

O ENSINO DA ESTATÍSTICA NO CURSO DE ENGENHARIA

Amilton Braio Ara – amilton.ara@maua.br

Escola de Engenharia Mauá, Departamento Fundamental

Praça Mauá, 1

09580-900 – São Caetano do Sul – S.P.

Resumo. *Temos verificado que com a prática em geral adotada para o ensino da Estatística nos cursos de engenharia, onde se desenvolve a fundamentação teórica de um determinado método estatístico e em seguida se apresentam as suas aplicações, não se tem conseguido despertar a motivação desejada dos alunos, mesmo quando essas aplicações são voltadas para as diversas áreas da engenharia.*

Imaginamos que essa dificuldade se deva ao fato de que, em geral, se privilegia o aspecto matemático, ao invés de se considerar a Estatística como um instrumento de análise de dados imprescindível ao aluno no exercício de sua futura atividade profissional, o qual deverá adquirir competência e habilidade para projetar e conduzir experimentos e interpretar os seus resultados.

Os recentes avanços no estudo da natureza dos processos cognitivos, onde a inteligência é vista como um espectro de múltiplas competências, e a nova concepção do conhecimento, através da imagem alegórica de uma rede de significados, nos fez modificar as nossas ações docentes, para torná-las mais coerentes com a nova realidade profissional, onde o conhecimento tornou-se o principal fator de produção.

A partir dessa perspectiva, estamos introduzindo uma nova prática docente no ensino da Estatística no curso de engenharia, baseada na experimentação em áreas de interesse dos alunos, com a utilização do computador, a qual julgamos mais adequada a essa nova concepção do conhecimento e dos processos de aprendizagem do que a prática anteriormente adotada.

Palavras-chave: Ensino da Estatística, Probabilidade, Conhecimento, Processos Cognitivos.

1. INTRODUÇÃO

Em nossa prática docente de vários anos em cursos introdutórios de Estatística para alunos de cursos de graduação em engenharia temos verificado que com a organização das atividades didáticas através da prática onde se desenvolve a fundamentação teórica de um determinado método estatístico, as vezes com ênfase maior nos seus aspectos matemáticos, para em seguida se apresentar as suas aplicações, não se tem conseguido despertar a motivação desejada dos alunos, mesmo quando essas aplicações são voltadas para as diversas áreas da engenharia. Tentando superar essa dificuldade estamos aplicando, a partir desse ano letivo, no curso de Estatística ministrado para os alunos do curso de graduação em engenharia da Escola de Engenharia Mauá, uma nova prática docente, privilegiando a análise de dados experimentais com o auxílio do computador utilizando o programa

minitab, através de exercícios práticos e da análise de resultados de experimentos nas áreas de interesse dos alunos.

Pretendemos nesse artigo analisar a concepção de Estatística onde, em geral, não se atribui a importância devida ao caráter intrinsecamente aleatório dos fenômenos estudados, sendo que, muitas vezes e por mais contraditório que possa parecer, o próprio conhecimento estatístico, assim como as demais disciplinas, é apresentado nos cursos de engenharia, como se fosse uma ciência determinística, com exagerada ênfase em seu aspecto matemático, em detrimento do estudo empírico dos fenômenos. Para, em seguida, apresentar uma nova concepção da Estatística, como a ciência mais adequada para a compreensão dos fenômenos observados no mundo físico, o qual é essencialmente aleatório, onde os fenômenos estão correlacionados e interagem entre si e cujas leis seguem uma regularidade estatística. Finalmente, verificaremos como essa nova concepção da Estatística nos conduz a uma nova prática docente. A partir do estudo da natureza dos processos cognitivos e da nova concepção do conhecimento, através da imagem alegórica de uma rede de significados ligados por feixes de relações em permanente estado de atualização, pretendemos mostrar que o ensino da Estatística, no curso de engenharia, baseado na experimentação em áreas de interesse dos alunos, com a utilização do computador é mais adequado a essa nova concepção de Estatística e dos processos de aprendizagem do que a prática, em geral adotada, baseada no aspecto matemático.

