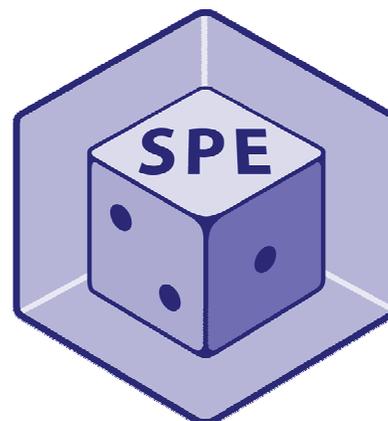


Boletim



**SOCIEDADE PORTUGUESA
DE ESTATÍSTICA**

Publicação semestral

Outono de 2006



Ensino e Aprendizagem da Estatística

Desafios à educação estatística	
Carolina Carvalho	7
De pequeninos é que se “torcem”... os números!...	
Eugénia Graça Martins e Luísa Canto e Castro Loura	10
Sciencia da Statistica na formação das “gerações do futuro”	
Maria Eugénia Ferrão	16
Mudanças no ensino da estatística	
João A. Branco	19

Editorial	2
Mensagem do Presidente	3
Notícias	
•XIV Congresso	4
•XV Congresso	6
Ciência Estatística	
•Teses de Mestrado	24
•Teses de Doutoramento	25
•Prémio SPE	27
•Artigos Científicos Publicados	28
•Livros	28

Informação Editorial

Endereço: Sociedade Portuguesa de Estatística.
Campo Grande. Bloco C6. Piso 4.

1749-016 Lisboa. Portugal.

Telefone: +351.217500120

e-mail: spe@fc.ul.pt

URL: <http://www.spestatistica.pt>

ISSN: 1646-5903

Depósito Legal: 249102/06

Tiragem: 1000 exemplares

Execução Gráfica e Impressão: Gráfica Sobreirense

Editor: Fernando Rosado, fernando.rosado@fc.ul.pt

Este Boletim tem o apoio da **FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Editorial

... vamos continuar...

Este Boletim SPE dá continuidade ao Boletim Informativo da Sociedade Portuguesa de Estatística, publicado regularmente (embora com algumas dificuldades) entre 1992 e 2004. Por sua vez, este deu sequência ao Boletim Informativo de Estatística e Investigação Operacional cujo número 1 foi publicado em Fevereiro de 1979. Um pouco da história destes antepassados do Boletim SPE que ora se inicia, pode ser aprendida no *Memorial da Sociedade Portuguesa de Estatística* editado em 2005, por ocasião das comemorações do 25º aniversário da SPE.

A vivência das actividades da Sociedade Portuguesa de Estatística, que desde o início tenho acompanhado (e muito em especial nos últimos seis anos), sem dúvida, aconselham e fortificam a ideia da edição de um Boletim. Este deverá ser simples mas forte elemento de ligação entre os sócios. Estes, partilhando toda a informação relevante para a comunidade científica em geral, dão assim cumprimento ao objectivo principal da SPE. Este Boletim é um dos locais próprios para essa partilha. Nele se divulgarão informações importantes na actividade científica da SPE e dos estatísticos portugueses - publicações em revistas de referência, teses e livros. Usaremos este espaço, também para registar história da estatística em Portugal - por exemplo, dos congressos.

Além de secções com informações estatísticas, em cada edição incluiremos a colaboração de alguns colegas sobre um determinado Tema. Esta “primeira edição” é dedicada ao *Ensino e Aprendizagem da Estatística*. Em cada número haverá também um espaço para a Mensagem do Presidente. Já a partir da próxima edição será também incluída uma secção com a “Opinião dos Leitores”.

Este novo projecto surge após convite que me foi feito pela actual Direcção SPE.

Então, com este estatuto editorial muito simples, tentarei dar cumprimento ao que, sobre este assunto, foi aprovado na última Assembleia Geral da SPE.

O Boletim SPE, com publicação semestral, será um espaço no tempo dos estatísticos que a comunidade preencherá e onde registaremos eventos e opiniões – fazendo história da Estatística em Portugal.

O Boletim será enviado a todos os sócios e, além disso, ficará disponível na página da SPE.

Caro Colega,

Partilhe informação fundamental e as suas ideias.

Aguardo as suas notícias para incluir no próximo Boletim.

Colabore desde já!

Vamos assim, dar continuidade ao anterior Boletim Informativo que a partir de agora é o Boletim SPE.

Sabemos do esforço necessário para levar a cabo uma edição regular.

A todos os que empenhadamente, ao longo de vários anos, mantiveram o anterior boletim informativo é devida uma palavra de reconhecimento pelo trabalho executado.

Sem dúvidas sobre o grande interesse desta publicação, neste espaço ajudarei a registar o “valor da SPE”.

O desafio está feito.

Ao trabalho!



Mensagem do Presidente

A SPE tem uma dívida de gratidão ao meu antecessor, Professor Fernando Rosado, e às Direcções a que presidiu, pela inextinguível dedicação e sabedoria demonstradas nos seis anos dos seus mandatos. Suceder-lhe é uma grande responsabilidade mas anima-nos, a mim e à Direcção a que presido, o apoio dos sócios, quer na votação inequívoca com que nos brindaram, quer na sua participação na vida da SPE.

O Professor Fernando Rosado, ao aceitar generosamente comandar o relançamento deste Boletim, faz crescer a nossa dívida. O comando está em excelentes mãos, mas o sucesso do Boletim depende da participação activa dos sócios, contribuindo com informações, sugestões e artigos.

O Boletim será enviado aos sócios por correio normal e estará também disponível no sítio da SPE, **www.spestatistica.pt**. Enviamos também regularmente e-mails com informação intercalar pertinente. É essencial, para mantermos actualizada a nossa base de dados, que preencha e envie a Ficha de Actualização (encontra-a anexa a este Boletim e no nosso sítio).

Brevemente, no Relatório de Actividades de 2006, daremos conta das principais realizações da SPE durante o primeiro ano de mandato desta Direcção. Mas queríamos referir desde já a constituição (ver site da SPE) das Comissões Especializadas de Educação (que, entre outras coisas, supervisiona o serviço de revisão científica de manuais escolares dos ensinos básico e secundário que a SPE pôs à disposição das editoras interessadas) e de Nomenclatura Estatística (que, em colaboração com a Associação Brasileira de Estatística, está a elaborar um glossário estatístico em língua portuguesa), a participação em reunião preparatória do Plano de Acção para a Matemática, a resolução de dificuldades de natureza administrativa, a continuação da reestruturação da página web, a cooperação com diversas entidades (CIM – com encontros científicos conjuntos, SPM, CLAD, Royal Statistical Society, CienciaMetrics) e outras iniciativas ainda em preparação.

Realizam-se em 2007 em Lisboa dois eventos de relevo para a Comunidade Estatística portuguesa: a 56ª Sessão do International Statistical Institute – *ISI 2007*, a grande reunião científica internacional da Estatística (cerca de 3000 participantes) em cuja organização a SPE participa e que decorrerá de 22 a 29 de Agosto, e o *XV Congresso Anual da SPE*, que decorrerá no ISCTE de 19 a 21 de Agosto. Como poderão ver neste Boletim, a Sociedade Portuguesa de Estatística negociou com a Organização do ISI 2007 condições muito vantajosas de participação conjunta nos dois eventos. Apelamos à participação massiva dos sócios da SPE e à sua capacidade de mobilizarem outros participantes na área da Estatística ou das suas variadas aplicações, contribuindo para o sucesso destes eventos e para a afirmação internacional da comunidade estatística portuguesa.

Saudações cordiais,



Notícias

• XIV Congresso

Memórias de um Congresso na Covilhã

Rumo à Covilhã

O dia amanheceu cinzento, mas depressa se compôs para mais uma viagem, desta vez, rumo ao XIV Congresso Anual da SPE, na Covilhã, porta da Serra da Estrela, terra da indústria da lã, berço de descobridores de quinhentos, cosmopolita cidade universitária.

O Hotel do Congresso

Passámos várias rotundas à chegada à Covilhã pela entrada sul. O Hotel Tryp Dona Maria localiza-se na entrada da cidade, na zona de expansão da cidade com uma vista privilegiada para o vale e as montanhas, a apenas 2 km do centro da cidade. O singelo aspecto exterior oculta o confortável e simpático interior. Nós ficámos muito bem instaladas num quarto triplo (um verdadeiro triplo, diga-se!), a fazer lembrar os tempos idos de participação em campos de verão.

Salas com nomes de ilustres figuras da região acomodaram o decorrer dos trabalhos. As salas Pêro da Covilhã 1 e 2 pretendem homenagear o diplomata e explorador português do século XV. Frei Heitor Pinto e Viriato dão nome às outras duas salas. A primeira, relembra aquele que é considerado um dos melhores clássicos da literatura portuguesa do século XVI. A segunda, homenageia um dos líderes da tribo lusitana que confrontou os romanos na Península Ibérica, e que morreu traído por um punhado de seguidores por dinheiro.

Os Congressistas e Seus Trabalhos

“Outliers em Dados Estatísticos” foi o minicurso ministrado por Fernando Rosado, o qual antecedeu a Sessão de Abertura do Congresso na Sala das Sessões Solenes da Universidade da Beira Interior (UBI). O Reitor da UBI e o Presidente da SPE, num gesto de grande simbolismo, trocaram presentes mutuamente. O reitor ofereceu à SPE um pano com o logótipo da Sociedade; por sua vez, Carlos Braumann presenteou a UBI com um conjunto de actas de todos os congressos da SPE simbolicamente representado pelo volume *Ciência Estatística - Actas do XIII Congresso Anual da SPE*. Seguiu-se a primeira sessão plenária. Pedro Silva foi o primeiro orador (convidado) do congresso, falando sobre *Estimação e Análise de Indicadores de Avaliação do Estado Nutricional no Brasil*, em directo do Reino Unido através da videoconferência (uma originalidade nos congressos da SPE!). Ainda na mesma sessão plenária, Bento Murteira focou de forma interessante o tema *Entropia e Redundância da Língua Portuguesa*. A conclusão dos trabalhos, nesse já longo dia, mereceu um Cocktail de Boas-Vindas e a actuação do Orfeão da Covilhã. Fundado em 1926, este coro presenteou-nos com obras do músico e compositor Lopes-Graça numa homenagem aos 100 anos do seu nascimento.

