram mudanças nos moldes de conduzir essa disciplina por meio de práticas pedagógicas que comprometam o aluno com o aprendizado de suas aplicações e com a busca de soluções para problemas da comunidade.

Toda essa problemática enfrentada pela Estatística tem origens remota, porém bem definidas e explícitas. Mesmo nas Universidades, tidas como referências, a Estatística não teve no seu desenvolvimento natural o ancoramento em aportes teóricos que levasse sempre o aluno a competências do pensar.

A Estatística teve sempre um ensino focado na estatística teórica ou estatística matemática, sem uma perspectiva de seu desenvolvimento na área da educação estatística ou na estatística em educação. Nos departamentos há muito tempo já se constata uma grande limitação do corpo docente qualificado, devido a concorrência do mercado de trabalho, seja pelas empresas seja pela administração pública, que absorvem uma grande parte desses profissionais, oferecendo muito mais vantagens a esse profissional do que qualquer instituição de ensino.

Um caso típico desse fenômeno é o Departamento de Estatística da Universidade de Brasília (UnB), que inicialmente teve o curso regular de bacharelado em Estatística, em 1970, depois mestrado em Estatística e Métodos Quantitativos, em 1978. Desde sua criação, esse Departamento ficou caracterizado pela intensa atividade na área de cursos de pós-graduação e referência no Centro-Oeste. Hoje, tem função reduzida a praticamente oferecer as disciplinas para os cursos de graduação.

No Brasil, poucas são as Universidades que fazem uma abordagem dessa disciplina envolvendo capacidades de pensar e aprender entre teoria, metodologia e prática. Além disso, ou por isso, existe uma pressão quase natural para a retirada dela dos cursos de graduação. Quando se trata de áreas como humanas e biológicas a pressão é ainda maior, embora elas necessitem da disciplina tanto quanto a área das ciências naturais. Mesmo nas ciências naturais, os alunos resolvem problemas sem, na realidade, lavarem em conta o pensar e o aprender, na verdade terminam fazendo aplicação sem nenhum sentido prático, porém num enfoque puramente acadêmico.

Uma das limitações, além das já citadas, é que o professor de Estatística termina ensinando esta disciplina do modo que lhe foi ensinado durante o curso de graduação. Esse é um problema somente do ensino Superior no Brasil. O campo da educação estatística é complexo e pouco desenvolvido. É necessário um conjunto

de iniciativas para consolidar essa área e melhorar o conhecimento do processo de ensino e aprendizagem que envolvem a disciplina.

Alguns esforços têm sido feitos para que a Estatística tenha a devida atenção e importância como disciplina e como conhecimento necessário no tratamento de dados. Essa preocupação é de âmbito internacional. Várias conferências foram programadas e realizadas com a finalidade de criar intercâmbios para estabelecimento de metas sobre essa disciplina.

Assim, a necessidade crescente na formação de docentes na área de estatística contribuiu para que o International Statistical Institute (ISI) organizasse, a partir de 1982, uma série de conferências internacionais sobre o ensino de estatística. A partir da criação do International Association for Statistical Education (IASE) em 1991, como uma seção do ISI, todas as atividades do ensino da Estatística foram aí concentradas, favorecendo tanto o intercâmbio como o estabelecimento de metas e desafios para o futuro do seu ensino.

2.4 O Curso de Matemática da Universidade Católica de Goiás

Foi criado em 1961 em regime seriado com o objetivo de suprir parte das necessidades do mercado e do ensino. O corpo docente, que ministrava aula para a primeira turma, tinha suas limitações naturais devido a várias razões, sendo uma delas a falta de professores qualificados na região e na própria Universidade Católica de Goiás à época; além de sua própria posição geográfica que não era um pólo de atração para professores, nem o mercado oferecia tantas opções.

Esse curso foi todo estruturado em condições precárias sem praticamente nenhum

colaborador com conhecimentos específicos nesta área.

O curso tinha como objetivo principal formar professores de Matemática para trabalhar nas redes Estadual e Municipal de ensino e nas instituições de ensino privado, suprimindo, em parte, a demanda para os ensinos Fundamental e Médio, para o curso de graduação, atendendo a necessidade natural da época e da região. Para constatar a grande ausência de professores de Estatística naquela época, na primeira turma não constava a disciplina Estatística no curso que era chamado de Matemática e Física.

Na realidade, não havia em Goiás profissionais com formação acadêmica, com domínio e experiência no conhecimento dos métodos estatísticos. O curso de Matemática e Física, como era chamado, foi, por muito tempo, o único curso superior em Matemática e Física do Estado de Goiás. Dele, saía os profissionais para suprir as necessidades do mercado de trabalho, tanto no setor empresarial quanto no setor de ensino, inclusive no ensino de graduação. Havia uma grande ausência desses profissionais no mercado. Na primeira turma formaram-se três alunos sendo, dois do curso de Matemática e um do curso de Física. Esta primeira turma colou grau somente em 31 de outubro de 1969.

O destino principal dos formandos desses cursos era o ensino, pois já é histórico esse tipo de profissional não ter nenhum status no mercado de trabalho. Além da baixa remuneração destinada ao professor, o desenvolvimento da pesquisa, apresentava pouca ou quase nenhuma produtividade acadêmica; talvez, por isso, a Estatística tenha sido deixada em segundo plano, sempre anexada a Departamentos de Matemática em praticamente todas as Universidades brasileiras.

2.5 Programas da Disciplina Estatística no Curso de Matemática e Física - Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Católica de Goiás

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394 de 20/12/1996) deu enfoque radical aos programas curriculares, e favoreceu a criação pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) dos Parâmetros Curriculares "Nacionais" (PCNs). Nos PCNs, encontram-se destacadas sugestões para as noções de Estatística no ensino Fundamental, tendo por objetivo o tratamento de informações, que inclui coleta de dados, organização e descrição dos mesmos, bem como a identificação de comportamento aleatório.

Não só no passado, como no presente, os livros didáticos assumiram e assumem um papel importante nos processos de ensino e aprendizagem; sendo, às vezes, referência não só para reformas curriculares, mas, principalmente, para a efetivação do ensino em nosso país. Em muitos casos, o próprio livro didático é adotado como programa e não como texto auxiliar; as ementas da disciplina Estatística também sofrem essas influências, pode-se afirmar que os livros didáticos são, incontestavelmente, instrumentos privilegiados no cenário educacional brasileiro e internacional, pois são eles que, verdadeiramente, ditam as normas no ensino e na aprendizagem nas salas de aula; logo eles acabam sendo os fiéis depositários dos saberes provenientes das diferentes disciplinas escolares.

Neste processo, os professores são substituídos, passando a ser apenas portadores dos conteúdos já explícitos nos livros didáticos. Uma das grandes limitações neste sentido é que estes livros foram constituídos para serem utilizados por períodos determinados e para clientes específicos, em áreas distintas do conhecimento; isso

significa que manuais escolares estão longe de conter as diversas aquisições da pesquisa e expor as divergências de investigações de escolas de todo mundo.

2.6 A Disciplina Estatística no Curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás - 1967

Antes de a Estatística compor o elenco das disciplinas do Departamento de Matemática e Física, em 1967, os alunos deste curso já tinham recebido suas noções na disciplina pedagógica Psicologia da Educação, estas noções foram ministradas durante o período de 1961-1966.

Essas noções de estatística inseridas em uma outra disciplina que já figurava no currículo do curso de Matemática, é entendida que foi por falta, na época, de uma estruturação mais adequada do elenco de disciplinas desse curso. Para esclarecer esse início da disciplina Estatística como disciplina autônoma, entrevistamos professores que trabalharam na época, neste curso.

Os professores entrevistados deram informações sobre a história e o início da disciplina Estatística no curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás. Cada professor contou a sua versão sobre o assunto e que em síntese obtivemos valiosas informações, como as apresentadas a seguir:

Quando da criação do curso de matemática da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras integrante da então Universidade de Goiás, os cursos de Bacharelado com duração de 3 (três anos) e Licenciatura em Matemática (mais 1 ano de disciplinas pedagógicas) não contemplavam disciplinas na área de Estatística.

Existia uma disciplina de sociologia que abordava alguns tópicos de Estatística

Descritiva. Talvez, por essa motivação, resolveu-se incluir o estudo de Estatística no curso de Bacharelado em Matemática. A consolidação do estudo dessa disciplina no curso de Matemática, ocorreu por ocasião da Reforma Universitária a partir de 1971.

Os conteúdos das disciplinas, nem só de Estatística, mas também dos outros conteúdos, eram incluídos à medida que o curso se desenvolvia e assim se formaria o elenco de disciplinas do currículo do curso de Matemática e Física, em particular a Estatística. Os conteúdos eram incluídos às vezes, por informações e influências de outras instituições que também tinham o curso, além da grande influência do livro didático. Esta forma de agir dentro do Departamento perdurou até 1967, quando foi definido o primeiro programa não muito estruturado da disciplina Estatística dentro do curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás.

A disciplina Estatística fez parte pela primeira vez como disciplina autônoma do currículo do curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás, em 1967, sendo ministrada no terceiro ano do curso em regime seriado, com o nome de Estatística Geral e Aplicada, com uma carga horária de (90 horas aula), e em cujo programa constavam os seguintes conteúdos:

Estatística Descritiva

- *conceitos*
- *distribuição de frequências*
- *séries estatísticas*
- *representação gráfica*
- *medidas de tendência central*

- *medidas de dispersão assimetria e curtose*

Análise combinatória

- *arranjo*
- *combinação*
- *permutação*
- *correlação linear*
- *regressão linear*
- *Noções de Números Índices*

Este programa foi ministrado no período de 1967-1972.

Este programa foi influenciado por outros programas já existentes em outras instituições de ensino superior, pelos próprios professores, que trouxeram influência da sua formação e, conseqüentemente, da Universidade onde se formaram, além da influência dos livros didáticos que na época era praticamente quem comandavam os conteúdos dos programas das disciplinas. A Estatística foi ministrada como disciplina autônoma no 2º ano do curso em regime seriado com 90 horas aula.

Fazendo uma análise de como foi inserido esse primeiro programa no curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás, é pertinente observar a história e a evolução da Estatística como disciplina escolar, que teve um início bastante semelhante e praticamente o mesmo percurso de como se tornou disciplina autônoma no Brasil na Academia Real Militar, em 1810, onde era ministrada também dentro de uma outra disciplina chamada Economia Política.

A disciplina Estatística foi se estruturando assim como quase todas as demais disciplinas que compunham o currículo do curso de Matemática e Física, buscando sempre um conteúdo satisfatório que cobrisse as necessidades da época. Neste período, nenhum professor falou de estratégias e métodos de ensino, estes conteúdos eram ensinados exatamente como eles foram aprendidos.

Programa da Disciplina Estatística da Universidade Católica de Goiás - 1973-1979

Algumas considerações sobre a disciplina Estatística na Universidade Católica de Goiás, especialmente no curso de Matemática. Ingressei na Universidade Católica de Goiás em agosto de 1974, mediante concurso público, para lecionar Introdução à Estatística - I e Introdução à Estatística - II, disciplinas que eram oferecidas pelo primeiro Ciclo de Estudos Gerais da Universidade, (antigo Básico) através da coordenação do professor José Miguel.

