

O senso comum da Estatística

Amilton Braio Ara

1 Introdução

O entendimento dos fenômenos aleatórios, ou estocásticos, associados à idéia do acaso, exige um raciocínio diferente dos fenômenos determinísticos em que se utiliza o raciocínio dedutivo, lógico matemático, baseado em relações causais. Os fenômenos aleatórios, que envolvem o acaso, e onde a incerteza está presente só podem ser explicados pela teoria da probabilidade que nos fornece uma quantificação dessa incerteza e a maneira de pensar necessária ao entendimento e à descrição desses fenômenos.

A teoria da probabilidade, na qual se baseiam as técnicas de inferência estatística, é um importante ramo da Matemática que surgiu no século XVII, na França, com os estudos dos jogos de azar feito por dois grandes matemáticos, Blaise Pascal e Pierre Fermat (1654) e desenvolveu-se ao longo dos séculos seguintes tornando-se então a linguagem adequada para descrever precisamente situações do mundo real onde a incerteza esteja presente e uma ferramenta fundamental ao estudo da Estatística.

As técnicas da Estatística Descritiva, de coletar e de organizar dados, por sua vez, são utilizadas desde a época dos romanos, quando o Estado já realizava censos sobre a população, com finalidades fiscais e militares. A própria expressão Estatística tem sua origem na palavra latina "status", que significa Estado e foi originalmente utilizada para designar conjuntos de dados sobre um país, tais como: o número de habitantes, o número de empregados, a produção agrícola ou industrial, o volume de comércio e outras informações de interesse.

No entanto, a teoria estatística que tem como objetivo o desenvolvimento de métodos de decisão em situações de incerteza, a partir da análise de dados provenientes da realização de experimentos ou de processos aleatórios, é relativamente recente, foi apenas a partir de 1920 com Ronald A. Fisher (1890-1962) que se desenvolveu a inferência

estatística. A partir de então a inferência estatística, inicialmente utilizada no estudo de experimentos agrícolas, passou a ser aplicada às mais variadas áreas do conhecimento, nas ciências naturais, nos fenômenos econômicos, e sociais, e em experimentos de engenharia, medicina, psicologia, meteorologia, pedagogia, assim como em todas as áreas do conhecimento onde se coleta e analisa dados.

A importância da Probabilidade e Estatística não se deve apenas às suas inúmeras aplicações, mas também à sua necessidade para a compreensão dos fenômenos aleatórios observados em nosso cotidiano e para a tomada de decisão perante as situações de incerteza com que nos deparamos freqüentemente e ainda por sua relação com as idéias de liberdade e determinismo.

Acreditamos, portanto, na importância de se iniciar o ensino dos conceitos probabilísticos e da análise estatística desde o ensino fundamental, pois, embora o mundo tenha muito de aleatório e pouco de determinístico, no ensino, nos currículos escolares, a Probabilidade e a Estatística ocupam um lugar muito discreto nos cursos superiores e praticamente inexistem no ensino fundamental e médio, apesar de estar previsto o seu ensino nos parâmetros curriculares nacionais para o terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental.

2 A probabilidade e o mundo real

Verificamos que quando penetramos no âmago da matéria, nas partículas subatômicas, a incerteza desempenha um papel essencial não se podendo determinar exatamente e ao mesmo tempo a posição e a velocidade das partículas. Essa indeterminação, no entanto, certamente não indica uma ausência de leis, mostra apenas que as leis são de outro tipo, de natureza probabilística. Verificamos, dessa forma, que a Probabilidade e a Estatística desempenham um papel importante no entendimento da natureza, devendo-se, portanto, dedicar uma maior atenção ao ensino do conhecimento estocástico em nossas escolas, para que o mesmo faça parte da formação de nossos jovens.

A aleatoriedade está presente não apenas na mecânica estatística e na mecânica quântica, mas se manifesta também em muitos fenômenos naturais, assim como em diversas situações com que nos deparamos em nossas vidas.