Durante os restantes 3 dias de congresso, os participantes puderam assistir a um conjunto de comunicações interessantes agrupadas em Sessões Plenárias, Sessões Temáticas, Sessões Poster e Comunicações Oraís. As 6 sessões plenárias contaram com um grupo de 7 oradores convidados, tendo dois deles sido referidos no parágrafo anterior e os outros cinco que passamos a referir. Dinis Pestana levou-nos a reflectir sobre a distribuição Normal: será ela assim tão normal? Modelos de equações estruturais com aplicação ao desempenho dos alunos, foi o tema abordado por Harvey Goldstein. António St.Aubyn falou sobre *Quadros Múltiplos de Dados*. A comunicação de Jürg Hüsler centrou-se nos acontecimentos raros: quando surgem? Jozef Teugels, último orador do congresso, honrou-nos com uma palestra sobre Carrilhões, dando ênfase aos dois carrilhões de Mafra, uns dos mais antigos da Europa, mandados construir na Bélgica por D. João V.

Com três comunicações cada, as três sessões temáticas organizadas por Pedro Corte Real, Russell Alpi-zar-Jara e José Pires Manso, primaram pela diversidade de temas: “Estatísticas Oficiais”, “Modelação Estatística com Aplicações às Ciências da Vida” e “Econometria”, respectivamente. As 72 comunicações orais foram repartidas por quatro grupos de quatro sessões paralelas. Salientamos o esforço dos presidentes de sessão em fazer cumprir o horário. Três sessões de posters foram necessárias para a exposição de 53 trabalhos. Dificuldades na organização do espaço levaram a que os 40 minutos destinados a cada sessão de posters, bem como a localização destes numa sala onde decorriam comunicações orais, possam ter dificultado um pouco, na opinião de alguns participantes, a leitura atenta e a discussão dos trabalhos.

O Prémio SPE 2006 foi atribuído ao trabalho “Max-Estável ou Max-Semiestável?”, de Sandra Dias da Universidade de Trás-os-Montes.

A memória científica perpetuar-se-á nas Actas do XIV Congresso Anual da SPE.

O Passeio

Ao contrário do sucedido em congressos anteriores, este ano houve a possibilidade de optar entre dois passeios. Um, para os mais “desportistas”, ao Vale Glaciar do Zêzere e outro, para os mais “histórico-culturais”, a Belmonte.

Vale Glaciar do Zêzere

Com o Sol à partida e as nuvens a ameaçar na serra, lá partimos nós à aventura, acompanhados por um guia com comentários muito originais. Às portas da serra, a chuva fez uma visita, mas o Sol teimoso tratou de a combater. No entanto, não deixámos de ver a Barragem do Viriato, que abastece a cidade da Covilhã.

De acordo com o nosso guia, caminhámos até à nascente do Zêzere... a menos de um raio épsilon. Depois lá fomos pelo rio abaixo, entre pedras e água, descidas e mais pedras, cada vez com mais outliers! Felizmente chegámos todos bem, ninguém ficou “destruído”, mas alguns ficaram “rebetados”. Já em Manteigas, visitámos a Ecolã, fábrica de lãs ecológica, bem enquadrada na paisagem e onde nos receberam muito bem. Ainda em Manteigas, fomos presenteados com um lanche soberbo oferecido pela Câmara Municipal. Após tanta actividade, regressámos à Covilhã para o descanso do guerreiro.

Belmonte

O dia estava convidativo ao passeio! Pelas 14h30 entrámos no autocarro que nos levaria a uma visita à vila de Belmonte. No trajecto, parámos para conhecer o Museu de Lanifícios que se encontra no antigo edifício da Real Fábrica de Panos, fundada em 1764 pelo Marquês de Pombal, e que pertence às instalações da UBI.

Já em Belmonte, e com uns guias simpáticos, visitámos a Igreja de S. Tiago (padroeiro de Belmonte) onde se encontra o Panteão dos Cabrais. Foi nesta igreja que Pedro Álvares Cabral foi baptizado. Seguiu-se uma visita ao Museu Judaico e à Judiaria (Belmonte abriga a maior comunidade judaica do país). E, depois deste belo passeio, fomos até à Pousada de Belmonte onde nos esperava um delicioso lanche. Uma curiosidade: sabem a que é devido o nome de Belmonte? Segundo a nossa guia, este vem do tempo dos Romanos, “beli monti”, ou seja, um monte óptimo em termos de defesa.

O Jantar do Congresso

A escadaria situada na entrada do hotel foi o cenário da já famosa “Foto do Congresso”.



Uma hora depois, voltámos a encontrar-nos no mesmo local, agora trajados a rigor, para nos dirigirmos ao Hotel Turismo da Covilhã onde nos aguardava um maravilhoso repasto – o não menos tradicional “Jantar do Congresso”! Não podemos deixar de reportar a hilariante peripécia que foi descer a encosta, rumo ao Hotel Turismo, num autocarro, digamos, de transporte público. Com fome e indumentárias de

luxo, lá fomos nós de bracinhas no ar, que nem sardinhas em lata, mas com muito glamour! Enquanto tomávamos aperitivos tivemos o prazer de assistir à alegre actuação da Desertuna – Tuna Académica da UBI; fundada em Novembro de 2002. Já sentados no restaurante fomos servidos pelos empregados que, ao ritmo dos gestos do Chefe de Mesa, serviram em simultâneo as várias mesas redondas. O manjar estava delicioso e foi complementado, no final, com a visita de dois mágicos, que pasmaram as mesas uma a uma, com as suas artes. Incrível o ilusionismo! E assim, como por artes mágicas, algumas de nós deram corda aos sapatinhos e foram a pé para o hotel a fim de facilitar a digestão.

No Próximo Ano, em Lisboa...

A passagem de testemunho foi feita durante a Sessão de Encerramento. Tal como Carlos Braumann, também nós agradecemos a Maria Eugénia Ferrão e aos restantes membros da Comissão Organizadora o trabalho e a dedicação envolvidos neste congresso. No próximo ano, encontrar-nos-emos em Lisboa, no ISCTE, de 19 a 21 de Agosto para o XV Congresso Anual da SPE. Até sempre!

Lisete Sousa (DEIO - FCUL)
Fernanda Diamantino (DEIO - FCUL)
Ana Abreu (DME - UMa)

• XV Congresso

Os Congressos anuais da Sociedade têm sido um veículo insubstituível de promoção da Estatística e das Probabilidades no nosso País e a nível internacional. No passado mês de Setembro realizou-se mais um Congresso na Covilhã que, como já é hábito, juntou mais de 200 participantes e foi mais um sucesso.

No próximo ano realizam-se em Lisboa dois eventos de relevo para a Comunidade Estatística Portuguesa – a 56ª Sessão do **International Statistical Institute (ISI 2007)**, que decorrerá no Centro de Congressos de Lisboa de **22 a 29 de Agosto** e o **XV Congresso Anual da Sociedade Portuguesa de Estatística** que decorrerá no **ISCTE de 19 a 21 de Agosto**.

São assim duas oportunidades de encontro com especialistas de renome nas diversas áreas da Estatística que por certo permitirão a partilha de experiências e o enriquecimento científico de todos nós.

A Sociedade Portuguesa de Estatística negociou com a Organização do ISI 2007 condições vantajosas de inscrição conjunta nos dois eventos, que podem ser consultadas no site www.spe2007.dmq.eg.iscte.pt. O participante neste combinado SPE+ISI terá que fazer um pré-registo na página do Congresso do ISI: www.isi2007.com.pt, o qual só se tornará definitivo depois do pagamento conjunto, o qual deve ser feito exclusivamente através da SPE (que comunicará o pagamento efectivado aos organizadores do Congresso do ISI).

Relembra-se que, como no próximo ano a data de realização do Congresso anual da SPE foi antecipada devido à realização do ISI 2007, a data limite para envio dos resumos foi também antecipada para 20 de Abril de 2007.

São pois boas razões para que em Agosto de 2007 nos encontremos todos em Lisboa para o ISI 2007 e para o XV Congresso da SPE!

Manuela Magalhães Hill

Ensino e Aprendizagem da Estatística

Desafios à educação estatística

Carolina Carvalho, *cfcarvalho@fc.ul.pt*
Departamento de Educação
Centro de Investigação em Educação
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Introdução

Hoje encontramos estatística nos currículos de matemática da maioria dos países. As razões que sustentam a sua introdução logo nos primeiros anos de escolaridade e até ao ensino secundário, reflectem bem como a estatística e as probabilidades passaram a fazer parte do quotidiano de todos nós. De facto, os últimos 20 evidenciam as potencialidades da estatística e das probabilidades no desenvolvimento de investigações em diferentes áreas de conhecimento, alertaram para a necessidade de profissionais de especialidades diversas possuírem um conhecimento estocástico e, muito em especial, revelaram o poder da estatística no desenvolvimento do pensamento crítico. O interesse crescente pela estatística nos currículos e no quotidiano de todos nós levanta desafios aos estatísticos, aos matemáticos, aos educadores estatísticos e matemáticos, bem como a todos os outros que trabalham na formação de professores e outros profissionais. São alguns destes desafios que se procuram discutir ao longo deste texto.

Alguns dos desafios

A complexidade do mundo em que vivemos mostra como cada vez mais é improvável comentar um acontecimento social ou físico sem o recurso à estatística e às probabilidades. Simultaneamente, os actuais currículos reflectem bem a preocupação de promover e formar cidadãos mais críticos e participativos. Numa época que se caracteriza pela velocidade no tratamento e difusão da informação, pela forte competitividade e por uma necessidade constante de actualização ou reciclagem, ser capaz de seleccionar dados, de tomar decisões, de trabalhar em equipa e de assumir responsabilidades tornou-se uma exigência comum. Neste quadro, a estatística e as probabilidades podem desempenhar um duplo papel: por um lado, são um domínio privilegiado para desenvolver competências sócio-cognitivas nos indivíduos; por outro, a apropriação dos seus conhecimentos é essencial para o exercício de uma cidadania plena.