Estas disciplinas eram obrigatórias em todos os cursos da Universidade católica de Goiás e possuíam 02 (dois) créditos cada uma delas, perfazendo um total de 60 horas aula. O programa destas disciplinas apresentava apenas tópicos de Estatística Descritiva, assim distribuídos:

Introdução à Estatística - I com 30 horas aula

- *Introdução*
- *Arredondamento de dados*
- *números - Conceitos de Estatística*
- *Fases do Trabalho estatístico*

- *Séries estatística*
- *Representação Tabular das séries estatísticas representação Gráfica*

Introdução à Estatística - II com 30 horas aula

- *Medidas de tendência*
- *médias, Moda e Mediana*
- *Separatrizes ou Medida de Posição*
- *Quartís, Decís, e Centís ou percentís*
- *Medidas de dispersão*
- *Assimetria e Curtose*

Os alunos do curso de Matemática, nesta época, além destas duas disciplinas ainda cursavam outra denominada Estatística, com 04 créditos perfazendo um total de 60 horas aula, cujo programa contemplava os tópicos

Noções de probabilidade

- *Experimento aleatório*
- *Espaço amostra*
- *Eventos*
- *Definição de probabilidade*
- *Postulados e teoremas fundamentais*

- *Probabilidade condicional e independência*
- *Variável aleatória*
- *Função de probabilidade*
- *Função de distribuição*
- *Função densidade de probabilidade*
- *Distribuições de probabilidades discretas e contínuas*
- *Métodos estatísticos*

Fizemos a primeira reunião convocada pelo Departamento de Matemática e Física com pauta específica sobre a discussão do currículo dos cursos de Matemática e Física, nesta reunião foi dada grande ênfase à formação do conhecimento de Estatística pelos alunos do curso de Matemática, pois não havendo na região graduação nessa disciplina, os egressos do curso de licenciatura plena em Matemática estariam plenamente preparados para lecionar nos cursos de 2º grau, pois além do conteúdo adquirido, ainda tinham uma formação pedagógica.

O trabalho no primeiro Ciclo de Estudos Gerais com as duas disciplinas de Introdução à Estatística além de mostrar execução inovadora, muito contribuiu para o desenvolvimento e o fortalecimento das monitorias, onde preferencialmente os alunos do curso de Matemática eram aproveitados. As turmas, naquela época, contavam com 70 alunos e, no início de cada unidade em cada disciplina tinham uma preleção, nome que se dava a uma aula para as 03 turmas juntas, 210 alunos aproximadamente que tinham uma visão inicial sobre os tópicos que seriam tratados nas 04 aulas subsequentes. Nestas aulas trabalhavam-se os tópicos já apresentados na metade do tempo disponível, enquanto que o tempo restante era usado para trabalho

em grupo, onde os monitores atuavam juntamente com os professores responsáveis pelas turmas. Os resultados obtidos neste período foram altamente satisfatórios pois além de apresentar a Estatística como disciplina instrumental para todas às áreas do conhecimento, ainda permitiam aos professores do Departamento de Matemática e Física usar excelente campo de monitoria e estágio para alunos do curso de Matemática com aptidão e interesse pela área de Estatística.

Vários foram os nossos alunos que, a partir destes conteúdos iniciados, tiveram uma outra opção de trabalho, pois, com a absoluta ausência de especialistas da área, começaram e se aperfeiçoaram em médias e grandes empresas, no tratamento de informações, controle de qualidade etc. Além de se tornarem professores de estatística, na Universidade Católica de Goiás e em outras Universidades.

Analisando este programa da disciplina Estatística no curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás e o seu período de vigência, observamos que a forma de abordagem dos conteúdos no primeiro Ciclo de Estudos Gerais (Básico) era bastante diferenciada. Entendemos que este processo tenha sido um grande avanço em termos de estratégia aliada a recursos pedagógicos disponíveis, percebemos uma inovação no ensino desta disciplina bastante significativo em termos de aprendizagem. O fato de uma mesma turma terem aula com todos os professores da equipe de estatística entendemos que, para o período considerado, era uma estratégia positiva.

Um dos ramos da Estatística que apresenta um grande grau de dificuldade, dentro do conhecimento estatístico, é a probabilidade pois, para seu cálculo, são necessários um bom conhecimento de Matemática e um bom raciocínio lógico. O mesmo acontece com a parte inferencial, só estes fatores já constituem dificuldades na aprendizagem, além destes tópicos normalmente serem apresentados numa abordagem onde se leva

apenas em consideração a aplicação da modelagem matemática, isto, sem dúvida, é mais uma barreira para se entender a Estatística.

Em 1975, o curso de Matemática muda novamente, passa a ser curso de Licenciatura Plena em Ciências, reconhecido através do Parecer nº. 473/75 de 06/12/75 do Conselho Federal de Educação (CFE), destinado a formação de professores para ensino do segundo grau, com duração mínima de 3 anos e máxima de 7 anos. A disciplina Estatística continua com o mesmo conteúdo, passando a figurar os códigos: MAF 1411, MAF 1412.

A disciplina Estatística - I com Código. MAF - 1411 contendo 4 créditos e 60 horas aula contemplava o seguinte programa:

- *Estatística descritiva*

- *Probabilidade*

- *Experimento aleatório*

- *Espaço amostra*

- *Eventos*

- *Definições de probabilidade*

- *Postulados e teoremas fundamentais*

- *Variável aleatória*

- *Função de probabilidade*

- *Função de distribuição -*

- *Função densidade de probabilidade*

- *Distribuições de probabilidades discretas e contínuas*
- *Variável aleatória*
- *Distribuições discretas e contínuas*
- *Teoria elementar da amostragem.*

A disciplina Estatística - II com Código MAF - 1412 contendo com 4 créditos e 60 horas aula contemplava os tópicos:

- *Teste quiquadrado ajuste de curvas*
- *Teoria da correlação*
- *Análise de séries temporais*
- *Números índices.*

2.7 Programa da Disciplina Estatística do Curso de Matemática - Habilitação em Matemática

Quando o nome do curso foi alterado de Licenciatura Plena em Matemática para Habilitação em Matemática houve mudanças no perfil do curso e conseqüentemente na organização dos seus conteúdos e na forma de ministrá-los, diferenciada daquela ensinada no primeiro Ciclo de Estudos Gerais. A Estatística descritiva se transformou em:

Introdução à Estatística - I Código - MAF 1401 com 2 créditos e 30 horas aula, e apresentava os seguintes conteúdos:

- *Generalidades*

- *Organização da estatística no mundo e no Brasil*
- *Apresentação das grandezas usadas em estatística*
- *Metodologia do trabalho estatístico*
- *As séries estatísticas*
- *Representação gráfica das séries estatísticas.*

*Introdução à Estatística-II Código. MAF 1402 com 2 créditos e 30 horas aula,
e apresentava os seguintes conteúdos:*

- *Introdução e interseção de conjuntos*
- *Representação gráfica da reta e da parábola*
- *Tabulação de dados*
- *Medidas de tendência central para valores isolados e agrupados*
- *Distribuição de frequências*
- *Medidas de posição*
- *Medidas de dispersão*
- *Assimetria e curtose*

Numa outra disciplina estatística com 4 créditos e 68 horas aula havia:

Probabilidade

- *Experimento aleatório*

- *Espaço amostra*
- *Eventos*
- *Definição de probabilidade*
- *Postulados e teoremas fundamentais*
- *Probabilidade condicionada e independência*
- *Variáveis aleatórias*
- *Função de probabilidade*
- *Função de distribuição*
- *Função densidade de probabilidade*
- *Distribuições de probabilidade discretas e contínuas*

Métodos Estatísticos.

Em 1987, o curso muda novamente para curso de Matemática e a partir desse novo perfil muda-se a organização dos conteúdos e conseqüentemente o currículo.

A disciplina Estatística passa a ter 6 créditos e 90 horas aula com Código MAF - 2425, cujo programa tinha os tópicos:

- *Experimento aleatório*
- *Espaço amostral*
- *Eventos*
- *Definições de probabilidades*

- *Probabilidades condicionada e independência*
- *Variáveis aleatórias discretas e contínuas*
- *Funções de probabilidade*
- *Função densidade de probabilidade e de distribuição*
- *Distribuições de probabilidades discretas e contínuas.*

A disciplina Estatística Matemática - Código MAF - 2432 com 4 créditos e 60 horas aula, cujo programa era:

- *Séries estatísticas*
- *Representação gráfica*
- *Medidas de tendências central*
- *Medidas de posição*
- *Medidas de variabilidade ou dispersão*
- *Noções de amostragem*
- *Distribuições amostrais*
- *Intervalos de confiança*
- *Testes de hipóteses*
- *Noções de séries temporais*
- *Correlação*

- *Regressão linear simples e múltipla*
- *Análise de variância.*

Este curso de Matemática para a situação atual da disciplina Estatística, entendemos que na parte de reorganização dos conteúdos foi bastante significativo, pois proporcionou um conhecimento mínimo da Estatística Descritiva, da probabilidade e da parte inferencial. Com isto, o curso passou a ter um programa mais adequado na graduação em Matemática.

A importância destes conteúdos com a nova reorganização e o novo currículo, entendemos ter grande importância pelo fato destes conteúdos serem capazes de suprir parte das necessidades do mercado de trabalho em todos os seus setores, e de se tornar, também, uma das opções para se atuar como professor de Estatística no Ensino Superior.

Embora o curso de Matemática atualmente tenha na disciplina Estatística um conteúdo bastante expressivo, entendemos ser apenas parte do problema solucionado desta disciplina, ainda é necessário muito, principalmente na sua forma de condução relacionando-a com as necessidades do cotidiano.

É necessário superar o enfoque tradicional e empirista normalmente utilizado pelos professores desta disciplina. A necessidade da introdução de um pensamento teórico para provocar mudanças qualitativas dentro de um pensamento estatístico, cumprindo assim parte do papel do ensino e propiciando mudanças no aluno na forma de aprendizagem. Na realidade, uma grande parte das aulas de Estatística hoje é dada num enfoque bastante acadêmico, numa abordagem distante da realidade, usando apenas modelagem matemática, isto faz da disciplina algo sem significado e vista como um grande problema para os cursos de graduação, mesmo nos cursos de

ciências naturais.

Entendemos que houve melhora na forma de ministrar estes conteúdos e vários fatores contribuíram para tanto, um deles foi a qualificação de alguns professores nesta área, isto provocou e provoca melhoria em todos os aspectos, inclusive na parte pedagógica e, em consequência na aprendizagem.

Assim, consideramos necessário incluir em nossa entrevista uma segunda pergunta: as mudanças implantadas na disciplina estatística contribuíram para a melhoria do ensino no curso de Matemática?

Acredito que ao longo deste período em que ocorreram mudanças tanto na parte de conteúdo quanto na estratégia e, também, na parte pedagógica houve uma evolução natural, principalmente na organização mais adequada dos conteúdos, isto de uma certa forma facilitou em parte a forma de ensinar esta disciplina. Porém, um dos grandes problemas que o Departamento de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás sempre enfrentou e enfrenta, é a falta de profissionais qualificados que conduza esta disciplina de uma forma mais adequada com as necessidades do mundo atual. Ainda continuamos em parte ensinando a Estatística nos mesmos moldes de quando ela foi introduzida no curso de Matemática e Física da Universidade Católica de Goiás.

Entendemos que isto tudo é apenas parte do problema no ensino da Estatística, mas para melhorar o ensino ainda falta muito. Segundo Leontiev toda ação humana está orientada para um objeto, então entendemos que o desenvolvimento desses conteúdos deverá ser direcionado para o pensar e o aprender, pois são procedimentos lógicos que permitem a aprendizagem.