2. A INCERTEZA E O CONCEITO DE PROBABILIDADE

Na ciência e nos procedimentos de nosso cotidiano a incerteza está constantemente presente e os acontecimentos são contingentes, forçando-nos, a todo momento, a tomar decisões a partir de juízos perante a incerteza. Prova disso, encontramos em expressões da linguagem popular, tais como: “muito provável”, “quase certo”, “improvável”, entre outras do mesmo tipo. Esses julgamentos sobre a probabilidade de ocorrência de determinado resultado somente são possíveis, com base em nosso conhecimento sobre o conjunto de proposições que o tornam, ou não, evidente.

O mundo é probabilístico. Vivemos rodeados por fenômenos aleatórios de diversos tipos, fenômenos físicos, econômicos e sociais, tais como: temperaturas mínimas e máximas diárias, quantidade de chuva nos meses de verão, índices de poluição do ar, alturas de marés, produção anual de cereais, vendas mensais de automóveis, gastos familiares, índices de inflação, valor anual do PIB, pesquisas de opinião pública sobre os mais diversos assuntos, número de desempregados, oferta de moradias, oferta de vagas na rede oficial de ensino fundamental, número de nascimentos e de mortes, e uma infinidade de fenômenos não determinísticos, além de que, a nossa própria condição humana encontra-se envolta na incerteza quanto ao futuro, seja com relação ao nosso tempo de vida, à nossa vida após a morte, à possibilidade de ocorrência de acidentes, assaltos e outros imprevistos.

No entanto, o aleatório, a inconstância, os jogos de azar nunca foram familiares à filosofia e à ciência, desde Aristóteles na Grécia, por mais de dois milênios, prevaleceu a idéia de que a ciência se baseava sobre causas, não sobre o acaso. Apenas em meados do século XVII, com o do estudo dos jogos de azar por Blaise Pascal e Pierre Fermat foram lançadas as raízes da teoria matemática da probabilidade, a qual foi em seguida estendida à análise de dados e à inferência indutiva e então aplicada às mais variadas áreas do conhecimento, tais como a sociologia, física, biologia, psicologia, agronomia, medicina,

pesquisas de opinião pública, e a todos as situações em que se desejava inferir conclusões sobre dados numéricos.

Do ponto de vista filosófico, o conceito de probabilidade tem grande importância por desempenhar uma função indispensável nos julgamentos práticos de nossa vida cotidiana e nos procedimentos seguidos pela ciência natural. Da verificação de que o mundo físico pode seguir outra geometria distinta da Euclidiana, e não se conseguindo inferir um conhecimento infalível da natureza, ficou claro que o nosso conhecimento da mesma só pode ser obtido em termos probabilísticos.

Faremos, então, algumas reflexões sobre o conceito de probabilidade, pretendendo ressaltar a importância do estudo da teoria das Probabilidades e da Estatística, a qual é a ferramenta apropriada para a descrição, interpretação, e análise dos fenômenos aleatórios. Certamente um aluno que esteja familiarizado com esses assuntos conseguirá uma maior compreensão da realidade e dos resultados obtidos através da experimentação, a partir do estudo de sua componente aleatória. Imaginamos que essa familiaridade com o conceito de fenômenos aleatórios, poderá ser obtida com o estudo da teoria da amostragem e da teoria da decisão, facilitando a construção dos significados dos conceitos envolvidos no ensino da Estatística, através de pequenos projetos, a serem desenvolvidos com o auxílio do computador, envolvendo assuntos de interesse dos alunos.

Assim como na mecânica, quando dizemos que um carro está em movimento ou em repouso, sem especificar o referencial, fica implícito que estamos considerando tal estado de movimento em relação à Terra. Da mesma forma falamos da probabilidade de uma proposição, sem especificar com referência a que evidência é provável. No entanto, podemos falar da probabilidade de uma proposição apenas como uma expressão abreviada de sua probabilidade com relação à totalidade de nosso conhecimento sobre o conjunto das proposições que nos permitiram considerá-la provável.

Estamos habituados a raciocinar com situações em que, quando as premissas são verdadeiras e nosso raciocínio é válido, podemos afirmar categoricamente nossas conclusões. Isto é, o silogismo nos fornece uma classe de conclusões, as quais são totalmente verdadeiras, desde que as respectivas premissas também o sejam.