Nos nossos dias não são só os adultos que têm de ser críticos em relação à informação disponível para a entender e comunicar ou para tomar decisões, também as crianças estão expostas a dados estatísticos e, por isso mesmo, é necessário desenvolver a sua capacidade crítica e de autonomia afim de que tenham melhores condições para elaborar reflexões, emitir opiniões e/ou tomar decisões. Compreende-se assim a tendência para ensinar estatística nos primeiros anos de escolaridade, e mais, ensiná-la a partir do desenho de investigações que respondem aos interesses e preocupações dos alunos. Dos alunos espera-se que formulem questões, que colectem dados, que os comparem e tratem, que utilizem e compreendam medidas e gráficos, proponham e justifiquem conclusões com base nos dados recolhidos e analisados (Burril & Camden, 2006; Lavoie, 1998).

Contudo, nos últimos anos a literatura sobre o ensino e a aprendizagem da estatística tem evidenciado como alunos de diferentes níveis de escolaridade constroem conceitos estatísticos, revelando ainda que esta aprendizagem não é isenta de dificuldades como uma leitura mais superficial poderia sugerir (Carvalho, 2001). As razões encontradas para compreender estes desempenhos dos alunos residem na forma de trabalhar a estatística na sala de aula. Frequentemente, as recomendações sugeridas nos currículos não são seguidas e o ensino da estatística e das probabilidades limita-se a cálculos, com poucas oportunidades dos alunos realizarem um estudo estatístico partindo de uma situação real (Meletiou, 2003).

Ao acabarem o ensino secundário muitos alunos revelam uma frágil compreensão dos princípios básicos que sustentam um estudo estatístico. A aparente simplicidade computacional, associada a uma desvalorização sistemática do contexto da situação problema que se está a trabalhar origina a ilusão, tanto

para professores como para alunos, de que um conjunto de conhecimentos foi apropriado. Na realidade, somente permitiu a aquisição de um conhecimento instrumental traduzido no domínio de regras isoladas e de algoritmos aprendidos através da repetição e da rotina em vez de um conhecimento relacional e significativo, ou seja, um conhecimento que se vai mobilizando e actualizando sempre que novas situações o exijam. Este facto pode ajudar a explicar algumas das dificuldades dos alunos em utilizar a estatística e as probabilidades no ensino universitário e em situações do seu dia-a-dia, tanto a nível pessoal como profissional.

Em Portugal, como em muitos outros países, é frequente esta dificuldade dos alunos aparecer associada a uma falta de formação dos professores de matemática em estatística e probabilidades e, muito em particular, na forma de a trabalhar na sala de aula com os alunos de diferentes níveis de ensino. O desafio parece ser então mudar a forma como se tem ensinado estatística nas escolas e para isso os professores de matemática precisam de ser convencidos que este conteúdo curricular que aparece no currículo de matemática é um dos mais consequentes na tomada de decisões futuras dos seus alunos. Se queremos reescrever a afirmação de Ponte e Fonseca (2000), “ (...) a verdade é que em Portugal, a Estatística parece ser ainda um tema marginal do currículo, facilmente relegável para segundo plano” (p. 179), precisamos de não esquecer a formação dos professores de matemática em estatística e probabilidades. Este será um outro desafio que não é independente do apontado anteriormente e passa também pela forma como os alunos universitários aprendem estatística e probabilidades durante o seu percurso no ensino universitário.

Quando os alunos, independentemente do nível de escolaridade que estão a frequentar, têm a oportunidade de se confrontar com tarefas e situações estatísticas não rotineiras (e.g., quando têm a possibilidade de analisar dados a partir de situações reais, trabalhar com software estatístico, entre outras) utilizam uma variedade de estratégias de resolução que mostram como constroem o significado estatístico e quais são as suas reais fragilidades (Carvalho, 2001). Desta forma, criam-se condições para o aluno atingir níveis de significado dos conceitos, gradualmente mais ricos, promovendo-se o seu sucesso escolar, a sua literacia estatística e uma atitude mais positiva com a estatística.

Porém, desenvolver um projecto estatístico onde a questão não está bem definida no início, obriga a que cada um dos elementos presentes tenha um papel fundamental na sua definição. Contudo, esta situação não é igualmente problemática para todos os alunos, no sentido de desencadear uma variedade rica de conjecturas e argumentações. Cada aluno tem conhecimentos, vivências e representações diferentes quando é confrontado com uma mesma tarefa, o que influencia a sua capacidade para os mobilizar e de se envolver na sua realização. Qualquer aluno dá significado às coisas a partir daquilo que sabe, de toda a sua experiência anterior e não necessariamente a partir do significado que o professor lhe atribui. Por isso, os primeiros momentos de partilha para realizar uma tarefa precisam de tempo e são ricos em esclarecimentos de pontos de vista e decisões. O professor tem assim um papel crucial. Neste momento, as suas concepções acerca da estatística e o seu conhecimento estatístico são determinantes para o desenrolar do trabalho dos alunos. Concretamente, no caso do professor de matemática que se sente desconfortável com a estatística pode ter uma tendência de reduzir ou omitir estes momentos, ou seja, as discussões geradas acerca das decisões estatísticas necessárias para desenvolver um estudo estatístico podem ser empobrecidas.

Sabemos que o atribuir de significado não é independente do contrato didáctico estabelecido entre o professor e os alunos, uma vez que é ele que legitima as expectativas mútuas que regem as relações entre os diversos actores da situação didáctica. Quando se pretende implementar práticas inovadoras de sala de aula torna-se fundamental explicitar algumas das regras do novo contrato didáctico, sobretudo quando estas são diferentes das que regem o contrato didáctico habitualmente existente. Em relação à estatística onde as recomendações focam a relevância do trabalho colaborativo e a realização de projectos a necessidade de explicitar as regras do novo contrato didáctico é imperiosa. Este será mais um outro desafio, alterar as metodologias de trabalho na sala de aula de matemática quando se trabalha conteúdos de estatística e probabilidades.

O professor, atrevo-me a não pensar em nenhum nível de escolaridade, tem assim um papel fundamental tanto na planificação das tarefas como na sua condução ao envolver os alunos no trabalho que se está a realizar e em manter, ao longo do mesmo, o seu interesse pelas questões esclarecedoras e estimulantes que realiza. Para terminar uma última ideia sobre as potencialidades do professor ao trabalhar com os

alunos em projectos durante as aulas de estatística: é que ao fazê-lo pode ele próprio desenvolver uma atitude investigativa em relação à sua própria prática. Ao envolver-se pessoalmente em situações do interesse dos alunos, e talvez suas também, cria condições para investigar a sua prática profissional e os problemas dela decorrente, como por exemplo, o conhecimento estatístico e didáctico, a avaliação dos alunos e a relação da escola com a comunidade.

Referências Bibliográficas

Burril, G. & Camden (Eds) (2006). *Curricular development in statistics education*. Retirado a 24 de Setembro de 2006 de <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php>

Carvalho, C. (2001). *Interacções entre pares: contributos para a promoção do desenvolvimento lógico e do desempenho estatístico no 7º ano de escolaridade*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Lajoie, S. (Ed.) (1998). *Reflections on statistics: Learning, teaching and assessment in grade k-12*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Meletiou, M. (2003). On the formalist view of mathematics: impact on statistics instruction and learning. In: A. Mariotti (Eds), *Proceedings of the Third European Conference in Mathematics Education*. Bellaria, Italy: CERME3.

Ponte, J. P. & Fonseca, H. (2000). A Estatística no currículo do Ensino Básico e Secundário. In C. Loureiro, F. Oliveira & L. Brunheira (Eds.), *Ensino e Aprendizagem da Estatística* (pp. 179-194). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Estatística - Associação de Professores de Matemática - Departamentos de Educação e de Estatística e Investigação Operacional da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.



De pequeninos é que se “torcem”... os números!...

Maria Eugénia Graça Martins e Luísa Canto e Castro Loura

megm@fc.ul.pt

luisa.loura@fc.ul.pt

DEIO - FCUL

Em Outubro de 2005, os Ministérios da Educação e da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, elaboraram um despacho conjunto de criação do Programa de Formação Contínua em Matemática para professores do 1º ciclo do ensino básico. Entre outras acções, coube aos estabelecimentos de ensino superior, no âmbito do protocolo então assinado, a concepção e elaboração de brochuras com conteúdos de apoio a esse programa de formação contínua. Preparar uma brochura subordinada ao tema Análise de Dados, que visasse não só dar a preparação básica de estatística aos professores, mas também avançar com propostas de como implementar algumas actividades no tema em sala de aula, foi um desafio que aceitámos em prol de um objectivo comum de aumentar a “literacia estatística” entre os nossos jovens.

Como ensinar alunos com idades entre os 6 e os 9 anos, a organizar dados em tabelas, fazer representações gráficas – diagramas circulares, gráficos de caule-e-folhas, diagramas de extremos e quartis – e ainda calcular algumas características amostrais?

Ao longo dos meses em que estivémos a preparar a brochura, e com o apoio inestimável do terceiro membro da equipa, Maria de Fátima Mendes, professora da Escola Superior de Educação de Setúbal, algumas ideias foram surgindo que vimos agora partilhar com o leitor deste texto. Eis então alguns excertos da brochura “Análise de Dados”, documento de apoio ao Programa de Formação Contínua em Matemática para professores do 1º ciclo do ensino básico (a ser publicada muito em breve).

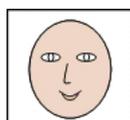
Pictograma, gráfico de barras e diagrama circular

A actividade intitulada “Vamos conhecer a turma” serviu, não só para apresentar os vários tipos de dados, como para ilustrar as formas de organização de dados e respectivas representações gráficas:

Nome	Número de letras no nome	Tempo que demora de casa à escola	Cor dos olhos	Comprimento do palmo (cm)	Número de irmãos
Ana Patrícia Santos	17	3 m	Azuis	14,7	3
Ana Rita Pereira	14	32 m	Castanhos	15,6	1
Bruno Martins	12	25 m	Castanhos	15,9	1
Cátia Reis	9	20 m	Pretos	14,2	1
Cláudia Rodrigues	16	17 m	Azuis	16,3	1
David Amaral	11	15 m	Azuis	13,5	2
Elisabete Soares	15	33 m	Pretos	14,4	1
José Manuel Rocha	15	22 m	Azuis	15,1	1
José Augusto Silva	16	9 m	Castanhos	15,2	1
Liliana Morais	13	35 m	Castanhos	16,2	1
Maria Isabel Antunes	18	25 m	Azuis	15,9	2
Miguel Correia	13	18 m	Verdes	13,6	0
Patrícia Mendes	14	10 m	Castanhos	17,3	1
Pedro Mendes	11	21 m	Castanhos	14,7	2
Ricardo Freitas	14	20 m	Verdes	15,0	0
Rui Eduardo Pires	15	6 m	Pretos	13,8	4
Sónia Gonçalves	14	5 m	Castanhos	14,3	1
Susana Alves	11	19 m	Azuis	15,4	0
Tatiana Medeiros	15	13 m	Castanhos	14,8	1
Vasco Fernandes	14	15 m	Castanhos	13,2	3

Indo por grau de dificuldade, deve-se começar por organizar os **dados de tipo qualitativo**. Para estes, a representação gráfica na forma de **pictograma** é especialmente atraente para os alunos e, por isso, vamos apresentar uma proposta de pictograma para a variável qualitativa *Cor dos olhos*.