No capítulo III, vamos desenvolver um tópico introdutório de probabilidade que

entendemos ser parte do conteúdo básico para um curso de graduação que contemple probabilidades, envolvendo as duas correntes de pensamento, clássico e Bayesiana.

Capítulo 3

O ENSINO DE ESTATÍSTICA NA UNIVERSIDADE

A Estatística compreende três grandes ramos: a estatística descritiva, as probabilidades e a estatística indutiva ou inferencial. Seja qual for o ramo, a sua importância no tratamento de dados, principalmente numa abordagem quantitativa, é evidente. Aqui, vamos fazer algumas referências introdutórias aos fundamentos da probabilidade e da inferência (Stevenson, 1986, p. 2-3).

A estruturação formal da Estatística se deu, principalmente, no século XX com Galton, Pearson e Fisher. Dessa evolução e desenvolvimento, já mencionamos no capítulo I, agora, nosso foco é a abordagem da noção básica de inferência clássica e Bayesiana que é o enfoque principal deste capítulo, quando estaremos apresentando alguma técnica de inferência com exemplos práticos apresentados em situações reais, e com uma abordagem probabilística que foi o eixo de parte deste trabalho. Lembrando que, normalmente, a inferência é apresentada como disciplina escolar também sob o aspecto de estimação e testes de hipóteses, que não farão parte deste trabalho, além de outros tratamentos da inferência, como a análise de decisão.

Neste capítulo, a idéia é desenvolver a parte da inferência que englobe um ra-

raciocínio simples e que trate do processo de sair do particular e inferir para o todo, como nos próprios conceitos de inferência estatística que abordaremos.

3.1 Inferência Estatística

Inferência ou indução refere-se ao processo de raciocínio pelo qual partindo-se de uma parte, procura-se tirar conclusões sobre o todo. Ou, o processo, segundo o qual partindo-se das informações contidas em uma amostra selecionada de uma população de interesse, procura-se tirar conclusões sobre certas características da população.

Em quase todas as atividades defrontamo-nos com situações reais presentes, nas quais temos de conseguir ou concluir sobre algumas situações que não estejam no presente. Esse processo de se chegar a uma idéia do que está ausente na base do que está presente é a inferência. O que está presente leva ou conduz o espírito da idéia à aceitação dessa situação. Toda inferência, justamente, por ultrapassar os fatos incontestáveis e conhecidos, fornecidos seja pela observação seja pela lembrança de conhecimento anterior, contém um salto do conhecido para o desconhecido; um salto além do que é dado e já estabelecido. A inferência ocorre por intermédio ou através da sugestão despertada pelo que é visto e lembrado.

3.2 Inferência Estatística Clássica e Bayesiana

A partir de 1930, a Inferência Estatística teve entre as décadas de 30 e 60, um destacado desenvolvimento ao enfoque clássico. No entanto, a partir de 1960 surgiu

um outro marcante desenvolvimento da inferência Bayesiana, marcada principalmente pela crítica ao enfoque clássico (Bekman, 1980, p. 91).

A partir de 1950, embora grande parte dos estatísticos manteve a opinião de que a probabilidade de sucesso da ocorrência de um evento, como medida da incerteza associada ao mesmo, era uma probabilidade objetiva inerente a esse sucesso em si, a partir de 1960, a forma de interpretação da probabilidade como uma medida subjetiva toma corpo com grande força.

Esta forma de interpretação teve como suporte a utilização sistemática baseada no teorema de Bayes e, conseqüentemente, dá lugar à inferência Bayesiana, ou, mais geralmente, à parte da teoria da decisão que se baseia no chamado critério de Bayes.

A idéia de incorporar a opinião subjetiva do pesquisador, anteriormente à seleção da amostra sobre o parâmetro populacional da informação fornecida pelos dados amostrais, deu origem a esse novo impulso na inferência estatística que é chamada inferência Bayesiana. Foi Thomas Bayes, filósofo inglês do século XVIII, quem primeiramente deu essa grande idéia, que, devido à sua grande originalidade considerada nova e revolucionária, deu origem a um novo paradigma de inferência estatística.

A inferência Bayesiana é um enfoque alternativo de forma diferenciada da inferência usualmente dada nas disciplinas do curso de graduação, e que vem sendo bastante difundida pela escola Bayesiana. É um enfoque que calcula probabilidades a posteriori a partir do conhecimento das probabilidades a priori. Esse novo método se contrapõe significativamente aos métodos clássicos ou freqüentistas, o qual é usado com regularidade em todos os programas da disciplina Estatística em cursos de gra-

duação.

A problemática filosófica da inferência estatística, de um modo geral, surge de alguma forma da grande dificuldade de se justificar o raciocínio indutivo e, portanto, do caráter de sua consistência nas teorias científicas obtidas a partir deste mesmo raciocínio.

Em qualquer ciência experimental há sempre um conjunto de proposições necessárias para que o corpo científico dessas proposições seja considerado como verdadeiro. Na realidade, um novo conhecimento pode ser produzido pelo processo de inferência estatística. Neste processo, são utilizados dois tipos de raciocínios: no raciocínio dedutivo, a conclusão está sempre contida nas premissas anteriormente feitas, a afirmativa é que se partimos de um conhecimento considerado verdadeiro obtemos outro conhecimento também verdadeiro; em contraposição, no raciocínio indutivo, a conclusão atropela o poder de afirmação das premissas, conseqüentemente, esse fator poderá levar à falsidade da conclusão considerada verdadeira (Rivadula, 1991, p. 17-36).

A análise estatística de dados com aplicação dos métodos denominados clássico ou freqüentista é usada constantemente no ensino de graduação. A inferência Bayesiana é feita por um raciocínio indutivo, que fornece uma conclusão mais geral do que os contidos nas premissas, conclusão essa que pode ser falsa mesmo que as premissas sejam verdadeiras. O princípio dedutivo, é o chamado raciocínio lógico, pois a partir de premissas verdadeiras chega-se a uma conclusão verdadeira, ou seja, inferência dedutiva é sempre conclusiva, enquanto que a inferência indutiva é sempre inconclusiva (Rivadula, 1991, p. 30).

Carl Pearson foi um dos pioneiros em aplicações práticas da estatística inferen-

cial, além de estabelecer a relação entre a estatística descritiva e a probabilidade, com o uso das médias, da variância e do coeficiente de correlação para fazer inferências acerca das distribuições básicas de probabilidade.

Com a estatística convencional, a única incerteza admitida para a análise é uma incerteza amostral. A aproximação bayesiana oferece um guia balanceador com um amálgama de recursos estabelecidos por pesquisadores que aplicam uma análise real (Reneau, 1994, p. 957).

3.3 Inferência Estatística Numa Disciplina Introdutória no Curso de Graduação

Vamos fazer uma abordagem de alguns tópicos de estatística inferencial, uma vez que entendemos fazer parte de um programa básico e necessário para a mensuração do risco que corremos geralmente numa tomada de decisão em um enfoque probabilístico. E pela importância das probabilidades na inferência, vamos introduzir o raciocínio tanto clássico quanto Bayesiano na solução de algumas situações reais do cotidiano, é claro, levando em conta a grande dificuldade normalmente apresentada pelos alunos nessa disciplina.

A forma como vamos abordar a probabilidade defendida tanto pelas inferências clássica quanto pela da inferência Bayesiana, é um caminho para se ministrar um curso introdutório de inferência a alunos que não tiveram nenhum contato com esse tipo de raciocínio. Aqui, o enfoque que daremos à probabilidade é a da teoria lógica, segundo Laplace. Ou seja, a probabilidade de um evento como sendo a razão entre o número de casos favoráveis e o número de casos possíveis. Essa foi a definição de probabilidade dada pelo próprio Laplace.

3.4 Probabilidade

Aparentemente, deveria ser muito fácil dar uma definição de probabilidade. De fato, é relativamente fácil, matematicamente definir as propriedades de uma função de probabilidade, ou seja:

- a) *Fica num intervalo de zero a um.*
- b) *Soma-se ou integra-se a um.*
- c) *A soma ou integral da probabilidade de eventos dispersos é igual à probabilidade da união desses eventos.*

A freqüente interpretação estatística de probabilidade é essa, pela qual a freqüência relativa está limitada ao comportamento de um resultado não-determinístico ou numa observada porção de uma população. Essa idéia foi delineada antes de Laplace, quando se definiu como um número de casos a favor sobre seu número total. Assim, se pudéssemos simplesmente repetir o experimento ou observar o fenômeno, algumas vezes necessário, perceber-se-ia qual a provável reincidência. Esse é um bom caminho para refletir sobre probabilidade, mas o insucesso é que freqüentemente não é possível obter um número compatível exatamente igual ao sistema gerador do evento (KENDALL, 1949; PLACKET, 1966).

O cálculo de probabilidade é um conhecimento matemático que se presta ao estudo de fenômeno aleatório-probabilístico. Nesses fenômenos, o resultado de um experimento não pode ser previsto com certeza, mas é, em geral, capaz de relacionar todos os resultados possíveis de ocorrer.

3.5 Definição de Probabilidade

A definição clássica de probabilidade baseia-se no conceito primitivo de resultados igualmente prováveis. Consideremos um experimento aleatório com um número finito de resultados. Suponhamos que, por alguma razão de simetria, por exemplo, passamos a atribuir a mesma chance de ocorrência a cada um dos pontos amostrais. Do ponto de vista clássico, a probabilidade de um evento é a razão entre o número de resultados favoráveis ao evento e o número total de resultados possíveis.

Intuitivamente, a probabilidade de um evento é uma medida de nossa certeza a respeito de uma ocorrência. Representa, pois, nosso grau de crença no resultado, podendo ser de natureza objetiva ou subjetiva. Porém, a definição de probabilidade é um assunto que ainda tem muito a render, por ser objeto que comporta interpretações distintas.

A incerteza quanto a eventos futuros, realidade que enfrentamos cotidianamente, sempre exerceu verdadeiro fascínio sobre a mente humana. Talvez, por isso, os jogos de azar tenham sido tão cultuados desde a mais remota antiguidade. Neste contexto, surgiu a primeira definição de probabilidade, como citada acima; existem muitos outros conceitos e definições de probabilidade, que certamente em seu cerne não se distanciarão muito da própria definição de Laplace (Bekman, 1980, p. 6-7).

3.6 Notações e Definições

- a) *Experimento* - é um ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico.
- b) *Espaço amostral* - é um conjunto formado por todos os resultados possíveis,

quando da realização de um experimento aleatório. Notação: S .

- c) *Evento* - é todo e qualquer subconjunto de um espaço amostral. É um subconjunto de resultados possíveis.
- d) *Eventos complementares*. Notação: \bar{A} , os eventos A e B são chamados complementares se, e somente se, $A \cap B = \emptyset$ (evento impossível) e $A \cup B = S$ (evento certo).
- e) *Probabilidade de um evento* A , Notação: $P(A)$.

De acordo com a definição clássica de probabilidade, então:

- f) $P(A) = \frac{m}{n}$ onde m é o número de resultados possíveis do evento A e n é o número total de resultados possíveis.