O Mundo é probabilístico. Vivemos rodeados por fenômenos aleatórios de diversos tipos, como por exemplo: Fenômenos físicos: temperaturas mínimas e máximas diárias, quantidade de chuva anual, alturas das marés oceânicas, ocorrência de fenômenos naturais tais como terremotos ou furacões; fenômenos biológicos: características hereditárias, como sexo, cor dos olhos, altura, características intelectuais e emocionais; fenômenos econômicos: produções de produtos agrícolas, produções de produtos industriais, comportamentos de mercados, evolução de estoques, índices de preços, índices de inflação; fenômenos sociais: evolução da população, índices de mortalidade, índices de desemprego, índices de analfabetismo, assim como resultados de pesquisas de opinião pública sobre os mais diversos assuntos. Deparamo-nos, então, em nosso cotidiano com 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 possibilidade de ocorrência de doenças, acidentes, assaltos e outros

imprevistos. Devemos, portanto, fornecer aos alunos desde o início do processo de escolarização uma formação estatística necessária ao entendimento da realidade que os cerca e que lhes possibilite, no futuro, o exercício consciente da cidadania.

No entanto, 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, uma argumentação válida 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 que, referindo-se a um conjunto de realizações, pode para um caso particular ser falsa, mesmo que as premissas sejam verdadeiras. Algumas vezes, não podemos decidir com certeza, nesses casos dizemos que a decisão é tomada sob a condição de incerteza. Em uma escolha sob a condição de incerteza não sabemos qual resultado ocorrerá, sabemos apenas quais resultados poderão ocorrer. Suponhamos, no entanto, que possamos avaliar quão provável é cada um dos resultados possíveis. Nesse caso estamos diante de um problema de escolha sob risco, para o qual existe uma lógica especial desenvolvida pela teoria da probabilidade.

Assim, por exemplo, se em um lote da produção de certo tipo de peça não existir nenhuma peça defeituosa, selecionando-se uma peça ao acaso do lote pode-se afirmar com absoluta certeza que ela será boa. No entanto, se apenas 90% das peças do lote não são defeituosas, então, selecionando-se uma peça ao acaso do lote ela tanto poderá ser boa quanto defeituosa. Sabemos apenas que é mais provável que a peça selecionada seja boa, isto é, pode-se afirmar apenas que existe uma probabilidade igual a 0,9 de que ela seja boa. Verificamos, então, 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.

Michael Polany em seu livro "Personal Knowledge" nos apresenta outro exemplo do significado de uma afirmação probabilística, a partir do modelo de um átomo de hidrogênio apresentado pela física quântica. O modelo nos fornece, para cada um dos infinitos pontos do espaço, um número $f(r)$ que é uma função da distância r do elétron ao núcleo. Este número indica a probabilidade de se encontrar um elétron de um átomo de hidrogênio em um ponto particular ou em qualquer outro ponto que esteja à mesma distância r do núcleo. Essa afirmação não pode ser contradita por qualquer evento que se possa conceber, pelo simples fato de que admite que o elétron possa ser encontrado, ou não, em um determinado lugar em certo instante.

Polany comenta:

"Embora afirmações desse tipo sejam ambíguas, considerando que existe um significado em atribuir um valor numérico à probabilidade de encontrarmos um elétron em uma dada posição em determinado instante, tal indicação nos fornece uma restrição a essa ambigüidade e uma orientação para a nossa participação pessoal no evento ao qual se refere a afirmação probabilística. Se nós afrouxarmos nosso determinismo objetivo e nos voltarmos para o senso comum, verificamos que fazemos estimativas de eventos regidos pela lei do acaso. Quando fazemos estimativas sobre a ocorrência de tais eventos, e se sua probabilidade é expressa numericamente, esse número nos orienta e expressa completamente a nossa avaliação".

3 A Estatística e a realidade

O objetivo da inferência estatística é a obtenção de informações sobre a população de interesse, por meio de resultados obtidos na observação de amostras extraídas dessa população. Assim por exemplo, nas ciências em geral e na Engenharia em particular são utilizadas as técnicas estatísticas para planejar e realizar experimentos e para analisar os resultados obtidos, tirar conclusões e tomar decisões sobre novos produtos e processos. No processo de indução da inferência estatística é feita uma extensão do particular (amostra) para o geral (população). Devido às variações amostrais tais extensões não podem ser feitas com absoluta certeza, mas apenas sob a condição de incerteza, a qual é medida em termos de probabilidade.