Uma inferência probabilística, por outro lado, pertence a uma classe de conclusões as quais apenas uma parte é verdadeira. Assim, por exemplo, se em um lote de certo tipo de peça nenhuma é defeituosa, pode-se concluir que isso é verdadeiro para todas as peças do lote. Por outro lado, se apenas 90% das peças do lote não são defeituosas, então pode-se afirmar apenas que há uma probabilidade de 0,9 de que uma peça aleatoriamente selecionada do lote não seja defeituosa. Isto é, apenas nove décimos das conclusões são verdadeiras.

Então verificamos que não há uma inferência necessária entre uma premissa que se refira à distribuição de uma classe e uma conclusão relativa a um único elemento da classe. A única coisa que se pode afirmar nesse caso é a frequência relativa do número de vezes que são verdadeiras tais conclusões, quando são verdadeiras as premissas.

A reflexão no campo da probabilidade implica uma grande dose de confiança sobre as condições a priori, isto é, sobre considerações que não se baseiam na observação dos fenômenos aos quais se aplicam. Assim por exemplo, a certeza com que as pessoas afirmam que, no lançamento de uma moeda, a probabilidade de que saia cara é de 50%, em geral, não se deve a cálculos precisos de frequências relativas baseadas em de experiências anteriores, mas sim a inexistência de alguma evidência que permita se concluir de modo diferente.

As proposições desta classe nos são sugeridas pelos princípios gerais de simetria e simplicidade inicial e se justificam logicamente pelo fato de que nos permite organizar os fenômenos, dentro de seu campo, em uma ordem ou sistema coerente. Isso ocorre por exemplo quando estatísticos supõem para aqueles acontecimentos cujas causas desconhecem, não apenas que sejam igualmente prováveis mas também que sejam independentes entre si. Então a suposição da igualdade das probabilidades é uma previsão sobre o desenrolar dos acontecimentos materiais, supondo que eles ocorram com a mesma frequência relativa. Tal previsão pode basear-se na evidência da experiência anterior ou simplesmente por se optar pela hipótese mais simples. Na construção da ciência natural necessita-se de hipóteses sobre a natureza que vão além da experiência anterior. As hipóteses a priori que não podem ser refutadas pela experimentação finita são indispensáveis para a determinação das probabilidades.

A mesma ênfase que se deu à relatividade do movimento, deve ser dada com relação à relatividade da probabilidade, nenhum acontecimento é por si mesmo provável. A probabilidade não pertence ao próprio acontecimento, mas sim ao acontecimento enquanto representante de uma classe de sucessos, da qual faz parte e guarda certa relação de frequência relativa com respeito a outra classe. Não tem sentido se falar da probabilidade de um acontecimento isoladamente. Quando dizemos que no lançamento de um dado a probabilidade de que não saia determinado número é de $5/6$ essa relação não se refere a esse acontecimento isoladamente, mas sim à frequência relativa com que ocorre esse resultado com relação ao conjunto dos resultados possíveis.

Deve-se notar que, a probabilidade não é um conceito puramente matemático. Para se determinar a probabilidade não devemos nos basear apenas em possibilidades abstratas, como a de que os resultados sejam igualmente prováveis, sem que se possa verificar se essas suposições são confirmadas, por exemplo através das frequências relativas dos diversos resultados possíveis. Portanto, para que o cálculo das probabilidades tenha sentido, devem estar explícitos quais os acontecimentos que se supõe igualmente prováveis. Assim, por exemplo, para responder à questão: Qual a probabilidade de que em dois lançamentos de um dado saia uma vez um determinado número?. Não basta saber que são seis possibilidades para cada lançamento, a menos que se suponha os resultados igualmente prováveis. Então se os dados são objetos físicos e os lançamentos são acontecimentos físicos, qualquer previsão com relação a eles deve supor um conhecimento físico como a frequência com que esse número sai em uma série indefinidamente grande de lançamentos, acima das considerações puramente matemáticas.

Na realidade, toda ciência teórica se desenvolve a partir de leis, como a lei da queda de corpos no vácuo ou as leis da termodinâmica, as quais descrevem o que pode ocorrer em um universo possível, ainda que não seja realizável na Terra. Essas leis servem como princípios, de acordo com os quais é possível julgar as coisas reais segundo se encontram em maior ou menor conformidade com eles.