$P(A)$ ainda satisfaz os axiomas:

- g) $0 \leq P(A) \leq 1$;
- h) $P(S) = 1$;
- i) \emptyset é o conjunto vazio e $P(\emptyset) = 0$ é a probabilidade do evento impossível

3.7 Probabilidade Condicionada e Eventos Independentes

O estabelecimento de uma probabilidade está, em geral, diretamente relacionado com o estado da informação disponível. É muito freqüente o caso em que o estado de informação é modificado pela ocorrência de algum outro evento relacionado com o

experimento em questão. Estamos interessados em calcular a probabilidade de um evento quando outro evento já ocorreu. É claro, que o evento ocorrido nos trará novas informações para que possamos calcular a probabilidade desse outro evento ocorrer. Suponhamos, para efeito de raciocínio, que desejamos a probabilidade de um evento A que designamos por $P(A)$ a probabilidade desse evento, atribuída apenas com o conhecimento da mecânica do experimento correspondente. Se, entretanto, recebermos a informação de que um outro evento B ocorreu, essa modificação de estado de informação poderá levar-nos a reavaliar a probabilidade do evento A por um novo valor dado por $P(A/B)$, chamamos isso de probabilidade condicional do evento A dado B . Denotando por $P(A)$ uma probabilidade que corresponde ao estado inicial de informação sobre o experimento, podemos definir corretamente pelas chamadas leis de Bayes, como a seguir.

3.8 Leis de Bayes

Sejam A, B, C etc. eventos, então:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, \text{ se } P(B) > 0.$$

Analogamente, temos que:

$$P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}, \text{ se } P(A) > 0.$$

Das expressões acima, resulta imediatamente a regra do produto que nos ensina a calcular a probabilidade do evento intersecção:

$$P(A \cap B) = P(A)P(B/A) = P(B)P(A/B). \quad (I)$$

Nota-se que a ordem de condicionalidade é indiferente para o cálculo da probabilidade do evento intersecção.

Há de se considerar, também, o caso de eventos cuja ocorrência não afeta o valor da probabilidade em que estamos interessados. Ou seja, sua ocorrência representa uma contribuição irrelevante ao estado de informação do ponto de vista da probabilidade do evento que temos em mente.

Então, se $P(A/B) = P(A)$, o evento A é dito estatisticamente independente do evento B . Isso implica que B também será estatisticamente independente de A , pois, então podemos escrever:

$$P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = P(B) \frac{P(A/B)}{P(A)} = P(B)$$

$P(B/A) = P(B)$, implica em $P(A/\bar{A}) = P(A)$.

Podemos dizer simplesmente que os eventos A e B são independentes. Nas condições de independência estatística, a regra do produto se simplifica, tornando-se:

$P(A \cap B) = P(A)P(B)$, ou para vários eventos:

$$P(A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_i) = P(A_1)P(A_2)\dots P(A_i).$$

Deve-se notar que a independência de eventos é função do estado de informação. Alternando-se o estado de informação, os eventos referidos acima poderão deixar de ser independentes.

Se A_1, A_2, \dots, A_i são eventos mutuamente exclusivos, então: $P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$, e para n eventos tem-se:

$$P(A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_i) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_i) \text{ (II)}$$

O pensamento central da teoria Bayesiana foca-se na idéia de condicionalidade. Esse é um princípio básico da estatística Bayesiana que nós utilizamos em nossas probabilidades, observando-se novas e relevantes informações.

Se definimos uma probabilidade condicional diferente na qual ocorre primeiro, então:

$$P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}, \text{ se } P(A) > 0.$$

Porque se a probabilidade de A e B ocorrer, é igual a probabilidade de B e A ocorrer, ($P(A \cap B) = P(B \cap A)$), então juntos podemos reavaliar e ver o que se segue:

- i) $P(A \cap B) = P(A/B)P(B)$;
- ii) $P(A \cap B) = P(B/A)P(A)$;
- iii) $P(A/B)P(B) = P(B/A)P(A)$;
- iv) $P(A/B) = \left[\frac{P(A)}{P(B)} \right] P(B/A)$;
- v) $P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)}$.

No item (iv), a última linha é representada pela lei de BAYES. Isso é, realmente, um princípio no qual inverte-se a probabilidade condicional. Nota-se que poderíamos entender facilmente como $P(B/A)$ desse item, transfere a probabilidade incondicional para a sobra da última igualdade.

3.9 Lei da Probabilidade Total

Sejam A_1, A_2, \dots, A_n eventos mutuamente exclusivos (constituindo, então, uma partição) e B um evento qualquer de S . Esses eventos podem ser simbolicamente representados num diagrama de Venn, em que supomos que a área correspondente a cada evento é numericamente igual a sua probabilidade. Vejamos o diagrama seguinte na Figura 4.1.

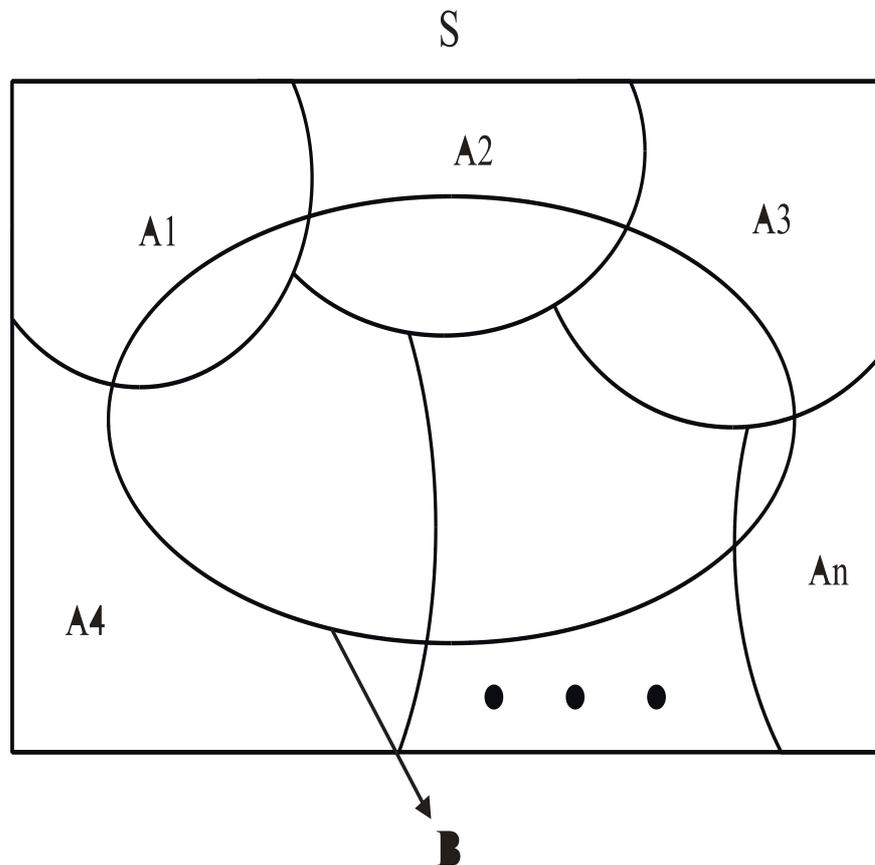


Figura 3.1: Figura -Diagrama de Venn

A coleção de eventos A_1, A_2, \dots, A_n define uma distribuição de probabilidades, significando que um e somente um desses eventos irá ocorrer respectivamente com probabilidades $P(A_1), P(A_2), \dots, P(A_n)$, cuja soma é unitária.

De acordo com o diagrama de Venn, Figura 3.1 temos que: $B = \bigcup_{i=1}^n (A_i \cap B)$.

Logo, sendo as intersecções $A_i \cap B$ mutuamente exclusivas, temos de (II) que:

$$P(B) = \sum_{i=1}^n P(A_i \cap B). \text{(III)}$$

Equivalentemente aplicando (I), podemos escrever:

$$P(B) = \sum_{i=1}^n P(A_i)P(B/A_i). \text{(IV)}$$

Se $n = 2$, podemos fazer $A_1 = A$ e $A_2 = \bar{A}$, e ainda podemos escrever:

$$P(B) = P(A)P(B/A) + P(\bar{A})P(B/\bar{A}) \quad (V)$$

As expressões (III), (IV) e (V) exprimem a chamada lei da probabilidade total. Vemos pela expressão (IV) que essa lei nos ensina a obter a probabilidade incondicional de um evento conhecidas todas as suas probabilidades condicionais aos possíveis resultados da partição A e as probabilidades incondicionais desses resultados. Isso facilita o estudo de situações em que, primeiramente, um e somente um entre os resultados A_1, A_2, \dots, A_n ocorrerá e, posteriormente, um resultado de interesse ocorrerá ou não.

3.10 Teorema de Bayes

Podemos obter cada probabilidade particular pela aplicação direta da expressão $P(A_i/B) = \frac{P(A_i \cap B)}{P(B)}$, com $P(B) > 0$, ou seja:

$$P(A_i/B) = \frac{P(A_i \cap B)}{P(B)}, P(B) > 0 \quad (VI), \text{ ou usando (III)}$$

$$P(A_i/B) = \frac{P(A_i \cap B)}{\sum_{i=1}^n P(A_i \cap B)}, \quad (VII), \text{ usando novamente a expressão (I)}$$

temos:

$$P(A_i/B) = \frac{P(A_i)P(B/A_i)}{\sum_{i=1}^n P(A_i)P(B/A_i)}. \quad (VIII)$$

As expressões (VI), (VII), (VIII) são equivalentes e encerram a mesma idéia. A expressão (VIII) é, geralmente, apresentada como o teorema de Bayes.

O teorema de Bayes torna-se relevante quando consideramos as probabilidades $P(A_i)$ como sendo representativas de um certo estado inicial de informação, que se modifica tão logo chegue ao nosso conhecimento a ocorrência de um evento B ,

pois tal informação alterará o nosso conhecimento a respeito das probabilidades de ocorrência dos eventos A_i .

Para Finetti (1930), tanto o teorema de Bayes quanto toda a inferência Bayesiana que se obtém generalizando ou desenvolvendo o teorema de Bayes, é um instrumento adequado para obter um conhecimento indutivo, pois as probabilidades iniciais podem ser transformadas em probabilidades finais à luz dos sucessos observados.

3.11 Algumas Técnicas de Inferência Estatística

Aqui, o principal objetivo é descrever através das técnicas inferenciais exemplos que normalmente são desenvolvidos numa disciplina introdutória num curso de graduação, em cursos que contemplam a probabilidade. No entanto, vamos trabalhar com alunos sem nenhuma noção de inferência e pesquisa, como é de praxe em praticamente todas as universidades brasileira ao atendimento dos programas das disciplinas introdutórias de probabilidade e Estatística que trata de inferência.

Normalmente, a inferência estatística é apresentada aos alunos de graduação sob dois pontos de vista distintos:

- *Da estimação - nesta abordagem é feita uma especulação da inferência a respeito do comportamento das características de uma população.*
- *Testes de hipóteses - nesta abordagem o pesquisador tem motivos para estabelecer hipóteses associadas a valores de interesse para os parâmetros em questão; este tópico não foi incluído como objeto de estudo de nosso trabalho.*

Neste texto, serão apresentados exemplos de aplicação da teoria Bayesiana e da teoria clássica, que normalmente são apresentadas aos alunos de graduação numa

disciplina introdutória de estatística envolvendo probabilidades.

No desenvolvimento de cada exemplo, vamos observar o comportamento de cada método e em que diferem os métodos clássico e Bayesiano, e que conclusões podemos inferir sobre os métodos.