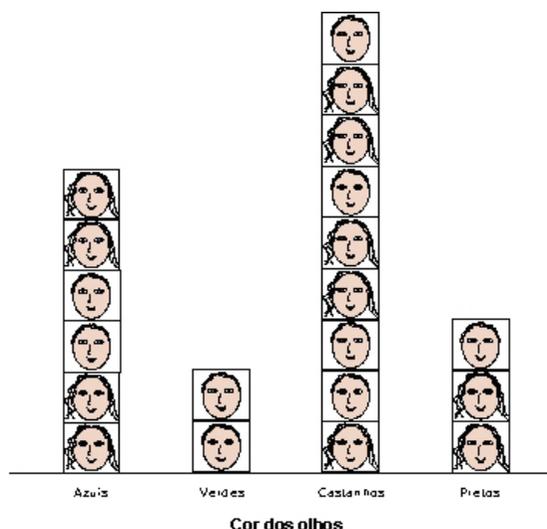
Entrega-se a cada aluno um pequeno quadrado de papel com uma cara desenhada. As caras devem ser todas iguais e o aluno terá de pintar os olhos da cor dos seus próprios olhos e desenhar os cabelos (para diferenciar entre rapaz e rapariga):



Numa folha de cartolina grande, traça-se uma linha horizontal e escreve-se sob essa linha as quatro cores de olhos que surgem na amostra. Coloca-se como legenda “Cor dos olhos”.

Cada um dos alunos deverá colar a cara que pintou no local respectivo, imediatamente acima de alguma cara que já esteja lá colocada.

No final obtém-se um pictograma muito divertido!...



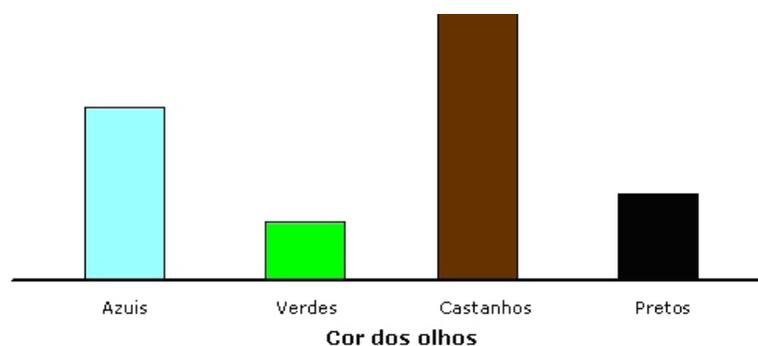
Nesta primeira abordagem à organização dos dados procedeu-se pela ordem contrária ao que é habitual. Fez-se a representação gráfica antes de fazer a tabela de frequências! Tal faz sentido tendo em conta a idade dos alunos, pois a representação gráfica é muito mais apelativa e, no caso das variáveis qualitativas, pode servir de base para a construção da tabela de frequências. Aliás, esta situação não é nova, pois quando falámos no gráfico de pontos, também o construímos antes da tabela de frequências.

Organizados os dados numa tabela de frequências, obtém-se:

Cor dos Olhos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
Azuis	6	0,30
Verdes	2	0,10
Castanhos	9	0,45
Pretos	3	0,15
Total	20	1

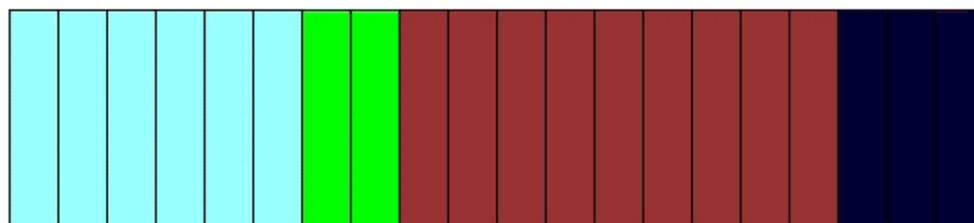
Nota: A coluna das frequências relativas é facultativa, deixando-se ao critério do professor apresentá-la ou não, pelo menos nesta fase.

Pode agora passar-se à construção de um **gráfico de barras**. Pede-se aos alunos que desenhem 4 rectângulos, todos com a mesma largura, em papel quadriculado, por exemplo, e cujas alturas sejam iguais às frequências absolutas. De seguida poderão recortar os rectângulos e colá-los numa folha de papel onde tenham desenhado um eixo e identificado as categorias da variável *Cor dos olhos*.

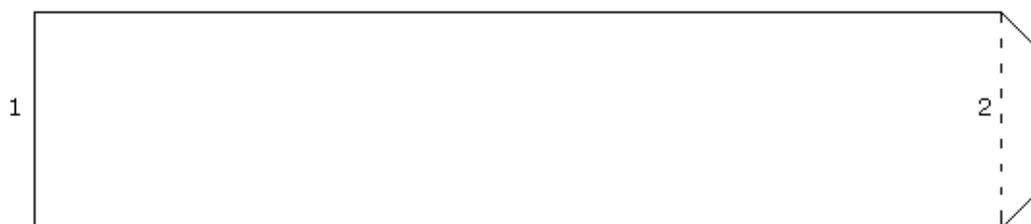


Ainda utilizando o papel quadriculado, pode-se ensinar os alunos a desenharem um **diagrama circular**, para a variável *Cor dos olhos*, da seguinte forma:

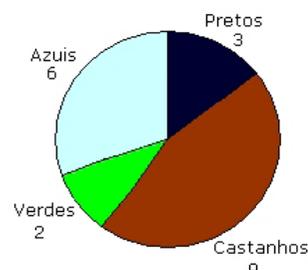
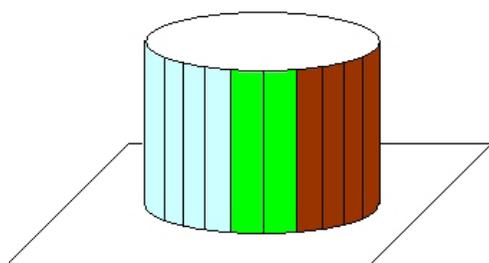
Numa folha desenha-se um rectângulo com largura igual a 20 unidades (pode-se considerar como unidade 1 ou 2 quadrículas) e uma altura qualquer. Divide-se essa largura em 4 partes de comprimentos 6, 2, 9 e 3 unidades, que se pintam de cores diferentes, conforme as classes a que dizem respeito:



Cola-se o rectângulo anterior a uma cartolina com as mesmas dimensões, com uma margem para colar os lados 1 e 2 de modo a obter um cilindro:



Apoiam o cilindro numa folha de papel e desenharm a circunferência assinalando os pontos onde muda a cor. Com a ajuda do professor procuram encontrar um ponto aproximado para o centro, que unem com os pontos da circunferência anteriormente assinalados:



Completam a figura pintando as partes em que o círculo ficou dividido e colocando o nome das classes e as frequências absolutas respectivas.

Gráfico de pontos e diagrama de extremos e quartis

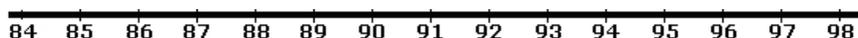
Para os **dados de tipo quantitativo** a representação gráfica mais fácil de ensinar, a alunos do 1º ciclo do ensino básico, é o **gráfico de pontos**.

Vamos ver uma forma simples, de construir este gráfico considerando a variável Idade, medida em meses.

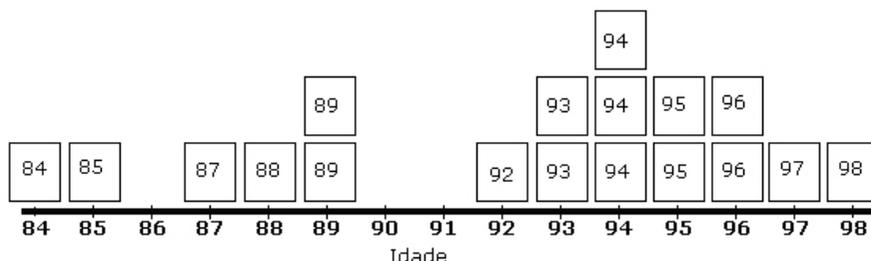
Pode começar-se por representar a idade de cada aluno em meses. De seguida o professor dá um quarto de uma folha A4 a cada aluno para registar o valor que obteve para a sua idade, que também é registada no quadro. Suponhamos que numa turma de 18 alunos se obtiveram os seguintes valores:

87, 88, 85, 84, 89, 92, 89, 94, 93, 98, 94, 97, 95, 95, 96, 96, 95, 96.

Numa cartolina grande desenha-se uma linha horizontal e, por baixo, igualmente espaçados, escrevem-se todos os números entre a menor e a maior das idades obtidas:



Depois cada aluno irá colocar o pedaço de folha com a sua idade, por cima do valor respectivo. Quando todos os alunos tiverem terminado, obter-se-á uma representação com o seguinte aspecto, em que os pontos foram substituídos por pedaços de papel:



A leitura e interpretação da representação gráfica obtida permite responder a algumas questões, como por exemplo:

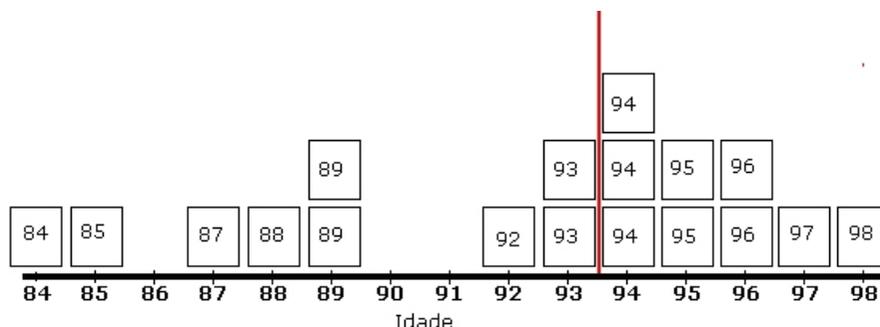
Há algum aluno na turma cuja idade seja 90 meses?