As estatísticas são variáveis aleatórias definidas como funções dos valores das amostras. Dessa forma, a Estatística sendo um conjunto de técnicas matemáticas de tratamento de dados numéricos resultantes da observação da realidade, está sujeita a uma série de imprecisões, devidas a vários fatores, tais como:

a) Procedimento amostral adotado: a falta de representatividade das amostras, decorrentes de amostras viciadas ou muito pequenas, podem conduzir a resultados falsos. Como a inferência estatística tem como objetivo tirar conclusões sobre a população a partir dos resultados observados nas amostras da população, o processo de amostragem utilizado, para desempenha papel fundamental, para que se obtenha amostras representativas da população e a validade das conclusões obtidas sobre essa população.

Mesmo que as amostras sejam representativas, a dificuldade da elaboração de questionários objetivos e claros e muitas vezes a imprecisão das respostas, podem conduzir a informações incorretas.

Muitas vezes consideram-se às estatísticas como se fossem exatas, encarando-as como uma fotografia da realidade, quando ao invés disso são muito mais o resultado de uma observação, de uma modelagem da realidade, e, portanto, não se pode entendê-las sem se estudar o processo de observação estatística.

Esse fato foi ressaltado por Besson (1995):

“Toda observação estatística é afetada por um certo grau de inexatidão, cuja estimativa é incerta. Erros de observação e de amostragem se combinam, então, para impedir que as cifras sejam algo diferente de aproximações. Sem serem falsas, elas não podem atingir a exatidão. Se as estatísticas fossem apenas um reflexo (concepção fotográfica), disporiam de um critério de verdade (a exatidão). Não é este o caso: As estatísticas não provêm da denotação mas da conotação, pois é o contexto, o contorno, que determina seu sentido”.

b) Utilização de índices e valores centrais: Em nosso cotidiano observamos freqüentemente contestações das pessoas do povo às cifras, como por exemplo, ao índice de inflação, julgando-o bem inferior ao aumento real dos preços pagos pelos produtos e serviços. Essas constatações decorrem do fato de que as estatísticas sintetizam as informações, representando, portanto, a média das situações e não as situações individuais. As estatísticas só apreendem índices da realidade, e a inflação é apreendida pela média dos preços no varejo (índice de preços).

A objetivação estatística em seu esforço na abstração das particularidades individuais para atingir as massas libera a subjetividade, pois a informação global freqüentemente não é pertinente. Esse fato é muito bem ilustrado pela seguinte anedota: muitas pessoas se afogaram em um rio cuja profundidade média era de um metro, com uma fraca dispersão (média). O que não impede que haja buracos de 2 a 3 metros.

A confusão entre o índice e a realidade, entre o indicador e o fenômeno que ele representa provocam a rejeição das estatísticas, em decorrência da concepção absolutista do conhecimento.

4 O ensino da Estatística

4.1 A sala de aula e o conhecimento estatístico

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 e dos cursos superiores em geral. Isso se deve ao fato de que em toda a sua formação anterior, nas várias disciplinas, os fenômenos estudados foram apresentados como sendo determinísticos, evitando-se a interpretação de toda componente de variação aleatória.

A concepção do conhecimento predominante em nossas escolas continua sendo a cartesiana, a qual utiliza a imagem de uma cadeia linear para a construção do conhecimento, em que se o objeto de estudo for complexo deve-se decompô-lo em partes mais simples até que se possa ter idéias claras e distintas sobre cada uma dessas partes, para que em seguida o objeto possa ser reconstituído através do encadeamento lógico de suas partes, partindo-se sempre do simples para o complexo, obedecendo-se uma seqüência linear rígida.

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 complexos, com os assuntos tratados separadamente, em uma idealização da realidade, para em seguida se compor 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 ser conveniente 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-se do abstrato para o concreto.

O Ensino da Estatística concentrou-se inicialmente principalmente na inferência probabilística baseada na Matemática e os cursos eram excessivamente teóricos. A partir de 1960, com o rápido desenvolvimento da tecnologia da informação surgiu a oportunidade da realização de análise de dados reais. No entanto atualmente com a disponibilidade dos programas estatísticos tornou-se possível realizar-se análises complexas, muitas vezes sem o completo entendimento daquilo que está sendo feito.