3.12 Exemplo de Aplicação da Lei de Bayes

O exemplo de aplicação seguinte foi adaptado de Bekaman e Neto (1980). Um instituto especializado em meteorologia acerta 90% dos dias em que chove e 95 % dos dias em que não há chuva. Sabe-se que chove em 10% dos dias. Na previsão feita em dado dia, qual a probabilidade de Chover? Consideremos os eventos:

A *Chove no dia em que foi feita a previsão.*

Ä *Não chove no dia em que foi feita a previsão.*

B *O instituto faz previsão de chuva.*

B̈ *O instituto faz previsão de não chover.*

Podemos escrever pelas leis de Bayes as probabilidades:

$$P(B/A) \text{ então, } P(\text{B̈}/A) = 0,10$$

$$P(\text{B̈}/\text{Ä} = 0,95 \text{ então, } P(B/\text{Ä}) = 0,05 \text{ como chove em 10\% dos dias, então:}$$

$$P(A) = 0,10 \text{ então } P(\text{Ä}) = 0,90$$

pela lei da probabilidade total, temos:

$$P(B) = P(A \cap B) + P(\text{Ä} \cap B) = P(A)P(B/A) + P(\text{Ä})P(B/\text{Ä})$$

substituindo os valores dos eventos,

$$P(B) = 0,10 \cdot 0,90 + 0,90 \cdot 0,05$$

$$P(B) = 0,09 + 0,045 = 0,1350$$

0,1350 é a probabilidade de haver previsão de chuva, independente do real estado da natureza. Pelo teorema de Bayes, temos:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{0,09}{0,1350} = 0,6667 \text{ ou } 66,67\% \text{ que é a probabilidade de chover.}$$

Podemos observar que embora o instituto seja confiável, a probabilidade de uma previsão de chuva estar correta é menos de 70%.

Em compensação, podemos observar que a probabilidade de que uma previsão de não chover esteja certa é:

$$P(A \cap \bar{B}) = P(A)P(\bar{B}/A) = 0,10 \cdot 0,10 = 0,010$$

$$P(\bar{A} \cap \bar{B}) = P(\bar{A})P(\bar{B}/\bar{A}) = 0,90 \cdot 0,95 = 0,855$$

$$P(\bar{B}) = P(A \cap \bar{B}) + P(\bar{A} \cap \bar{B}) = 0,010 + 0,855 = 0,865$$

$$P(\bar{A}/\bar{B}) = \frac{P(\bar{A} \cap \bar{B})}{P(\bar{B})} = \frac{0,855}{0,865} = 0,9884 \text{ ou } 98,84\%$$

Pois, a probabilidade de chover no dia em que foi feita a previsão é 0,09 e de não chover é de 0,01. No entanto, a probabilidade do instituto fazer previsão e não chover é de 0,045 e a probabilidade de não chover é de 0,95.

3.13 Estimação Por Ponto e Por Intervalo

A estimação é um processo que consiste em utilizar dados amostrais para estimar os valores de parâmetros populacionais desconhecidos. Essencialmente, qualquer característica de uma população pode ser estimada a partir de uma amostra aleatória.

Entre os mais comuns, estão a média e o desvio padrão de uma população e a proporção populacional.

Há inúmeras aplicações da estimação, elas podem ser pontuais e intervalares, as estatísticas amostrais são utilizadas como estimadores de parâmetros populacionais. Assim, uma média amostral é usada como estimativa de uma média populacional, a proporção de itens de uma amostra de determinada característica da população serve para estimar a proporção da população que apresenta aquela característica. Tais estimadores chamam-se estimadores pontuais, porque originam uma única estimativa do parâmetro. Porém, sabe-se que a amostragem aleatória apresenta tendências a gerar amostras em que a média amostral, por exemplo, não é igual à média da população, embora os dois valores, em geral, sejam próximos. Em virtude da variabilidade amostral, é usual incluir uma estimativa intervalar para acompanhar a estimativa populacional.

As capacidades de estimar parâmetros populacionais por meio de dados amostrais está ligada diretamente ao conhecimento da distribuição amostral da estatística, que está sendo usada como estimador. A seguir, daremos exemplo de estimação pontual, envolvendo as estatísticas clássica e Bayesiana.

3.14 Exemplo de Estimação Pontual

A proposta desse exemplo foi mostrar uma adaptação de Albert (1996, p. 77). Como exemplo de estimação pontual, vamos tentar obter a eficiência de um sistema de telefonia em uma empresa do ramo. Consideremos apenas o indicador ligações completadas no sistema de telefonia pelos usuários. Vamos definir ligação completada como sucesso e ligação não completada como não-sucesso, sendo P a probabilidade

de acerto (ligação completada).

Suponhamos que foram realizadas 40 chamadas no sistema de telefonia. Dessas, foram completadas 30 ou o número de sucessos tenha sido 30 delas.

$$\text{Temos, } \hat{p} = \frac{30}{40} = 0,75$$

Esta solução não utiliza informações ou opiniões prévias do pesquisador com conhecimento do assunto; essa é uma das divergências entre o método clássico e o Bayesiano.

Vejamos a solução do mesmo problema pelo processo de inferência Bayesiana. Consideremos que \mathbf{P} possa assumir quaisquer valores de uma distribuição contínua $[0,1]$, ou que assuma valores numa distribuição discreta de probabilidades. Em quaisquer dos casos, esta distribuição é chamada a priori. Neste exemplo, vamos considerar as seguintes probabilidades chamadas a priori sendo:

- $P = 0,60$ considera o sistema ruim.
- $P = 0,70$ considera o sistema regular.
- $P = 0,80$ considera o sistema bom.
- $P = 0,90$ considera o sistema ótimo.

É bom saber que poderiam ser atribuídos outros valores para a classificação do sistema.

O termo distribuição significa aqui, o conjunto de valores assumidos por \mathbf{P} e suas respectivas probabilidades de ocorrência. Atribuindo probabilidades aleatoriamente e respectivamente iguais aos valores já definidos 0,60 0,70 0,80 e 0,90 para os valores

de P , como por exemplo: 0,25 esta distribuição a priori definida pelas probabilidades de 0,25 poderia ter sido outra.

- Probabilidades (p): 0,25 0,25 0,25 0,25.
- Valores atribuídos de \mathbf{P} : 0,60 0,70 0,80 0,90.

Suponhamos que desejamos estimar um determinado parâmetro de uma população com base nos resultados de uma amostra aleatória. O princípio da máxima verossimilhança da estatística clássica, recomenda que se adote como estimativa para o parâmetro o valor, que maximiza a função de verossimilhança do resultado amostral obtido. A principal crítica que se pode fazer a esse princípio, é o fato de ignorar por completo qualquer informação existente antes da realização do experimento.

O procedimento da inferência Bayesiana leva em conta a informação inicial e também o resultado experimental. Portanto, o princípio da máxima verossimilhança encontra seu melhor campo de aplicação quando não se dispõe de informações prévias relevantes.

Vamos obter o estimador (isto é, a quantidade a ser usada na estimação) de máxima verossimilhança para a proporção de sucessos em uma população. Foi adotado o procedimento de amostragem binomial, isto é, verificado o número r de sucessos em n observações aleatórias. A função de verossimilhança é dada pela probabilidade de se obterem r sucessos em n observações, sendo P a proporção real de sucessos, ou seja: $\binom{n}{r} P^r (1 - P)^{n-r}$ (Bekman e Neto, 1980, p. 97-98).

A estimativa pontual do sucesso para o exemplo seguinte é dado pela verossimilhança associada, e pode ser escrita da seguinte forma: $P^{30} \cdot (1 - P)^{10}$.

- Agora vamos calcular a distribuição a posteriori para os valores de \mathbf{P} com suas

respectivas probabilidades. Pelo teorema de Bayes podemos escrever:

- Distribuição a posteriori = distribuição a priori \times verossimilhança, então temos:

$P(p = 0,60) / \text{foram observados } 30 \text{ sucessos}) = P(p = 0,60) \times P(30 \text{ sucessos} / p = 0,60) / P(30 \text{ sucessos})$, ou seja:

$$E[0,60] = \frac{0,25 \cdot 0,6^{30} \cdot 0,4^{10}}{(0,25(0,6^{30} \cdot 0,4^{10}) + 0,7^{30} \cdot 0,3^{10} + 0,8^{30} \cdot 0,2^{10} + 0,9^{30} \cdot 0,1^{10})} = 0,0807$$

$$E[0,70] = \frac{0,25 \cdot 0,7^{30} \cdot 0,3^{10}}{(0,25(0,6^{30} \cdot 0,4^{10}) + 0,7^{30} \cdot 0,3^{10} + 0,8^{30} \cdot 0,2^{10} + 0,9^{30} \cdot 0,1^{10})} = 0,4633$$

$$E[0,80] = 0,4413$$

$$E[0,90] = 0,0147$$

Esta probabilidade a posteriori de 0,0807 ou 8,07% relativa ao valor de $P = 0,60$ é muito menor do que aquela a priori (0,25). Isto significa que a evidência amostral diminui a chance do valor de $P = 0,60$, ou seja, com a quantidade de sucessos de 30 chamadas completadas em 40 realizadas, o sistema teria menos chance de ser considerado "ruim", de acordo com as distribuições definidas a priori.

Os demais valores são calculados de forma idêntica, encontrando a seguinte distribuição:

a posteriori: **0,0807 0,4630 0,4413 0,0147**.

Podemos observar que a maior probabilidade a posteriori é de **0,4633**, obtida para $P = 0,70$, conhecida a probabilidade do resultado amostral de 30 chamadas completadas em 40 realizadas, então o valor mais provável é, para $P = 0,70$.

O valor esperado ou média da distribuição a priori é definida pelo produto dos valores de P pelas respectivas probabilidades, ou seja: o valor esperado $E[P] = 0,60 \times 0,25 + 0,70 \times 0,25 + 0,80 \times 0,25 + 0,90 \times 0,25 = 0,75000$.

$E[P] = 0,75000$ poderá ser interpretado como uma esperança ou mesmo uma expectativa do sistema ser considerado "regular", ou mesmo mais que regular.

O valor esperado ou média da distribuição a posteriori conhecido o resultado dos sucessos de 30 chamadas completadas em 40 realizadas, o valor mais provável para P , é 0,70, pelo fato da maior probabilidade a posteriori ser **0,4630**, que é obtida para $P=0,70$.

Valor esperado $E[P] = 0,60 \times 0,0807 + 0,70 \times 0,4633 + 0,80 \times 0,4413 + 0,90 \times 0,0147 = 0,7398$

Observemos que o valor esperado ou média da distribuição a posteriori é $E[P] = 0,7398$ que poderá ser utilizada como estimativa para P , isto aumenta a probabilidade de se sugerir que o sistema está mais para ser realmente "regular" que para ser "ruim" ou "bom", pois as expectativas do sistema diminuem em vista de que antes a expectativa era de $E[P] = 0,75$, e pela distribuição a posteriori apresentar uma expectativa de $E[P] = 0,7398$, reforçando a idéia de que o sistema está realmente mais para "regular". Ou no máximo um pouco mais que "regular".

A probabilidade de que o sistema seja considerado "ótimo" de acordo com os 30 sucessos é de 0,0147 ou 1,47%, que é bem inferior a probabilidade a priori de 0,25. Tais considerações feitas dependem das probabilidades a priori, atribuídas mesmo aleatoriamente, obrigatoriamente por quem tem algum conhecimento do funcionamento prévio do sistema, além de conhecer o ferramental matemático-estatístico necessário para a análise do problema.