Quantos colegas teus têm a tua idade?

Há mais alunos com idade inferior ou superior a 90 meses?

Quantos alunos têm idade menor ou igual a 93 meses? E maior ou igual que 94 meses?

A partir da representação gráfica anterior pode-se ainda calcular a mediana e os quartis para desenhar um diagrama de extremos e quartis. Assim, começa-se por identificar o “sítio” da mediana, que não será difícil se se tiver já concluído que o número de alunos com idade menor ou igual a 93 meses, é igual ao número de alunos com 94 ou mais meses de idade. Assinala-se a mediana com um traço:



A mediana dividiu o conjunto dos 18 papéis em duas partes, cada uma com 9 papéis. Agora os alunos com a ajuda do professor determinam as medianas de cada uma destas partes, que assinalam do mesmo modo que fizeram para a mediana. Uma vez estes 3 pontos determinados, pode construir-se o diagrama de extremos e quartis, como se apresenta na figura seguinte:

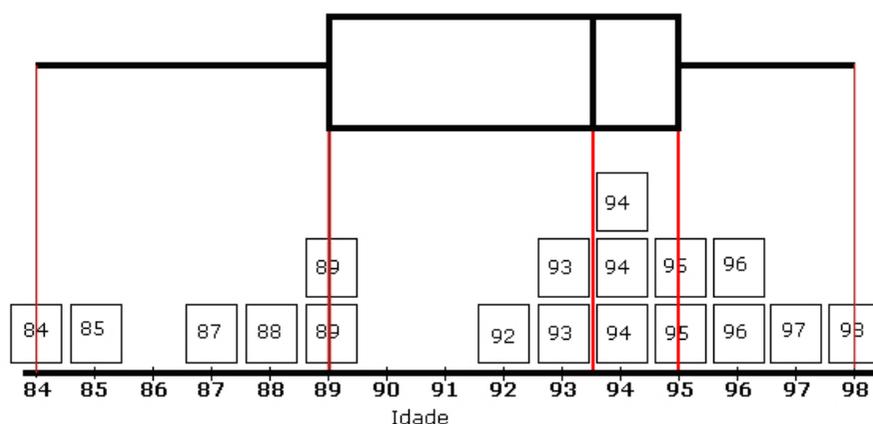
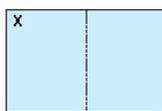


Gráfico de caule-e-folhas

Ainda para **dados de tipo quantitativo** uma outra representação gráfica muito fácil de utilizar com os alunos do 1º ciclo do ensino básico, é o **gráfico de caule-e-folhas**.

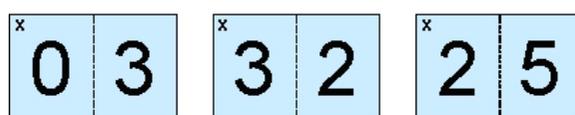
Vamos ilustrar uma forma simples de proceder usando como exemplo a variável *Tempo que demoras de casa à escola*, medido em minutos, da tabela “Vamos conhecer a turma”.

Começa-se por dar a cada aluno um rectângulo de cartolina (fina) com uma linha vertical tracejada a dividi-lo a meio e uma pequena cruz no canto superior esquerdo:



Do lado esquerdo do rectângulo o aluno terá de colocar o algarismo das dezenas do número que representa o tempo que ele demora de casa à escola. Do lado direito coloca o algarismo das unidades.

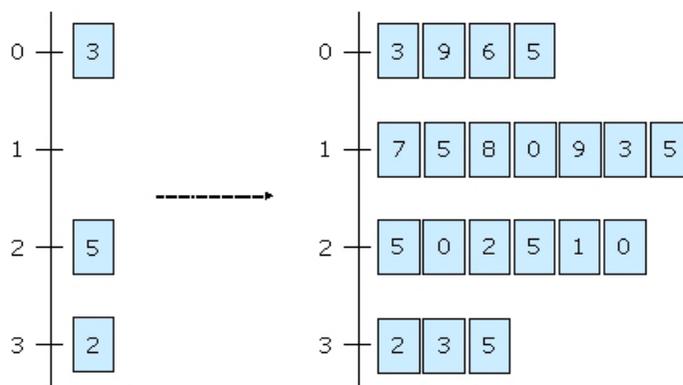
Os pequenos rectângulos de cartolina referentes aos 3 primeiros alunos da lista terão então o seguinte aspecto



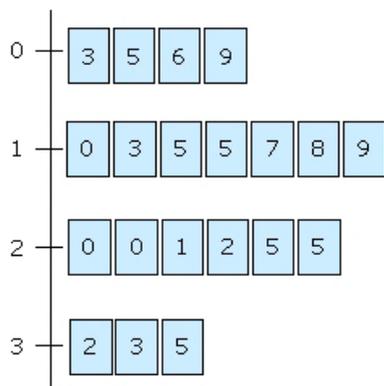
De seguida, cada aluno dobra a cartolina pela linha tracejada, mantendo visíveis para o exterior os algarismos, e cola as duas metades pela parte de dentro.

Numa cartolina grande, desenha-se uma linha vertical e marcam-se de forma igualmente espaçada os algarismos dominantes (neste caso, das dezenas). Colocam-se todos, do mais pequeno ao maior, mesmo que na amostra haja algum que não apareça. No caso do exemplo que estamos a tratar os dígitos dominantes (os caules) são 0, 1, 2, e 3. Agora é só ir colocando cada cartão (folha) à frente do respectivo caule.

De notar que, em cada cartão, as folhas estão do lado que não tem “cruz” enquanto os caules se podem identificar virando o cartão e vendo o dígito que surge marcado com a dita “cruz”. A evolução da representação gráfica entre a colocação dos 3 cartões acima e a fase final em que já estão colocados todos os cartões será então



Para terminar basta agora ordenar, por ordem crescente, as folhas que estão em frente de cada um dos caules:



O melhor é dar a cada um a média!



Os 3 sobrinhos do Pato Donald, Huguinho, Zezinho e Luisinho, queriam ir à feira popular, mas não tinham dinheiro. Então decidiram ir ter com o Tio Patinhas, tio do Pato Donald, para ver se este “subsidiava” os seus divertimentos! Até parece que não conheciam a grande avareza do Tio Patinhas... Mas, por estranho que pareça, este estava “muito” benevolente e disse aos sobrinhos para cada um procurar uns trocos nos bolsos das 2 calças e do casaco que tinha vestido ultimamente. O Huguinho encontrou numas calças 8 euros, o Luisinho encontrou 2 euros nas outras calças e finalmente o Zezinho encontrou no casaco 5 euros.

O Tio Patinhas, que era avarento, mas era justo, não achava bem que cada sobrinho ficasse com a quantia que encontrou e gostaria de contentar todos de igual modo. Como fazer?

Como fazer, para cada sobrinho ficar com igual quantia? Uma proposta foi juntar o dinheiro todo e reparti-lo igualmente pelos 3, ou seja, calcular a **média** das quantias 8, 2 e 5. Assim, decidiu que cada um ficaria com a seguinte quantia:

$$\frac{8+2+5}{3} = 5$$

Afinal basta o Huguinho dar 3 euros ao Luisinho e cada um fica com 5 euros!

Estas são apenas algumas sugestões de actividades que podem ser desenvolvidas junto de alunos do 1º ciclo do ensino básico, de modo a tenham um primeiro contacto com as técnicas estatísticas básicas de organização e interpretação de dados. Os professores desse ciclo de ensino, com a sua experiência, certamente nos irão trazer outras propostas.



SCIENCIA DA STATISTICA na formação das “gerações do futuro”

Maria Eugénia Ferrão, *meferrao@ubi.pt*
Universidade da Beira Interior

Nota introdutória

Apercebi-me, recentemente, através do *Memorial da Sociedade Portuguesa de Estatística*, que a Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra se encontra nas origens do ensino da Estatística em Portugal (Sousa, 2005:31). “Uma curiosidade”, pensei surpreendida. Sousa (1995:13) refere que foi em 1841, que Adrião Forjaz de Sampaio iniciou, em Portugal, o ensino da Estatística, considerando-a “como uma ciência “nova” na Europa, “novíssima” em Portugal, intimamente ligada à Economia Política...”. Fui à Biblioteca da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra...

Tendo recebido o honroso convite do Professor Fernando Rosado para escrever sobre o Ensino - Aprendizagem da Estatística e não sendo *Educação Estatística* a minha área de investigação, o contributo resultaria da experiência na concretização da Educação Estatística. Nos últimos anos, tenho trabalhado essencialmente com os cursos de Ciências Sociais e Humanas. Pareceu-me ser esta uma boa oportunidade para partilhar a descoberta que fiz naquela biblioteca e também algumas preocupações sobre o ensino da Estatística nos dias de hoje.

Já na sala de Catálogo e com os originais¹ de Adrião Forjaz de Sampaio na mão, tive a certeza de que aqueles livros constituíam o material didático mais inovador, naquele tempo, para colocar Portugal a par do que se fazia na Europa. A inovação designava-se *Sciencia da Statistica*. Os textos testemunham igualmente a dedicação do autor ao estudo pormenorizado do melhor que na altura se fazia na Europa.

PRIMEIROS ELEMENTOS DA **SCIENCIA** DA **STATISTICA,**

EXTRAIDOS PRINCIPALMENTE DO JORNAL DOS TRABALHOS DA
SOCIEDADE FRANCEZA DE STATISTICA UNIVERSAL PARA
AUXILIO DAS PRELECÇÕES SUPPLEMENTARES DO CURSO DE
ECONOMIA POLITICA DA FACULDADE DE DIREITO DA UNI-
VERSIDADE DE COIMBRÁ,

POR

Adrião Pereira Forjaz de Sampaio,
Lente Substituto Ordinario da faculdade de direito
da Universidade de Coimbra, e Socio da Aca-
demia Real das Sciencias de Lisboa.