Conforme nos afirma Des F. Nicholls:

“Com a facilidade do uso dos programas estatísticos agora disponíveis existe para um usuário periódico a possibilidade de realizar análises tecnicamente difíceis sem o entendimento completo do que está sendo feito. Do ponto de vista do ensino, enquanto outrora os estudantes aprendiam a teoria mas não tinham facilidades computacionais para implementá-la, agora eles têm a capacidade computacional para empreender tecnicamente análises complexas, sem a base teórica para o completo entendimento dos resultados que estão sendo gerados. A realização de um apropriado equilíbrio entre a teoria e a aplicação será o maior desafio para o futuro”. (Nicholls 2001).

Acredito que a busca desse equilíbrio entre a fundamentação matemática dos métodos estatísticos e as aplicações desses métodos a situações contextualizadas, com significado para o aluno, e entre o estudo das componentes determinística e aleatória dos fenômenos observados seja o caminho a ser perseguido no ensino da Probabilidade e da Estatística.

4.2 A busca do equilíbrio determinístico/aleatório

Sendo a probabilidade um ramo da Matemática ela tem sido ensinada por matemáticos, em geral privilegiando-se a teoria axiomática da probabilidade, à abordagem empírica dos conceitos envolvidos nos fenômenos probabilísticos. A Estatística, por sua vez, tendo seus fundamentos na Matemática também foi inicialmente apresentada como uma inferência probabilística baseada na Matemática. Sem as facilidades computacionais alcançadas com os atuais programas estatísticos disponíveis para computadores eletrônicos, os cursos eram excessivamente teóricos, enfatizando-se os aspectos matemáticos dos métodos estatísticos e a sua aplicação a situações idealizadas muitas vezes distantes da realidade dos alunos. Além disso, os cursos introdutórios à Estatística focalizavam principalmente a componente determinística dos fenômenos aleatórios, não se desenvolvendo no aluno o pensamento estocástico (probabilístico e estatístico).

Defendemos que a Probabilidade e a Estatística sejam ensinadas desde o curso fundamental e não apenas no curso superior como em geral ocorre atualmente, para que o pensamento estocástico seja introduzido desde o início da escolarização e o aluno adquira a habilidade de interpretar a variabilidade e de encará-la como um aspecto da vida. Dessa forma o aluno receberá uma educação em que o equilíbrio determinístico/aleatório será restaurado e perceberá que a Estatística não é apenas relevante mas vital no nosso cotidiano e para o entendimento da realidade que nos cerca. Com uma formação totalmente determinística, as pessoas querem utilizar esse mesmo tipo de raciocínio determinístico para as afirmações estatísticas. Assim, por exemplo, podemos citar situações cômicas do tipo:

Um casal com quatro filhos sendo informado de que para cada cinco crianças que nascem no mundo uma é chinesa, decide não ter mais filhos para não aumentar a população de chineses.

Ou ainda, uma pessoa decide viajar em uma empresa aérea na qual ocorreu recentemente um acidente, a partir da informação de que nessa empresa ocorre, em média, um acidente a cada 100.000 vôos e, portanto, não deverá acontecer outro acidente nos próximos 100.000 vôos.

Conforme ressalta Branco (2000), uma dificuldade associada ao ensino das probabilidades resulta do conflito freqüentemente verificado entre as probabilidades de acontecimentos e a intuição que os estudantes e as demais pessoas têm dessas probabilidades e que refletem as suas experiências com o mundo à sua volta. Ilustra esse fato o conhecido problema das idades. Quando perguntamos aos alunos de uma classe com mais de 50 alunos se é grande ou pequena a probabilidade de haver pelo menos dois alunos na classe aniversariando no mesmo dia, geralmente os alunos respondem que a probabilidade é pequena, e no entanto, como é fácil deduzir, essa probabilidade é superior a 0,5 se o número de alunos é igual a 23 e é superior a 0,99 se o número de alunos é igual a 60 (admitindo-se que a amostra é aleatória). A falha de intuição deve resultar do fato de não ser freqüente conhecermos pessoas que aniversariam no mesmo dia que nós.