Para analisar o comportamento do mesmo sistema considerando uma outra situação, vamos atribuir outras probabilidades como por exemplo:

$P = 0,150, 200, 250, 40$ mantendo a mesma distribuição de probabilidades a priori:

$\mathbf{P} = 0,600, 700, 800, 90$. Calculando os valores da distribuição a posteriori de forma idêntica aos já calculados, temos:

$$E[0, 60] = \frac{0,15 \cdot 0,6^{30} \cdot 0,4^{10}}{(0,6(0,6^{30} \cdot 0,4^{10}) + 0,7^{30} \cdot 0,3^{10} + 0,8^{30} \cdot 0,2^{10} + 0,9^{30} \cdot 0,1^{10})} = 0,08069$$

$$E[0, 70] = \frac{0,2 \cdot 0,7^{30} \cdot 0,3^{10}}{(0,7(0,6^{30} \cdot 0,4^{10}) + 0,7^{30} \cdot 0,3^{10} + 0,8^{30} \cdot 0,2^{10} + 0,9^{30} \cdot 0,1^{10})} = 0,46329$$

$$E[0, 80] = 0,44126$$

$$E[0, 90] = 0,01476$$

Então, a distribuição posteriori é = **0,08069 0,46329 0,44126 0,01476**.

O valor esperado ou média da distribuição a priori é calculado pelo produto dos valores de P pelas respectivas probabilidades, então:

$$E[P] = 0,79000$$

O valor de \mathbf{P} mais provável seria *bf* $P = 0,80$ para o sistema ser considerado "bom", pois o valor esperado ou média da distribuição a priori é de 0,79000 ou 79% que, também, é uma probabilidade para avaliar o sistema.

O valor esperado ou média da distribuição a posteriori é calculado da mesma forma, então temos:

$$E[P] = 0,739009.$$

Para a distribuição a posteriori o valor de \mathbf{P} mais provável seria $\mathbf{P} = 0,70$. Visto que o valor esperado para a distribuição a posteriori é de = 0,739009 que poderá ser utilizado como estimativa para *bf* P , com isto, diminui a probabilidade do sistema ser considerado "bom", e nos remete a avaliar o sistema como "regular" ou pouco mais que "regular".

Finalmente, observamos nas conclusões realizadas sobre a classificação do sistema que o método Bayesiano tem uma abordagem mais abrangente, podendo quantificar probabilidades a posteriori para diferentes valores da probabilidade de sucesso de \mathbf{P} . Porém, esta é uma alternativa que para os Bayesianos é uma qualidade; e para os clássicos é um defeito.

*Tais aplicações poderão ser feitas também nas estimativas intervalares e testes de hipóteses, tanto para as abordagens clássica, quanto para Bayesiana. Poderíamos também ter usado a moda ou a mediana, para uma estimativa pontual pela abordagem Bayesiana para \mathbf{P} , ou a própria média da distribuição a posteriori que é **0,739009**, reforçando a expectativa do sistema ser realmente "regular" ou no máximo mais que "regular".*

Pudemos observar que a distribuição a posteriori mudou com a mudança da distribuição a priori, mesmo não alterando a verossimilhança, pois esta só depende dos dados. Observamos que o valor esperado da distribuição a priori foi puxada para o valor de $p = 0,80$, mas a esperança da distribuição a posteriori continua tendendo para uma classificação do sistema para realmente "regular".

Observamos que o método de inferência clássica se baseia na teoria frequentista de Von Mises, trabalhando sempre com um conjunto de referência, que é o espaço amostral. O uso dessa teoria frequentista se deve ao fato de que a conclusão está baseada em todas as possíveis amostras que poderiam ter sido observadas, mas não foram, e por repetições, sob as mesmas condições do processo de amostragem ou de experimentação, cujo comportamento pode ser entendido a partir do raciocínio com frequência. Daí a relevância do processo de obtenção dos dados para essa teoria.

A teoria Bayesiana, por sua vez, atribui as probabilidades e as hipóteses iniciais

como a priori para calcular as probabilidades a posteriori, que não é derivada nem de repetições experimentais e nem do processo de obtenção dos dados. O que é necessário é que nas atribuições das probabilidades iniciais a priori seja usado o princípio da coerência, para dar suporte ao procedimento.

Observamos ainda que a solução de problemas pelo método Bayesiano transmite um otimismo, porque há sempre a possibilidade de se revisar tais probabilidades à luz dos dados obtidos, além de ser considerada uma solução mais justa, pois trata-se de um conhecimento subjetivo, que leva em conta a experiência do pesquisador.

Observamos que a solução de problemas pelo método clássico é uma característica estática, pois neste método não é possível considerar o conhecimento e a experiência do pesquisador em suas conclusões. Neste raciocínio, o método é engessado pelo espaço amostral e é considerado que somente o conhecimento objetivo é verdadeiro.

Entendemos que no desenvolvimento da abordagem dos conteúdos do tópico de probabilidades envolvendo a idéia dos teóricos da estatística clássica e dos teóricos da estatística Bayesiana, que esta forma de ensinar a estatística é a forma mais próxima de levar o aluno a desenvolver um pensamento teórico, que é uma das proposições da idéia mestra de Davydov, proporcionando um ensino investigativo e que leve a uma aprendizagem significativa.

3.15 A Educação Estatística e Seu Papel na Sociedade

Normalmente, a Estatística, como é hoje ministrada nas escolas, seja em que nível for, sempre é considerada como um dos temas mais complexos de ensinar e também de aprender. No entanto, ela desempenha um papel essencial na educação para a ci-

dadania, e ela é, sem dúvida, detentora de um conhecimento necessário na realização de projetos e investigações em variadíssimos domínios do conhecimento; uma ferramenta usada no planejamento, na análise de dados e na formação de inferências para tomada de decisões; sua linguagem e conhecimento básicos são utilizados no dia-a-dia em praticamente todos os domínios do conhecimento.

Na realidade, nem só a Estatística, mas qualquer disciplina ou conteúdo, não fará nenhum sentido se este conteúdo não faz sentido para quem está aprendendo, além de não despertar interesse no aprendiz. O ensino da Estatística se não for aplicado a projetos e usado como instrumento de investigação e, conseqüentemente, de aprendizagem, continuará sem sentido; essa idéia é relativamente nova, mas está sendo uma tendência mundial. Atualmente, um dos grandes centros de colaboradores neste novo perfil de ensino da estatística está na Espanha na Universidade de Granada, sob a orientação de Carmem Batanero. Nem só a Estatística, mas também a matemática estão, mundialmente, tomando novos rumos, e com fortes tendências ao ensino da educação matemática que tem este mesmo perfil que a Estatística está tomando.

No ensino com a aplicação do projeto na investigação aflora naturalmente o caráter experimental, de maneira que os alunos trabalham de forma integrada com diversos conteúdos da própria disciplina estatística. O contato com diferentes tipos de variáveis dentro das atividades promove, naturalmente, nos alunos um entendimento e compreensão da linguagem, dos conceitos e dos métodos Estatísticos envolvidos na investigação; este conjunto de conhecimentos leva o aluno muito além de uma simples memorização, além de despertar a capacidade crítica e a reflexão, o que é bastante significativo e fundamental para o exercício de uma cidadania ativa e responsável.

O foco principal na educação estatística é a investigação, e já se verifica uma grande evolução neste sentido por alguns profissionais, a partir dos anos 50 que entendemos ser o caminho para uma aprendizagem significativa.

Que a matemática é essencial ao desenvolvimento da estatística, parece não levar dúvidas a ninguém, mas esquecer ou ignorar os outros ingredientes (a indispensável presença dos dados, a essencial intervenção dos computadores e uma certa arte de analisar dados) que fazem parte integrante da ciência estatística, e que a distinguem claramente da matemática, levanta grandes preocupações e reações por parte dos estatísticos. O raciocínio típico da estatística é diferente do que se usa em matemática e daí que seja legítimo tentar evitar que o ensino da estatística se faça adotando uma orientação semelhante à que é seguida quando se ensina matemática (Jorge Branco, 2000, p. 58).

Uma grande quantidade de estatísticos defendem a idéia de que a educação Estatística deva deslocar-se do cálculo e da realização de tarefas de rotina para o processo geral de investigação. A Estatística deve envolver a investigação dentro de um projeto que envolva organização de dados representativos, sistematização e interpretação deles logicamente, isto culmina com a tomada de decisões, usando as conclusões finais, pois esse é um processo que podemos chamar de ciclo de investigação.

Para Richard Snee, a ênfase da investigação deve estar na "escolha de dados, compreensão gráfica de dados, experimentação, questionamento", enfatizando assim o "modo como o periciamento estatístico é usado na investigação de problemas do mundo real". Acreditamos que essa é, hoje, a forma mais adequada de se desenvolver os conteúdos estatísticos, levando os alunos a compreender o papel da estatística na sociedade atual.

Entendemos que este é o caminho que poderá ser trilhado com facilidade para estudar e investigar situações bastante variadas, além de ser natural este caminho, também para promover a interdisciplinaridade e a conexão entre assuntos distintos. Pois, a estatística poderá ser relacionada com muitas características, podendo quaisquer delas ser o ponto de partida para várias investigações estatísticas. Enquanto a Estatística não for encarada como um processo de investigação, continuaremos com uma Estatística apenas "acadêmica", sem provocar nenhum interesse no aluno e sem vislumbrar aplicações dela dentro da realidade.

Conforme Davydov, o pensamento teórico se caracteriza como o método da ascensão do abstrato para o concreto. Então, o ensino da disciplina Estatística de acordo com as necessidades do mundo atual, deve ser desenvolvido através de um processo investigativo, que leve o aluno a desenvolver seu pensamento dentro dos conteúdos, fazendo reflexão de cada atividade do processo de aprendizagem com a finalidade de aplicá-lo a situações concretas e vivenciadas.

No capítulo IV a seguir, estamos propondo de acordo com os aportes teóricos de Davydov alternativas para se desenvolver o ensino da disciplina Estatística.

Capítulo 4

PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS E DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA

A educação não é a preparação para vida, é a própria vida(...) A educação é uma constante reconstrução ou reorganização da nossa experiência, que opera uma transformação direta da qualidade da experiência, isto é, esclarece e aumenta o sentido da experiência e, ao mesmo tempo, nossa aptidão para dirigirmos o curso das experiências subseqüentes. (Dewey apud. Libâneo, 1979, p. 83)

4.1 A Aprendizagem e Práticas Educativas na Disciplina Estatística

Teoricamente os conhecimentos dos professores são transferidos aos alunos como se fosse um depósito, assim é que se comporta a ênfase dos conteúdos baseados apenas na memorização. Desta forma, entendemos que cada vez mais o Ensino Superior vai permanecendo sem significado, principalmente, para o aluno. É verdade que al-

4.1. A Aprendizagem e Práticas Educativas na Disciplina Estatística 80

guns profissionais ligados à atividades no campo educacional têm se envolvido na complexidade e multidimensionalidade do fenômeno educar, e assim grandes progressos nesta área do conhecimento vêm sendo obtidos. À luz desses conhecimentos é possível começar a pensar numa forma, onde a ênfase nos conteúdos seja dirigida para a aprendizagem.