No entanto, sabemos que mesmo conseguido-se as condições ideais nas quais um fenômeno se comporta de modo determinístico, podendo portanto ser explicado através de um modelo matemático não probabilístico, a sua observação nos fornece dados experimentais, os quais são obtidos através de instrumentos de medida e estão sujeitos a erros experimentais que apresentam flutuações estatísticas.

Se a probabilidade é uma característica do mundo em que vivemos, isto significa que no mundo há um elemento de contingência que é radicalmente indeterminado e não de um determinismo absoluto como tem sido considerado pela ciência física.

Por outro lado, embora o conhecimento estatístico seja essencial para a compreensão dos fenômenos observados no mundo físico que é essencialmente aleatório, o conceito de aleatório, não é familiar aos nossos alunos de engenharia. Isso se deve ao fato de que em toda a sua formação anterior, nas várias disciplinas, em geral os fenômenos estudados foram apresentados como determinísticos, evitando-se a interpretação de toda componente de variação aleatória.

3. AS CONCEPÇÕES DE CONHECIMENTO E DE INTELIGÊNCIA

Assim como a concepção determinística do mundo deu lugar à concepção de um mundo aleatório, também no campo do conhecimento a concepção cartesiana, a qual utiliza a imagem de uma cadeia linear para a construção do conhecimento e dos processos cognitivos, está sendo alterada para a de uma rede de significados mutuamente correlacionados.

Na concepção cartesiana do conhecimento, se o objeto de estudo for complexo deve-se decompô-lo em partes mais simples até que se possa ter idéias claras e distintas de cada uma delas, para que depois o objeto seja reconstituído através do encadeamento lógico, do simples para o complexo, obedecendo-se uma seqüência linear rígida.

O surgimento das novas tecnologias computacionais com a criação das redes de informação (Internet), e os avanços alcançados pelas ciências cognitivas suscitou uma nova imagem do conhecimento como uma rede de significados que constituem os seus nós e que estão ligados entre si por feixes de relações, as quais se entrelaçam como em uma teia e estão em permanente estado de atualização, incorporando novas relações, eliminando outras que se tornam menos importantes e alterando os significados. Na metáfora da rede, como uma teia de significados, conhecer é conhecer o significado, nas suas múltiplas relações com outros significados.

Ressaltemos que tal rede não possui um único centro, e, na sala de aula, cada aluno entra na rede a partir de seu centro de interesse. Como tal rede caracteriza-se pela não-linearidade temos necessidade de um mapa que nos permita percorrê-la “navegar na rede”. A escola deve, então, se organizar em função dos centros de interesse dos alunos, de seus projetos, cabendo ao Professor elaborar um mapa, em escala adequada para que seja útil ao projeto do aluno, considerando-se na prática docente a natureza dos processos cognitivos, onde o conhecimento é algo que se constrói e se constrói a partir das ações e interação com o meio.

Da mesma forma, a recente concepção da inteligência, com a noção de inteligência múltipla, desenvolvida por Gardner (1993) considera um espectro de múltiplas competências, incluindo além das dimensões linguística e lógico-matemática, também a musical, a corporal-cinestésica, a espacial, a intrapessoal, a interpessoal onde a inteligência não é considerada como uma única grandeza a ser medida, mas sim, no seu aspecto múltiplo, como um espectro de competências. Então nos é permitido imaginar, para orientação de nossas ações docentes, que assim como o mundo é essencialmente aleatório, onde os fenômenos estão relacionados e interagem mutuamente e que as suas leis seguem uma regularidade estatística, estabelecendo como se distribuem os conjuntos de partículas em vez de estabelecer como se comporta cada partícula, a inteligência e os processos cognitivos também podem ser entendidos apenas de acordo com essa mesma regularidade estatística.

4. O ENSINO DA ESTATÍSTICA

Verificamos que, em geral, no ensino da Estatística se enfatiza o aspecto matemático dos métodos de análise de dados, em detrimento do estudo empírico dos fenômenos, fazendo com que, por mais contraditório que esse procedimento possa parecer, o próprio conhecimento estatístico seja apresentado, como as demais disciplinas, priorizando-se o seu aspecto determinístico.

Sabemos que nossas ações docentes são ditadas por nossas concepções do conhecimento, mesmo que essa influência não se apresente muitas vezes de forma explícita. E a concepção do conhecimento ainda predominante é a cartesiana, a qual utiliza a imagem de uma cadeia para a construção do conhecimento.