Para se desenvolver o pensamento estocástico, de acordo com a perspectiva construtivista do conhecimento, o aluno deverá vivenciar situações concretas que lhe permitam construir suas próprias intuições sobre os conceitos estocásticos, através da interação de suas noções subjetivas com esses conceitos.

A partir dessa visão acreditamos que a construção dos significados dos conceitos envolvidos no ensino da Estatística, pode ser facilitada partindo-se de exemplos contextualizados e com significado para os alunos, ou de pequenos projetos em suas áreas de interesse, privilegiando-se a análise de dados experimentais com o auxílio do computador.

O comitê da American Statistical Association (ASA) e a Mathematical Association of América (MAA) aprovaram a seguinte orientação curricular para um moderno curso introdutório de Estatística:

1. Enfatizar os elementos do pensamento estatístico

- (a) a necessidade dos dados
- (b) a importância da obtenção dos dados
- (c) a onipresença da variabilidade
- (d) a medida e modelagem da variabilidade

2. Incorporar mais dados e conceitos, menos receitas e repetições. Sempre que possível, utilizar cálculos automáticos e gráficos

- (a) utilizar, sempre que possível, dados reais
- (b) enfatizar os conceitos estatísticos
- (c) basear-se em computadores ao invés de receitas computacionais
- (d) tratar as derivações formais como de importância secundária

3. Encorajar uma aprendizagem ativa, através das seguintes alternativas à leitura:

- (a) discussão e resolução de problemas em grupos
- (b) laboratório de exercícios
- (c) demonstrações baseadas em simulações com dados
- (d) apresentações orais e escritas
- (e) projetos em grupos ou individuais.

A importância de enfatizar os conceitos foi destacada por Moore (1992):

“A Estatística tem seu próprio significado, seus próprios e distintos conceitos e modos de raciocínio. Este seria o coração do ensino da Estatística para iniciantes de qualquer nível de sofisticação matemática”.

4.3 Uma nova prática docente em Estatística

Para tentar superar a dificuldade dos alunos no entendimento dos conceitos envolvidos nos métodos estatísticos, ao invés de introduzir esses conceitos a partir de definições, em geral sem nenhuma relação com situações concretas, e de priorizar a obtenção e justificção do modelo matemático, passamos a dispensar maior atenção à compreensão da realidade e dos resultados obtidos através da experimentação, a partir do estudo de sua componente aleatória.

Passamos então a aplicar uma nova prática docente no ensino da Estatística, na qual os assuntos *são sempre introduzidos* a partir da discussão de exemplos nas áreas de interesse dos alunos, para somente durante a sua resolução ir-se apresentando os modelos e os métodos estatísticos apropriados para a análise e interpretação estatística dos dados, bem como a formulação matemática correspondente. Com isso temos notado um aumento do interesse dos alunos no aprendizado da Estatística, facilitando o entendimento dos significados dos conceitos, e propiciando o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para projetar e conduzir experimentos e para interpretar os seus resultados. Acreditamos, que esta nova prática onde se parte de exemplos nas áreas de interesse dos alunos, seja mais adequada para a construção do conhecimento estatístico pelos alunos e para a sua aplicação no exercício de suas futuras atividades profissionais, do que a prática usualmente adotada em que o Professor se torna um simples transmissor de informações, numa seqüência linear pré-definida e a ser rigidamente desenvolvida.

Conforme nos sugere David S. Moore:

“A idéia central da nova pedagogia é o abandono do modelo de *transferência de informação* em favor de um ponto de vista construtivista da aprendizagem: Os estudantes não são vasos vazios a serem cheios com o conhecimento derramado pelos professores; eles inevitavelmente constroem seu próprio conhecimento combinando suas experiências presentes com seus conceitos existentes”. (Moore 1997).

Para que isso possa ocorrer a grande maioria das pesquisas em ensino e aprendizagem sugerem-nos que é necessária uma variedade de atividades, incluindo discussões em grupos, trabalhos práticos, prática das técnicas importantes, resolução de problemas, aplicações a situações do cotidiano, trabalhos de pesquisa e exposição pelo professor.