No ensino de Estatística na Universidade Católica de Goiás, os recursos dos processos pedagógicos ainda são poucos aplicados, não estão presentes como deveriam, isto é percebido num programa básico de Estatística introdutória no curso de graduação. Enquanto os conteúdos ensinados não fazem sentido para quem está aprendendo, e, ainda, os professores que os ensinam não se sentem preocupados e comprometidos com a aprendizagem, então, eles continuarão sendo apenas objeto de memorização, e sem significados para o aluno.

Os objetivos da psicologia cognitiva são conhecer como pensar e como desenvolver a inteligência nos seres humanos. Entendemos que qualquer área do conhecimento deva considerar esse processo, porque ele está diretamente ligado à compreensão do aluno, visto que na aprendizagem é evidente a necessidade de se desenvolver habilidades e competências cognitivas, pois a tarefa das escolas e dos processos educativos é de desenvolver no aluno a capacidade de aprender, em razão das experiências postas pelo volume crescente de dados acessíveis na sociedade e das redes informacionais, da necessidade de tratar com o mundo e, também, de educar a juventude em valores e ajudá-la a construir personalidades flexíveis e eticamente ancorados (Libâneo, 2002).

Hoje, o contato com aluno cada vez mais jovem em sala de aula é um fato, os meios de comunicação da atualidade vêm influenciando o modo de pensar da juventude atual, isto também é fator que altera os processos de ensino-aprendizagem.

4.1. A Aprendizagem e Práticas Educativas na Disciplina Estatística 81

Porém, a busca incessante de novos aportes teóricos para atender novas necessidades presentes, no mundo em que vivemos, requer dinamização em um novo processo didático, pois a escola ainda é o principal lugar de mediação entre o ensinar e o aprender, uma vez que o ensino propicia a internalização da cultura e do desenvolvimento do pensamento.

As mudanças nas formas de aprender afetam as formas de ensinar em vista da subordinação das práticas de ensino à atividade de aprendizagem e às ações de aprender e do pensar. Sendo assim, o que se espera da aprendizagem dos alunos também deverá ser esperado de um programa de formação dos próprios professores. Tais mudanças correspondem à expectativa de Davydov de que a escola de hoje ensine aos alunos a orientar-se independentemente na formação científica e em qualquer outra, ou seja, que o ensino a pensar, mediante um ensino que impulse o desenvolvimento mental. (Davydov apud Libâneo, 1988, p. 3)

Conforme Libâneo, a essência do que acontece na Universidade é a qualidade e a eficácia do ensino dos professores, e a qualidade da eficácia da aprendizagem do aluno. O foco nuclear da prática docente é a aprendizagem do aluno em parceria com os professores e colegas. A aprendizagem universitária está associada ao aprender a aprender e ao aprender a pensar.

Moderadamente, em função da grande necessidade, de um novo comportamento no processo de ensino, a forma de ensinar deverá incorporar novas investigações no modo didático de aprender e ensinar, pois o conhecimento pressupõe o desenvolvimento do pensamento, porque esse aspecto requer descobertas de metodologias e procedimentos de pensar.

A mediação entre professor e aluno possibilita um meio de aprendizagem com

mediações cognitivas. O suporte teórico de partida é o princípio Vogotskiano de que a aprendizagem é uma articulação de processos externos e internos, visando a internalização de signos culturais pelo indivíduo, o que gera uma qualidade auto-reguladora às ações e ao comportamento dos indivíduos (Libâneo, 2004).

4.2 Metodologia Para Aprendizagem da Disciplina Estatística

Conforme Leontiev (1992), a atividade surge da necessidade que impulsiona motivo orientado para o objeto.

O ensino e a educação são vistos como formas sociais de organização do processo de apropriação pelo homem, das capacidades formado sócio-historicamente e objetivadas na cultura mental e espiritual. Mas para que isso aconteça, é necessário que o sujeito realize determinada atividade, dirigida à apropriação da cultura.

O aprender é um processo ativo, e resultados de várias interações do professor com o aluno, do aluno com os próprios colegas e estes com a própria comunidade. Entendemos que essas são variáveis que no ensino atual da disciplina Estatística deveria fazer parte do processo de aprendizagem, mas elas se transformam em mais um problema, visto que o professor não leva em consideração esta interação necessária, leva em conta praticamente os aspectos lógicos que envolvem a disciplina, esta é uma situação que deixa o aluno mais distante da aprendizagem e logicamente inibe o interesse pela disciplina, os aspectos cognitivos que devem ser inseridos no processo de aprendizagem, normalmente passam despercebidos, às vezes pela própria falta desse essencial conhecimento por parte do professor.

Conforme Davydov, é necessário uma estrutura da atividade do aprender in-

cluindo uma tarefa de aprendizagem, as ações de aprendizagem e ações de acompanhamento e avaliação, visando a compreensão do objeto de estudo em suas relações. O resultado disso é que os alunos aprendem como pensar teoricamente a respeito de um objeto de estudo e, com isso, formam um conceito teórico apropriado desse objeto para lidar praticamente com ele em situações concretas. Para aprendizagem na base do pensamento de Davydov esta é a idéia-mestra de Vigotsky, de que a aprendizagem e o ensino são formas universais de desenvolvimento mental.

O pensamento teórico se caracteriza como método da ascensão do abstrato para o concreto. Ancorado na idéia de que a essência do ensino está baseada na generalização teórica, e que a aprendizagem tem que ser significativa e transformada em instrumento cognitivo do aluno, então, entendemos que a metodologia a ser utilizada na aprendizagem da disciplina Estatística é bem mais abrangente do que a aplicação de técnicas e métodos de ensino, portanto, é necessário desenvolver no aluno o pensamento teórico.

O desenvolvimento do pensar, acreditamos ser o caminho para a essência da aprendizagem. Para a aprendizagem da Estatística que necessita de aspectos lógicos para seu entendimento, verifica-se que o pensamento teórico aliado a um projeto para desenvolver uma atividade inserida numa situação real, proporcionará ao aluno uma forma integrada de desenvolver os conteúdos da disciplina Estatística. Acreditamos, ainda, que este procedimento facilita a aprendizagem e conduz ao pensamento crítico e reflexivo sobre a ciência ensinada. Proporciona uma aprendizagem significativa e não apenas uma memorização do conteúdo.

O desenvolvimento do conteúdo da disciplina Estatística através de projeto, entendemos ser uma forma do aluno aprender a raciocinar estatisticamente através de aplicações em situações reais, além de ser um processo investigativo que leve o aluno

a se inserir não só a aprender a lógica do processo de aprendizagem dos conteúdos específicos de Estatística, mas o envolvimento destes aspectos todos, dentro de uma realidade definida pela tarefa que está se realizando.

Entendemos ser esta uma proposta ousada, porém possível de ser realizada. A grande dificuldade de desenvolver os conteúdos de Estatística se encontra não nos conteúdos, mas na forma de conduzir ou ministrá-los. Entendemos que sair de um enfoque clássico, que é a forma habitual de se transmitir os conteúdos da disciplina Estatística, pelo menos pela maioria dos professores desta área, é passar a trabalhar estes conteúdos num enfoque de educação estatística ou de Estatística em educação, ou seja, num enfoque segundo o pensamento de Davydov.

Entendemos que este é um longo e lento caminho a percorrer. Vários fatores agem diretamente sobre estes aspectos, de um lado o próprio professor que tem uma formação em que todos os conteúdos foram recebidos no enfoque tradicional ou clássico, então mudar esta postura não é uma tarefa a curto prazo. De outro lado, as próprias instituições de ensino com programas de pós-graduação que continuam envolvidas em programas com a Estatística pura, que é transmitida num enfoque clássico ou tradicional, sem se preocupar com a essência da aprendizagem que é o pensamento teórico e o envolvimento dos conteúdos em situações reais.

Hoje existem alguns estudiosos, que apontam um novo caminho para os rumos da Estatística. Eles propõem novas idéias e com preocupação no desenvolvimento teórico da linha de pensamento em que não é preciso só ensinar, a ênfase deve ser ancorada na aprendizagem, com uma abordagem voltada para o desenvolvimento dos conteúdos da disciplina Estatística, através de processos pedagógicos e metodológicos que venham contemplar o entendimento da Estatística com um pensamento teórico do pensar estatisticamente.

Este enfoque da nova tendência mundial no estudo da Estatística é o que na atualidade tem se denominado de estatística em educação. O ensino de Estatística aliado a um processo de investigação da própria estatística é uma tarefa que para ser realizada necessita de conhecimentos não só da Estatística, mas também de uma metodologia investigativa do conteúdo que se está ensinando.

4.3 A Didática e o Ensino de Estatística

Um dos objetivos principais da didática é relacionar o ensino e a aprendizagem. O envolvimento entre professor, aluno, conteúdo, objetivos e métodos de assimilação é um processo de transmissão de aquisição de conhecimento da disciplina Estatística.

O professor, que é o principal mediador desse processo de ensino, apresenta didática de aprendizagem que objetiva conseguir com que os alunos aprendam, por mais limitações que tenham, as quais não são poucas, quase todos têm em sua consciência a responsabilidade de desempenhar o seu papel dentro de sala de aula e junto a seus alunos, por mais tradicional que seja o seu método de trabalhar, mesmo aqueles que se contentam em reproduzir e transmitir o conteúdo da Estatística que está no livro didático, levando o aluno a processo de aprendizagem mais ligado à memorização, que ainda é uma metodologia utilizada com frequência.

Entendemos que para uma aprendizagem de qualidade o aluno deve ser orientado a se tornar cada vez mais independente, no sentido de desenvolver o seu próprio raciocínio e de relacionar os conteúdos da Estatística a outros conhecimentos dentro dela realidade do mundo em que vive.

Na perspectiva histórico-cultural, o objetivo do ensino é o desenvolvimento das capacidades mentais e da subjetividade dos alunos através da assimilação consci-

ente e ativa dos conteúdos. O professor, na sala de aula, utiliza-se dos conteúdos da matéria para ajudar os alunos a desenvolverem competências e habilidades de observar a realidade, perceber as propriedades e características do objeto de estudo, estabelecer relações entre um conhecimento e outro, adquirir métodos e raciocínio, capacidade de pensar por si próprio, fazer comparações entre falas e acontecimentos, formar conceitos para lidar com eles no dia-a-dia, de modo que sejam instrumentos mentais para aplicação em situações da vida. (Libâneo, 2001)

No pensamento de Davydov, para superar a pedagogia tradicional empirista, é necessário introduzir o pensamento teórico.

O trabalho do professor deverá ser dirigido para a prática e desenvolvimento dos modelos de ensino e estratégias sobre os conteúdos, devendo ter um sólido conhecimento teórico que ajude a desempenhar as capacidades reflexivas. O trabalho prático do professor deverá estar inserido num contexto político, na forma de organização da escola, na vida cotidiana, tudo isto são variáveis que fazem parte da aprendizagem e também influenciam nas práticas educativas abordadas pelo professor para a aprendizagem.

O espaço escolar propicia aos professores elementos de formação provenientes não só da coletividade existente na própria escola, mas de outros espaços de convívio social. Isso significa que o corpo docente de uma escola entra em interação com crenças, valores, conhecimentos, habilidades etc., que passam a fazer parte do conhecimento do coletivo a ser usado em novas ações. (Moura, apud Libâneo, 2003, p. 137). Entendemos que as técnicas e estratégias aplicadas no ensino são, em parte, em função do homem que está inserido dentro da comunidade.