Sciencia da Statistica

O ensino da Estatística em Portugal teve início na Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, sob proposta do Conselheiro António Nunes de Carvalho, em reunião do Conselho do dia 9 de Julho de 1840. A proposta formulada foi a seguinte:

...juntamente com as disciplinas d'economia politica se ensinassem os princípios fundamentaes da statistica, pela intima relação d'ambas estas sciencias, grande interesse da segunda, e necessidade, que por vezes significáramos ao mesmo Conselho, de acrescentar outros estudos ao da economia política, insufficiente para as lições de todo um anno, a não se occupar o professor com longos discursos e dissertações, improrrias para o ensino.

Note-se a inquietação com a conformidade da disciplina em termos dos conteúdos, da estrutura e do método de ensino. Esta citação foi extraída da “Prefação” ao primeiro livro de Estatística publicado em Portugal. A autoria é de Adrião Pereira Forjaz de Sampaio, datado de 1841, e intitula-se “Primeiros Elementos da SCIENCIA da STATISTICA”. Ainda no prefácio, o autor fala da importância da Estatística e do seu estado de desenvolvimento em Portugal e na Europa,

A sciencia da statistica é nova na Europa, e novissima em Portugal: acolá grande numero de sociedades de statistica, obras e jornaes de theoria e de pratica, em Inglaterra, França, Alemanha, Itália &c., o disvelo dos governos em recolher os factos statisticos, e em promover e animar os trabalhos locais e particulares, revela tamanho zelo e ardor pela sciencia, que não são para admirar os passos agigantados, que nestes últimos annos tem andado, e os brilhantes destinos, que o futuro lhe prepara: aqui quase tudo resta para fazer, os desejos e trabalhos d’alguns doutos portuguezes não tem achado apoio entre os seus concidadãos, e o gosto pela statistica apenas começa de apontar; mas a lei exige-o das superiores authorities administrativas; e a pátria demanda-o e espera-o firmemente da mocidade estudiosa.

gosto pela statistica e a mocidade estudiosa

Como é que se cultiva o *gosto pela statistica* na *mocidade estudiosa* do sec.XXI? A este respeito, Hogg (1991, p. 342) chamou a nossa atenção pela responsabilidade em (não) cativar os alunos

Some of us have taken the ‘joy and fun’ out of studying statistics, because we fail to communicate our enthusiasm and excitement about statistics. [...] students frequently view statistics as the worst course taken in college.

A motivação e a atitude é determinante na aprendizagem da Estatística (Tremblay, Gardner, Heipel, 2000). Martin (2003, p.301), ao estabelecer aspectos chave para o ensino-aprendizagem em Artes e Ciências Sociais e Humanas, assume não ser possível a aprendizagem passiva ou o “consumo” de conhecimento. Principalmente nestes cursos, onde os alunos têm menos apetência para as disciplinas quantitativas, o professor tem de ser muito criativo para conseguir atrair a atenção e despertar o interesse dos alunos (Kyle, 2003:417). Investigadores em Educação Estatística dão-nos algumas sugestões sobre as diversas e melhores estratégias que podem ser seguidas. Garfield (1995) incluiu a aprendizagem activa e o trabalho cooperativo, desenvolvido em pequenos grupos, entre os dez princípios para a aprendizagem da Estatística. A autora menciona igualmente a importância da utilização do computador e programas estatísticos na resolução de problemas reais. Sendo este um meio para ajudar os alunos a visualizar e a explorar os dados, é certamente um estímulo à interpretação crítica de resultados, à construção de argumentos e à aplicação a novas situações. Hoje em dia, temos à disposição bases de dados, de elevada qualidade, acompanhadas de relatórios técnicos que são autênticos compêndios de metodologia estatística. São recursos que permitem a desejável contextualização dos programas curriculares a cada área de especialidade².

Statistica, corpo e alma

Voltando ao texto de Forjaz de Sampaio, na secção “Noções geraes” consta que “a *statistica* vem a ser a sciencia da situação actual dos estados, ou de suas forças e recursos presentes moraes e materiaes, por via de resultados de seu governo, território, numero, industria, e civilização, da povoação.”. Passado quase um século sobre a definição de Estatística da autoria de Achenwald, também em Portugal ela foi associada à ciência do estado. Sob a influência de Mone, Forjaz de Sampaio divide a *sciencia da statistica* em *theorica* e *pratica*.

A primeira ensina quaes são os dados, de que deve concluir-se o conhecimento da situação presente do estado, e que para este fim hão de ser colligidos, e coordenados na statistica sensu stricto do mesmo estado; [...] A segunda consiste na applicação da primeira a um estado determinado.

E, para que ficasse bem patente a complementaridade de uma e outra, incluiu a seguinte citação de Mone³:

A statistica pratica, que não reconhece theoria, é um corpo sem alma; e a theoria, que não quizer aprender cousa nenhuma da pratica é uma alma sem corpo: ambas auxilião-se, e aperfeiçoão-se reciprocamente.

Na actualidade, o objecto de estudo da Estatística é vastíssimo comparativamente àqueles tempos, e também mereceu alteração a classificação do que é “teoria” e “prática”. No entanto, independentemente do objecto e do critério de classificação, a complementaridade referida no excerto mantém-se actual. Se conseguíssemos, alunos e professores, tal complementaridade, talvez evitássemos a situação-tipo descrita por Hubbard (1997) ...

When graduate students from a variety of disciplines approach me for help with analysing or interpreting their data, I always begin by asking if they understand the statistical term “standard deviation”. Their standard response is, “It is something that you calculate from a formula”.

...e contribuíssemos para formar as gerações a que Darwin⁴ (1938) se referiu:

generations will grow up which have a facility that few of us at present possess in thinking about the world in the way which quantum theory has shown to be the true one. The inaccuracies and uncertainties of the world will be recognised as one of its essential features. Inaccuracy in the world will not be associated with inaccuracy of thought, and the result will be not only a more sensible view about the things of ordinary life, but ultimately, as I hope, a fuller and better understanding of the basis of natural philosophy.

Referências bibliográficas

Alarcão, I. (2000) – Para uma Conceitualização dos Fenómenos de Sucesso/Insucesso Escolares no Ensino Superior, in J. Tavares e R. Santiago (Orgs.), *Ensino Superior: (In)sucesso Académico*, Porto, Porto Editora.

Darwin, C. (1938). Presidential address to the Mathematical and Physical Sciences section of the British Association. In *The Advancement of Science*, 21-34. London: British Association for Advancement of Science.

Hubbard, R. (1997). Assessment and the process of learning statistics. *Journal of Statistics Education*, v.5, n.1.

Kyle, Joe (2003). Key aspects of teaching&learning in Mathematics and Statistics. In H. Fry, S. Ketteridge, S.Marshall (Eds.), *A handbook for teaching and learning in Higher Education*. RoutledgeFalmer: London and New York.

Martin, Philip W. (2003). Key aspects of t&l in arts, humanities and social sciences. In H. Fry, S. Ketteridge, S.Marshall (Eds.), *A handbook for teaching and learning in Higher Education*. RoutledgeFalmer, London and New York.

Royal Statistical Society (1947). Report on the teaching of statistics in universities and university colleges. *J.R.Statist.Soc. A*, 110, 51-57.

Forjaz de Sampaio, Adrião Pereira (1841). *PRIMEIROS ELEMENTOS DA SCIENCIA DA STATISTICA*. Coimbra: Imprensa de Trovão & Companhia.

Sousa, Fernando de (1995). *História da Estatística em Portugal*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

Sousa, Maria de Fátima F. (2005). O Ensino da Estatística em Portugal nos Últimos 150 Anos. Em Rosado, F. (Ed.), *Memorial da Sociedade Portuguesa de Estatística*. Lisboa: Edições SPE.

¹ O agradecimento à Biblioteca da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra pela disponibilização do material que aqui se encontra reproduzido.

² A título de exemplo, os dados do Programme for International Student Assessment (disponível em www.pisa.oecd.org/pisa/), do European / World Values Survey (disponível em <http://www.esds.ac.uk/international/access/evs.asp>) da Labour Force Survey (disponível em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>) constituem material de trabalho fantástico para ser usado nos cursos de Educação, Economia, Psicologia, Sociologia ou Ciência Política, entre outros. No que se refere à produção Estatística nacional, a Rede de Informação do INE em Bibliotecas do Ensino Superior veio facilitar muito o acesso aos dados e às estatísticas oficiais. O Recenseamento da População e da Habitação, ou os dados/resultados dos diversos Inquéritos do INE, podem ser estudados desde as primeiras aulas de Estatística.

³ Journal des travaux, Société Française de Statistique Universelle, 1833.

⁴ Segundo o relatório da Royal Statistical Society (1947).

Mudanças no ensino da estatística

João A. Branco, jbranco@math.ist.utl.pt
Departamento de Matemática e CEMAT
Instituto Superior Técnico

1. Introdução

Embora a necessidade de extrair informação relevante de conjuntos de dados que observamos na natureza ou resultam da actividade experimental, seja conhecida desde longa data, a estatística como disciplina que deve ser ensinada a um grande número de pessoas tem uma história ainda curta. Nessa história curta, que corresponde a um período que nem sequer chega a perfazer um século, o ensino da estatística tem vindo a requerer mudanças. Neste trabalho de síntese destacam-se aspectos relevantes, que justificam essas mudanças: diferentes convicções do que deve ser a actividade estatística, a generalização do ensino da estatística e a necessidade de conhecimentos básicos de estatística requerida pelo cidadão comum, e o uso das novas tecnologias no ensino.

2. Uma visão do percurso do ensino da estatística

Quando o homem, em determinado momento da sua evolução, começa a registar de forma permanente os acontecimentos que surgem à sua volta, está, usando uma linguagem moderna, a constituir um repositório de dados do qual se pode servir para recordar o passado e para ir buscar informação que o ajude a tomar as melhores decisões sobre a sua vida presente e sobre o seu futuro. Esta atitude traduz já o que hoje se considera o objectivo da estatística, embora a própria palavra estatística tenha surgido apenas muito mais tarde, por volta dos meados do século XVIII.

A estatística é portanto muito antiga, mas, como se verá, como disciplina que requer aprendizagem e deve ser ensinada tem uma história ainda muito curta. No início o uso da estatística confinava-se a descrever os dados provenientes das actividades do Estado, organizando esses dados e observando padrões, tendências e casos extremos. À medida que a actividade científica crescia, crescia também a produção de dados que essa actividade gera, e crescia o interesse dos cientistas por métodos capazes de ajudar a analisar esses dados. Foi neste ambiente de desafio e necessidade criado pelo crescente interesse pela investigação científica, sobretudo nas áreas da biologia e da agricultura, que se desenvolverem os primeiros métodos estatísticos.