A prática docente no ensino da Estatística na qual se parte de exemplos nas áreas de interesse dos alunos através da análise de situações concretas, para somente em seguida se desenvolver as abstrações através dos modelos matemáticos correspondentes e dos métodos estatísticos apropriados para a análise e interpretação dos dados, deverá facilitar o entendimento dos significados dos conceitos estocásticos, aumentando a motivação dos alunos e provocando a melhora do aproveitamento.

5. Conclusões

Sabemos que para uma compreensão adequada dos métodos estatísticos é necessário o desenvolvimento da intuição probabilística. No entanto, embora a incerteza esteja presente no cotidiano de nossas vidas e a Probabilidade e a Estatística forneçam uma filosofia do acaso essencial para a compreensão da realidade, capacitando os indivíduos a tomarem decisões perante as inúmeras situações de incerteza presentes em seu cotidiano, devido ao caráter excessivamente determinista dos currículos escolares, esse conhecimento estocástico é praticamente inexistente no ensino fundamental e se resume a algumas poucas noções de Probabilidade no ensino médio.

A importância da Estatística no currículo é destacada na afirmação de Ponte e Fonseca (2000):

“É preciso ultrapassar definitivamente a noção de que a estatística se reduz a umas tantas formas de representar dados em gráficos e tabelas e à execução de certos cálculos para determinar a média ou o desvio padrão. A estatística, encarada como um domínio de conceitualização dos processos de coleta, análise e interpretação de dados constitui uma interface fundamental entre a matemática e a realidade, indispensável numa verdadeira educação para a cidadania e para uma intervenção ativa nas diversas atividades. É esse o lugar que deve assumir no currículo.”

Uma equivocada visão determinista da realidade provoca no aluno ingressante no ensino superior a falsa impressão de que em tudo existe uma certeza absoluta. Considerando-se que a cada questão corresponde uma única resposta possível, desprezando-se o acaso, e não se admitindo nada de intermediário entre o verdadeiro e o falso.

A nova prática de ensino propõe que os alunos passem de uma atitude de ouvintes e leitores para uma participação ativa. Assim como se chega ao conhecimento da natureza de forma empírica, o ensino da Estatística também deve ser baseado na experimentação através de pequenos projetos, a serem desenvolvidos com o auxílio do computador,

envolvendo assuntos de interesse dos alunos. O fato de se partir de exemplos contextualizados em áreas de interesse dos alunos, deverá propiciar-lhes uma maior oportunidade para o entendimento dos fenômenos aleatórios, facilitando a construção dos significados dos conceitos envolvidos no ensino da Estatística.

Certamente a familiaridade com os fenômenos aleatórios, estudados pela Probabilidade e a Estatística, adquirida no ensino pré-universitário, propiciará ao aluno uma imagem mais equilibrada da realidade que o cerca, onde o determinístico e o aleatório estejam sempre presentes.

Considerando que conhecer é construir e reconstruir significados continuamente, mediante o estabelecimento de relações de múltipla natureza, acreditamos que o desenvolvimento dessa visão aleatória do mundo poderá facilitar a construção dos significados dos conceitos envolvidos no ensino da Estatística, influenciando positivamente o seu aprendizado nos cursos superiores e facilitando o desenvolvimento de habilidades para a aplicação das técnicas estatísticas na interpretação e resolução de problemas envolvendo dados experimentais.

6. Bibliografia

- Besson, J. L.: A Ilusão das Estatísticas. Editora da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 1995.
- Moore, S. D.: Teaching statistics as a respectable subject. In *Statistics for the Twenty-First Century*, Eds. F.S.Gordon & S. P. Gordon, pp 14-25, Washington, D. C.: Mathematical Association of America, 1992.
- Moore, S. D.: New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics, *International Statistical Review*, México, 1997.
- Nicholls D. F.: Future Directions for the Teaching and Learning of Statistics at the Tertiary Level, *International Statistical Review*, México, 2001.
- Polanyi, M.: *Personal Knowledge*. Routledge and Kegan Paul, Londres, 1958.
- Ponte, J. P. e Fonseca, H.: *A Estatística no currículo do Ensino Básico e Secundário. Ensino e Aprendizagem da Estatística*. Loureiro, C. Oliveira, F. Brunheira, L. Universidade de Lisboa, 2000.