A experiência do professor é um ingrediente essencial para o relacionamento de

situações reais e a aplicação dos conteúdos envolvendo a aprendizagem, este é um dos desafios a ser desenvolvido no ensino significativo da Estatística, para que os alunos criem e desenvolvam suas capacidades e suas habilidades, tendo como consequência seu desenvolvimento cognitivo.

As competências adquiridas ou internalizadas pelos alunos contribuem significativamente na solução dos problemas e desafios do dia-a-dia. Elas estão relacionadas com as formas de aprendizagem e a preparação do aluno para pensar.

O processo de ensino e aprendizagem teria, então, como referência o sujeito que aprende, seu modo de pensar, sua relação com o saber e como construir e reconstruir conceitos e valores, ou seja, a formação de sujeitos pensantes aplicando estratégias interdisciplinares de ensino para desenvolver competências de pensar e do pensar sobre o pensar. (Libâneo, 2001)

Entendemos que não só a disciplina Estatística que é nosso foco principal, mas no ensino de um modo geral, ou seja, em qualquer outra disciplina este deverá ser o caminho do professor, principalmente para aqueles que pretendem dar novos rumos à aprendizagem. Entendemos ser esta uma necessidade atual e sem outra alternativa, pelo menos para o momento. Os processos tradicionais que levam o aluno apenas à memorização deverão fazer parte de um passado, pois o professor é forçado devido a novas necessidades que o ensino exige, buscar forçosamente meios pedagógicos - didáticos a fim de melhorar a aprendizagem do aluno.

Para buscar novos caminhos no ensino de Estatística além de tudo que já foi mencionado, é preciso atitude e conhecimento por parte do professor no desenvolvimento de estratégias cognitivas, em que leve o aluno a pensar. Não é uma tarefa fácil, dentro do processo que vivemos, mas é uma tarefa possível, porque o aluno

pode ser intencionalmente ensinado a pensar no contexto em que vive, e que desenvolve suas atividades e a lidar com informações, fazendo conexões desses conteúdos e generalizações cognitivas no desenvolvimento de situações reais dentro de sua comunidade.

Todas essas alternativas para trilhar novos caminhos no ensino da Estatística levam o aluno a uma aprendizagem significativa e a uma formação cultural científica, dentro de um contexto sócio-cultural. Entendemos que este é o verdadeiro caminho para o ensino que proporcione aprendizagem. A ênfase na aquisição do conhecimento foi o objetivo principal neste texto.

Apêndice A

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos ao século XXI acompanhados do contínuo evoluir do pensamento humano, e, temos certeza de que no futuro novos conhecimentos virão se juntar, aos que já foram adquiridos, porque o saber não tem pátria nem fronteiras, o campo é vasto e com ilimitadas possibilidades.

Na trajetória do progresso dos últimos 450 anos, há uma gama de pensadores que contribuíram e contribuem, em particular no campo da educação, construindo alternativas e ampliando os conhecimentos para se comandar as mais distintas áreas da atividade humana.

Os processos probabilísticos tiveram sua origem nos jogos de azar, portanto, na ousadia do risco, por isso passamos a admirar o gênio de pensadores que ousaram desafiar a idéia do risco e outras já existentes na natureza, como decorrentes da ordem inacessível dos deuses, para lançar as bases do tratamento racional de fenômenos cuja complexidade desafia qualquer previsão determinística. O conhecimento da Estatística é interessante e necessária, não só como instrumental para auxiliar outras áreas do conhecimento, como para seu próprio existir.

Consideramos importante a abordagem feita à inferência Bayesiana que de uma forma diferente de pensar a Estatística mostra uma visão alternativa e muito coerente de se tratar dados em situações reais. Nossas perspectivas com este trabalho é que no ensino de estatística tanto no enfoque clássico quanto Bayesiano se proceda não só como transmissão de técnicas, mas á luz de um ensino que dê ênfase nos conteúdos dirigidos para a aprendizagem do pensar.

Proporcionar tanto professor quanto aluno uma reflexão e uma visão crítica dos conhecimentos dominantes para explicar a realidade em todas as dimensões individual e social. Entretanto sem este pensamento, talvez de nada adiantaria a criação de novas teorias e técnicas para responder à complexidade do mundo moderno.

Neste trabalho, propomos uma abordagem diferente sobre o ensino de Estatística, que normalmente é feita numa visão determinística do mundo em que o cerca, às vezes provocadas pela forma como adquiriu estes conhecimentos. Pensamos em novas perspectivas metodológica e didática que dêem ao ensino da estatística um comportamento que leve o aluno ao desenvolvimento do pensamento e a procedimentos que possibilitem a aprendizagem.

O estudo de caso sobre o ensino de Estatística no curso de Matemática da Universidade Católica de Goiás resgatou sua história, seu desenvolvimento, suas dificuldades e suas perspectivas no futuro. A análise dos conteúdos da disciplina estatística mostrou em suas alterações de programas como ela se comportava e a que propósito atingia dentro da comunidade onde ela estava inserida.

Os aportes teóricos ancorados no pensamento de Davydov nos proporcionaram uma visão parcial de suas expectativas, rumo a um ensino que leve tanto o professor quanto o aluno ao desenvolvimento cognitivo, a busca contínua de um processo de

ensino que incorpore novas investigações no modo didático de aprender e ensinar. A forma de Davydov pensar o ensino, nos proporciona uma luz no processo do ensino de Estatística, pelo modo como ele conduz operações matemáticas elementares na aprendizagem.

Referências Bibliográficas

- [1] AMSTERDAMSKI, S. "Previsão e probabilidade" in enciclopédia elimandi, v. 33 - explicação, Lisboa: Imprensa Nacional, 1996.
- [2] ANDERSON, C. W; Loynes The teaching of practical statistics. *Copyrith, John Wiley & Sons Ltda, 1987.*
- [3] ASIMOV, I. Gênios da humanidade. v. 1, 1964.
- [4] BEKMAN, O. R.; Neto, C. O. L. P. Análise Estatística da Decisão. São Paulo. Ed. Edgard. Blucher, 1980.
- [5] BERNSTEIN, Peter L. *Desafio aos Deuses: A Fascinante História do Risco.* São Paulo: Campus, 1997.
- [6] BESSON, J. L. A ilusão das estatísticas. São Paulo: Ed. UNESP, 1995.
- [7] BOUDOT, M. Logique inductive et probabilité. *Librairie Armand Colin. Paris, 1972.*
- [8] BOYER, C. B. História da matemática. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 1974.
- [9] BOYER, Carl B. História da matemática, 1974.
- [10] BRANDÃO, Carlos Rodrigues. O que é Educação. Ed. Brasiliense, 1995.

- [11] CARVALHO, Pedro Egydio e Leser, Walter Pereira. Metodologia estatística. São Paulo: 1977.
- [12] COLLETE, J. P. História de las Matemáticas. 1985.
- [13] CONGDON, Peter, Bayesian Statical Modelling. Queen Mary, University of London. John Wiley & Sons, Ltda, 2000.
- C
- [14] ordani, L. K. O Ensino de estatística na Universidade e a Controvérsia sobre os fundamentos da inferência. Tese de (Doutorado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2001.
- [15] DROESBEKE, J. J. et Tassi, P. Histoire de la Statistique. Presses Universitaires de France. Paris, 1997.
- [16] DAVYDOV, V. V. ; RADZIKHOVSKLL, L.A. VIGOTSKY. Theory and the Activity Oriented Approach in Psychology. In: WERTSCH, James (ORG.), Culture, Communication and Cognition Perspectives. New York: Cambridge University Press, 1988.
- [17] EVES, Howard. Introdução à história da matemática. Universidade de Campinas. São Paulo: 1997.
- [18] GELMAN Colin, J. B; Stern, H. S; and Rubin, D. B. Bayesian Analysis. Chapman & hall. London, 1995.
- [19] GILL, Jeff. Bayesian Methods, Chaman & Hall/ CRC.
- [20] GOLDIM, José Roberto.
- [21] HELLER, R. Como tomar decisões. São Paulo: Publifolha, 1999.

- [22] JAMES, E. *Lightner-mathematics. Teacher*, nov. 1991. Tradução de Antonio G. Patrocínio, agosto 1996. Um resumo da história da probabilidade estatística.
- [23] LEITE, José Galvão. Introdução à "inrerência Bayesiana". In: *II Jornada de estatística de Maringá (MINI CURSO)*, 1999.
- [24] LIBÂNEO, José Carlos. A Aprendizagem Escolar e a Formação de Professores na Perspectiva da Psicologia Histórico-Vultural e da Teoria da Atividade, *Artigo publicado em educar em revista m (FE da UFPR)*, Curitiba: Editora UFPR, Curitiba, n. 24, p. 113-147, dez. 2004.
- [25] LIBÂNEO, José Carlos. *Pedagogia e Pedagogos para Quê. São Paulo: Cortez, 2002.*
- [26] LIBÂNEO, José Carlos. Questões de Metodologia do Ensino Superior - A Teoria Histórico - Cultural da Atividade de Aprendizagem. In: *Palestra Realizada na Universidade Católica de Goiás, agosto 2003.*
- [27] LIBÂNEO, José Carlos. In: *A Didática e a Aprendizagem do Pensar e do Aprender: A teoria Histórico - Cultural da Atividade e a Contribuição de Vasili Davydov Tradução 2004.*
- [28] LINDLEI, D. V. *Introdution to Probality and Statistics: Fron a Bayesiana viewpoint. Cambridge University press. Cambridge, 2000.*
- [29] LOPES, E. C. O. *A Estatística e sua História: Uma Contribuição Para o Ensino de Estatística Aplicada à Educação. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1998.*

- [30] MURANACA, Maria Aparecida Segatto. Contribuições à História do Pedagogo no Brasil. *Tese de Mestrado Apresentada na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1985.*
- [31] RIVADULLA, Andrés Rodriguez. Probabilidad e inferencia científica. *Anthropos. Barcelona, 1991.*
- [32] RODNEY, C. B. Ensino - aprendizagem com modelagem matemática. *São Paulo: Ed. Contexto, 2002.*
- [33] RODRIGUES, Milton da Silva. A Formação do Estatístico, *In: RBE-IBGE, Vol 7, no.26, abril-julho, 1946.*
- [34] RODRIGUES, Milton da Silva. Alguns Conceitos Básicos de estatística *In: Conferência Realizada no Curso de Informação de 1938, IBGE, Rio de Janeiro, 1939.*
- [35] RODRIGUES, Milton da Silva Breve Notícias Sobre o Ensino de Estatística no Brasil, *In: RBE-IBGE, nos. 30-31, abril-setembro, 1947.*
- [36] SACRISTÁN, J. Gimeno. O Currículo Uma Reflexão Sobre a Prática, 1998. *ArtMED, Porto Alegre, 1998.*
- [37] SACRISTÁN, J. Gimeno. Compreender e Transformar O Ensino, 1998.
- [38] STEVENSON, William J. Estatística Aplicada à Administração. *Ed. Harbra, 1986.*
- [39] VEIRA, Sonia. Estatística Experimental. 2. ed. *São Paulo: Atlas, 1999.*
- [40] VEIRA, Sonia. Estatística para a qualidade. *São Paulo: Campus, 1999.*

- [41] *VIGOTSKY, L. S.* Aprendizagem e Desenvolvimento Intelectual na Idade Escolar, *In: VIGOTSKY, LURIA, LEONTIEV, Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem. São Paulo: Icone Ed, 1988.*