Com base nessa concepção do conhecimento, na prática docente em sala de aula, em geral, se parte da teoria, dos casos mais simples para os mais abstratos, com os assuntos tratados separadamente, em uma idealização da realidade, para em seguida compor-se esses conhecimentos na aplicação à solução de problemas, também partindo-se dos mais simples até se alcançar os mais complexos que estão mais próximos dos encontrados na realidade. Embora, em geral, se reconheça a conveniência de se partir do concreto para o abstrato, essa prática pedagógica em que se parte da teoria para os exercícios caminha no sentido contrário, isto é, parte do abstrato para o concreto.

A inteligência esteve durante muito tempo associada à capacidade de receber informações, interpretá-las e produzir respostas eficazes, ou ainda, à capacidade de relacionar um conjunto de conhecimentos com as metas a serem alcançadas para a resolução de problemas. Tais níveis de inteligência estão hoje associados aos computadores e às “máquinas inteligentes” em geral, sendo conhecidos como “inteligência artificial”. A inteligência, em sentido humano, por sua vez, é associada à capacidade de criar, de inventar possibilidades, enfim, à capacidade de ter projetos. O importante são as pessoas, com os seus projetos, e o valor do conhecimento deve estar na possibilidade de realização dos projetos. A importância da valorização dos projetos nas atividades escolares foi bem destacada por Machado (1997), nas suas palavras:

“A transferência para o universo educacional de preocupações como as que estão presentes nos programas de qualidade no mundo do trabalho pode servir de base, pois, para aumentar a importância da idéia de projeto nas atividades de ensino, em seus diversos níveis. Tal fato deve contribuir para dar destaque, na realização das atividades didáticas, à fixação prévia de metas do que se projeta, à participação e à cooperação de todos na tarefa de persegui-las, à valorização do trabalho em grupo e, sobretudo, à re-instalação do hábito, tantas vezes esquecido, de avaliar o desempenho em função das metas do projeto que se realiza”.

Na escola a idéia de projeto, em geral associada à realização de pesquisas, deve, portanto, ser estendida às demais atividades didáticas, as quais devem ser organizadas sob a forma de projetos pedagógicos que propiciem o desenvolvimento dos projetos dos alunos, dando maior significado aos conteúdos disciplinares.

5. CONCLUSÕES

Podemos, portanto, concluir que a prática docente mais adequada para o ensino da Estatística, que seja tributária dessa concepção do conhecimento como rede, é aquela em que se parte das aplicações nas áreas de interesse dos alunos, através de uma análise

exploratória dos dados experimentais, com o auxílio do computador, para que a partir dessa análise de uma situação concreta se possa desenvolver as abstrações através dos modelos matemáticos correspondentes e dos métodos estatísticos apropriados para a análise e interpretação estatística dos dados.

Acreditamos que tal prática docente facilitará ao aluno a construção dos significados e o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para projetar e conduzir experimentos e interpretar os seus resultados, despertando, conseqüentemente, uma maior motivação dos alunos para o estudo dos fenômenos aleatórios, com a conseqüente melhoria no aproveitamento e a diminuição do número de reprovações.

Acreditamos, ainda, que a nova prática de ensino proposta, onde se parte da aplicações nas áreas de interesse dos alunos, seja mais adequada a essa nova concepção do conhecimento do que a prática em geral adotada, em que o Professor se torna um simples transmissor de informações, numa seqüência linear pré-definida e a ser rigidamente desenvolvida.

Assim como se chega ao conhecimento da natureza de forma empírica, o ensino da Estatística também deve ser baseado na experimentação e o fato de se partir das aplicações em áreas de interesse dos alunos, com a utilização de um aplicativo estatístico em micro-computador, deverá propiciar uma maior oportunidade para o entendimento dos fenômenos aleatórios e o desenvolvimento de habilidades na aplicação das técnicas estatísticas na interpretação e resolução de problemas envolvendo dados experimentais.

REFERÊNCIAS

- Gardner, Howard. Multiple intelligences. New York: BasicBooks, 1993.
Machado, Nilson José. Cidadania e Educação. São Paulo, Escrituras Editora.,1997.