O princípio do percurso

No princípio do século XX é notório que as necessidades estatísticas requeridas pelo progresso dos vários ramos da ciência são cada vez maiores pois os problemas de natureza estatística surgidos com a intensificação e complexidade do trabalho científico são cada vez em maior número. Torna-se então claro que é preciso acudir aos cientistas divulgando entre eles e entre todos os potenciais utilizadores da estatística os métodos estatísticos que iam sendo desenvolvidos, sob o entusiasmo desta forte motivação.

Ao escrever o livro *Statistical Methods for Research Workers*, Fisher (1925), veio responder às necessidades existentes e ao mesmo tempo apresentar o tipo de estatística que inevitavelmente iria ser usada no ensino da estatística que na altura iniciava os primeiros passos. O livro é uma das obras mais influentes na divulgação dos métodos estatísticos em todo o século XX. Publicado em 1925, foi editado 14 vezes e traduzido do inglês para seis outras línguas tornando-se um trabalho de referência para muitos cientistas das mais variadas áreas. A décima quarta edição constitui a primeira parte do livro Fisher et al. (1995) cuja segunda e terceira partes são também os conhecidos livros de Fisher, *The Design of Experiments*, e *Statistical Methods and Scientific Inference*, respectivamente.

Outro livro notável na divulgação e ensino da estatística é o livro *Statistical Methods*, Snedecor and Cochran (1937), publicado 12 anos depois do livro de Fisher, e que não é mais do que uma versão alargada do conteúdo do livro de Fisher. Enquanto que o livro de Fisher se mantinha sobretudo como um livro de consulta o livro de Snedecor (com mais de 25 impressões aquando da oitava edição em 1989) depressa se tornou um livro de texto usado, no início, por estudantes dos últimos anos da graduação, desejando prosseguir cursos de pós-graduação com alguma componente estatística, e mais tarde nos cursos de graduação à medida que a estatística ia sendo reconhecida como um tema académico e a prática do

ensino da estatística se ia estendendo às universidades. Estes dois livros estabelecem uma visão da estatística e marcam um estilo de ensino apropriado para programas de inferência estatística ou estatística matemática. Estes programas incluem uma parte de probabilidade, aspecto a que não é alheio o facto dos cursos de estatística estarem a ser criados em departamentos de matemática. Esta abordagem estava consolidada por voltas dos finais dos anos cinquenta e a sua aplicação a cursos de introdução à estatística torna-se então comum.

Contestação

Para perceber melhor este contexto e o que virá a seguir é útil lembrar a primeira frase do livro de Fisher, com a qual ele anuncia a sua interpretação do que é a estatística:

'The science of statistics is essentially a branch of Applied Mathematics, and may be regarded as mathematics applied to observational data.'

Ao fim de algumas dezenas de anos esta forte ligação à matemática tão convictamente anunciada por Fisher começa a ser criticada por vários estatísticos eminentes, algumas vezes de forma aparentemente razoável, como acontece em Yates and Healy (1964),

'As well as this, the possession of skills in advanced mathematical manipulation provides no guarantee that a man will be capable of understanding and appreciating basic logical principles, much less that he will make a good statistician ... This lack of understanding, we suspect, is in part due to defect in modern training in theoretical mathematics.'

Ou de forma mais radical, como em Kempthorne (1980),

'...statistics has been captured and enslaved by mathematicians,'

e Moore (1988)

'Statistics is no more a branch of mathematics than is economics, ... It is a separate discipline that makes heavy and essential use of mathematical tools, but has origins, subject matter, foundational questions and standards that are distinct from those of mathematics.'

As críticas são bem mais abundantes, como se pode verificar pela leitura de quatro artigos publicados ainda recentemente, 1998, na revista 'The Statistician', Bailey (1998), Hand (1998), Sprent (1998) e Senn (1998), que envolve uma elucidativa discussão alargada a mais 21 reputados estatísticos. Esta situação que se prende com a polémica à volta de saber se a estatística é ou não um ramo da matemática não favorece a posição da estatística como disciplina autónoma e tem tido influência no ensino da estatística.

Sinais de mudança

A mudança requerida pelos críticos da fórmula (estatística/ensino) geralmente adoptada, juntamente com vários acontecimentos que foram surgindo ao longo do último quarto do século XX, veio tornar ainda mais premente a necessidade de repensar o currículo e o sistema de ensino, sobretudo de cursos de nível introdutório. Esses acontecimentos incluem i) o aumento enorme do número de cursos e alunos, com a extensão do ensino da estatística aos alunos do ensino pré-universitário que começou a intensificar-se nos anos oitenta ii) a diferença entre os alunos do passado, em geral com melhores conhecimentos quantitativos, com a formação em estatística a surgir no final do curso, e entusiasmados em carreiras em que os conhecimentos estatísticos são necessários, e os alunos dos dias de hoje que têm a disciplina de estatística mais cedo, que têm formação quantitativa muito variada e que não estão em geral motivados para virem a utilizar a estatística na prática, iii) a necessidade de dar à população em geral uma formação

básica que permita às pessoas enfrentarem a quantidade de informação estatística que inunda a sociedade actual, isto é, resolver o problema da literacia estatística iv) o facto de tanto as escolas com os estudantes se terem apetrechado com computadores, iv) a disponibilidade de outras tecnologias muito convenientes para o ensino.

Outra boa razão para a mudança é também saber que os alunos não gostam ou não são atraídos pela estatística. Este é um facto de que muitos professores se queixam e saber porque é que isto acontece interessa a todos. Será porque a estatística é difícil de aprender, pois vários dos conceitos fundamentais da estatística são abstractos e muito complexos, como é o caso da noção de acontecimento aleatório? E quanto a captar a ideia de variabilidade e os conceitos de variável aleatória, de distribuição de probabilidade e de independência? E quanto à interpretação dos resultados de uma análise estatística, geralmente de natureza probabilista e envolvendo várias soluções? Será que o aluno se desinteressa porque não consegue ver a ligação da estatística com o mundo real ou porque tem dificuldades em comunicar os resultados de uma análise estatística de uma forma compreensível?

Tantas interrogações solicitam naturalmente a reflexão de todos os que utilizam a estatística e sobretudo dos que ensinam estatística. É que o panorama do ensino, como se praticava no início dos anos trinta do século XX, em que os alunos, como já foi dito, são poucos, contactam com a estatística na parte final dos seus cursos e estão motivados para a prática da estatística nas suas carreiras de investigação, já não existe mais. A estatística chegou para toda a gente, o número de alunos a quem se ensina estatística é possivelmente superior ao número de alunos que frequenta outra qualquer disciplina, e a lista de cursos com uma disciplina de estatística é muito vasta pois estão envolvidas praticamente todas as áreas científicas. As questões que se colocam a todos são as questões habituais, poucas e muito claras: o que ensinar, a quem ensinar, quando ensinar, quem deve ensinar e como avaliar.

Este movimento em prol do ensino da estatística contou desde o início com o interesse e a colaboração do ISI (*International Statistical Institute*) que em 1991 criou a secção IASE (*International Association of Statistical Education*) com o objectivo de promover a educação em estatística a todos os níveis, desde a escola primária, passando pelo treino de profissionais de estatística e o público em geral. Para estabelecer comunicação entre os participantes do movimento a IASE organiza regularmente conferências (ICOTS – *International Conference on Teaching Statistics*), participa nos congressos do ISI, organiza encontros satélite dos congressos do ISI e mesas redondas associadas ao ICME (*International Congress of Mathematical Education*). Não esquecendo o moderno problema que é a literacia estatística, a IASE mantém, desde 2002, o projecto ISLP (*International Statistical Literacy Project*) com vista a fornecer informação e disponibilizar recursos para todos os interessados na literacia estatística, contribuindo assim para ajudar a resolver o problema da literacia estatística em todo o mundo. Para responder com segurança às questões colocadas sobre o ensino da estatística a IASE promove ainda a investigação em educação em estatística, com o objectivo de desenvolver investigação sobre o ensino e aprendizagem da estatística e da probabilidade. Os resultados desta actividade são relatados em duas outras publicações da IASE, o SERJ (*Statistical Education Research Journal*) que data de 2002 e a SERN (*Statistical Education Research Newsletter*) que data do ano 2000. Além destas iniciativas da IASE existem várias outras, entre as quais se destacam duas revistas, *Teaching Statistics* que se publica desde 1979 e *Journal of Statistical Education* onde se publicam os resultados dos trabalhos de um grande número de professores e investigadores cujo interesse é o ensino da estatística e da probabilidade. *The American Statistician* é outra revista que regularmente reserva espaço para a problemática relativa ao ensino da estatística. Vere-Jones (1995) descreve com detalhe a evolução do ensino da estatística desde 1948, isto é, durante quase cinquenta anos.

3. Tendências recentes

Segundo a fórmula clássica o ensino da estatística incide especialmente em teoria, no estudo dos métodos e na manipulação e cálculo de expressões, descurando o contacto com a prática da estatística no terreno, onde muitos dos conceitos se revelam e são melhor compreendidos. Distinta desta fórmula é a atitude que privilegia a compreensão dos conceitos fundamentais, que forma a base da estatística, e que dá relevo ao desenvolvimento do raciocínio estatístico. Esta postura é geralmente seguida pelos defensores da mudança. O problema está em saber como é que aqueles objectivos podem ser alcançados.

A lista de possibilidades pode ser grande, mas os aspectos considerados mais imprescindíveis são: i) in-

corporação de dados, dados reais, no ensino, ii) análise dos dados, iii) uso de calculadoras, computadores e software, iv) produção de relatórios das análises estatísticas efectuadas, v) apresentação oral dos resultados. Os computadores devem ser usados não apenas para fazer funcionar certos algoritmos mas para visualizar os dados efectuando diferentes representações dos mesmos (histogramas, caixa com bigodes) e explorando outros aspectos. O software pode e deve servir para fazer experimentação diversa, que facilita a compreensão de conceitos fundamentais (gerar amostras a partir de uma população, calcular a média de cada amostra e observar a distribuição das médias calculadas, fazer variar os parâmetros de modelos conhecidos e observar o que se passa).

Uma vez que o estudante aprende melhor uma actividade quando executa essa actividade ou quando está vivamente envolvido nela, muitos autores preconizam a realização de cursos com base em actividades desenvolvidas em laboratório ou na própria sala de aula, e a realização de pequenos projectos. Isto é, acredita-se que o aluno aprenderá melhor os conceitos e o raciocínio da estatística fazendo estatística. Esta filosofia do 'aprender fazendo' vai ao ponto de recomendar que seja o aluno a coleccionar os dados do seu próprio projecto pois ao executar essa tarefa ele está a aprender a conhecer os dados, as condições em que foram obtidos, alguns dos mecanismos que os governam e a área de trabalho em que se desenvolve o projecto. Uma experiência sobre aprendizagem da estatística, nos moldes do que se acaba de referir é relatada em Smith (1998), tendo o seu autor e os próprios alunos, em resposta a inquérito anónimo realizado no final da experiência, considerado ter sido um grande sucesso. Muitas outras experiências estão descritas em trabalhos publicados, nas revistas da especialidade já indicadas. Em *Innovations in Teaching Statistics*, livro editado por Joan Garfield em 2005, catorze dedicados professores de cursos introdutórios de estatística, leccionados em diferentes escolas e dirigidos a diferentes áreas de trabalho, descrevem experiências de ensino indicando o conjunto de ideias, de tarefas, de organização e de métodos de trabalho que envolveram as suas tentativas de fazer um ensino da estatística rico na prática das ideias e do raciocínio da estatística. Este conjunto de trabalhos fornece informação preciosa sobre muitos aspectos do ensino da estatística apresentando um conjunto de pistas que podem ser seguidas por outros. Trata-se de uma visão sumária das ideias e das tendências actuais que estão a ser avançadas por profissionais especialmente atentos às mudanças que estão a ser requeridas no ensino da estatística.

Interessa saber quais os efeitos gerais destes estudos e qual a consciência colectiva relativamente às mudanças que se pretendem. Será que a comunidade de profissionais de ensino da estatística sente a necessidade da mudança e está a trabalhar no sentido de identificar o novo paradigma de ensino ou estará na expectativa de reformas anunciadas? Seja como for conta-se com o facto do ensino não ser uma actividade estática, mas sim uma actividade em os professores dedicados estão sempre prontos para promover de maneira continuada a melhoria da qualidade do ensino que praticam.

4. Comentário final

De um modo que é naturalmente pouco preciso podemos apontar os finais do primeiro quarto do século XX como o período em que surgem as primeiras preocupações e o interesse em dar início ao ensino da estatística. Para entender a evolução do ensino da estatística é preciso acompanhar o seu percurso desde esse período até aos nossos dias. No início deste percurso está o livro que Fisher publicou em 1925, que passa a ser o veículo mais importante para a divulgação e ensino da estatística, nessa altura confinado a investigadores e estudantes de pós-graduação em várias áreas científicas. A posição extraordinária desta publicação, num ambiente vazio de outras ferramentas que pudessem servir o ensino, aliada à autoridade científica do seu autor, passou a influenciar a orientação do ensino, em particular quando este se alargou à universidade. O estilo de ensino que derivou destes primeiros movimentos, para ajudar a estatística a estabelecer-se, acabaria por ser posto em causa por razões que se prendem com a generalização do ensino, a introdução dos computadores nas escolas e por se considerar que o paradigma clássico não promove a indispensável compreensão das ideias fundamentais da estatística e do raciocínio estatístico. Não nos podemos esquecer que o passado tinha grandes limitações, e práticas que passaram a ser correntes nos dias de hoje eram simplesmente proibitivas naqueles tempos. Se para captar o raciocínio usado pela estatística é especialmente importante praticar a análise de dados e resolver problemas reais, como é que no passado, antes do advento dos computadores, isso poderia ser feito? Era inevitável que a insistência fosse mais na teoria e no estudo dos métodos. Muitas vezes não é uma questão de querer mas antes uma questão de poder.

As mudanças que muitos autores têm vindo a reclamar estão em preparação e, como se verifica neste texto, a actividade de estudo e investigação sobre a nova visão e novos métodos para o ensino da estatística é muito grande.

Em Portugal o ensino da estatística nas universidades é muito recente, tendo sido estabelecido definitivamente há pouco mais de vinte anos, apenas. E o ensino da estatística ao nível pré-universitário chegou também de forma definitiva há cerca de uma dezena de anos. Branco (2000) descreve como é que o ensino da estatística para o ensino não universitário chegou às escolas portuguesas. Como é que o ensino da estatística nestas escolas veio influenciar o ensino ao nível superior? E qual foi a contribuição deste ensino para a literacia estatística dos alunos? Que reacções têm sido notadas e que actividades têm sido desenvolvidas no sentido de acompanhar as ideais de mudança da fórmula tradicional do ensino da estatística? As respostas a estas perguntas são essenciais para se poder avaliar o presente e acautelar o futuro do ensino da estatística em Portugal.

O ensino da estatística tem vindo a mudar ao longo do tempo e certamente continuará a mudar impelido por novas razões com que o futuro nos irá surpreender. Porém o mais importante é que essas mudanças levem o homem a dominar cada vez melhor o que é a estatística pois é a estatística que nos oferece uma ajuda preciosa para conseguirmos concretizar uma das ambições mais ansiadas do ser humano: conhecer bem o mundo em que vive ao ponto de saber prever como pode reagir em função da variabilidade e da incerteza dos fenómenos que se vão desencadeando à sua volta.

Referências

- Bailey, R. A. (1998). Statistics and mathematics: the appropriate use of mathematics within statistics. *The Statistician*, **47**, 261-271.
- Branco, J. A. (2000). A Estatística no Secundário: O Ensino e seus Problemas. In *Ensino e Aprendizagem da Estatística*, C. Loureiro, F. Oliveira, L. Brunheira (eds), 10-30. Sociedade Portuguesa de Estatística, associação de Professores de Matemática, Departamento de Educação e de Estatística e Investigação Operacional da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Fisher, R. A. (1925). Statistical Methods for Research Workers. *Biological Monographs and Manuals Series*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Fisher, R. A., Yates, F. (foreword) and Bennett, J. H. (ed) (1995). *Statistical Methods, Experimental Design, and Scientific Inference: A Reissue of Statistical Methods for Research Workers, The Design of Experiments, and Statistical Methods and Scientific Inference*. Oxford University Press, Oxford.
- Kemphorne, O. (1980). The teaching of statistics: content versus form. *The American Statistician*, **34**, 17-21.
- Hand, D. J. (1998). Breaking misconceptions - statistics and its relationship to mathematics. *The Statistician*, **47**, 245-250.
- Garfield, J. B. (ed) (2005). *Innovations in Teaching Statistics*. The Mathematical Association of América, MAA Notes **65**.
- Moore, D. S. (1988). Should mathematicians teach statistics? (with discussion). *The College Mathematical Journal*, **19**, 3-35.
- Senn, S. (1998). Mathematics: governess or handmaiden?. *The Statistician*, **47**, 251-259.
- Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. (1937). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Iowa.
- Smith, G. (1998). Learning statistics by doing statistics. *Journal of Statistical Education*, **6**, 3.
- Sprent, P. (1998). Statistics and mathematics - trouble at the interface?. *The Statistician*, **47**, 239-244.
- Vere-Jones, D. (1995). The coming of age of statistical education. *International Statistical Review*, **63**, 3-23.
- Yates, F. and Healy, M. J. R. (1964). How should we reform the teaching of statistics. *Journal of the Royal Statistical Society A*, **127**, 199-210.



Ciência Estatística

• Teses de Mestrado

Título: Análise de Dados Categorizados com Omissão

Autor: Frederico Zanqueta Poletto, *fred@poletto.com*

Orientadores: Julio Singer e Carlos Daniel Paulino

Título: Statistical Methodologies for the Analysis of DNA Microarray Data

Autora: Ana Rita Grosso, *agrosso@fm.ul.pt*

Orientadores: M.A. Amaral Turkman e Lisete M. Sousa

Título: Análise de Tabelas de Contingência Ordinais

Autora: Susana Isabel da Silva Pedrosa Pinto, *susanapin@hotmail.com*

Orientadora: Margarida Mendes Leal

Título: Predição da Topologia de Proteínas Transmembranares: Modelos de Markov Escondidos não Homogéneos sob uma Perspectiva Bayesiana

Autor: Paulo Jorge Moura Pinto da Costa Dias, *pjdias@hotmail.com*

Orientadora: Lisete Sousa

Título: Estimação Cokriging em Processos Anisotrópicos – Aplicação à Medição da Precipitação em Área

Autora: Paula Cristina Pires Simões, *paulacpsimoes@hotmail.com*

Orientador: Eduardo Severino

Título: Implementação e Desenvolvimento de Modelos de Tabelas de Vida para a Avaliação e Gestão de Tubarões de Profundidade”

Autora: Lúcia de Fátima Fernandes Ventura, *luciaventura21@hotmail.com*

Orientadoras: Maria Lucília Carvalho e Ivone Figueiredo

Título: Previsão de Pontas de Consumo Eléctrico”

Autor: Mário Bruno Mendes Martins Ferreira, *mariobruno.ferreira@ren.pt*

Orientador: Feridun Turkman

Título: Análise das Correspondências Múltiplas. Inquérito à Satisfação de Clientes dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Loures

Autora: Ana Sofia Ferros Magalhães de Lima Gonçalves Vaz, *ana.s.vaz@netcabo.pt*

Orientadora: Margarida Mendes Leal

Título: Cartas de Controlo de Qualidade

Autora: Andrea Cristina de Loureiro Pinto, *andrea_pinto@mail.pt*

Orientadora: Cristina Maria Tavares Martins

Título: Estudo comparativo de dois protocolos de estimulação ovárica, Agonista/Antagonista da GnRH, em mulheres submetidas a Fertilização in vitro / Injecção Intracitoplasmática de espermatozóide

Autora: Maria de Fátima Magalhães de Barros Pinto, *fatimamp@yahoo.com.br*

Orientadores: Maria Margarida da Fonseca e Castro e Mário Manuel da Silva Leite Sousa

• Teses de Doutoramento

Título: Tratamento de Dados Omissos e Métodos de Imputação em Classificação

Autora: Ana Lorga da Silva, *ana.lorga@ulusofona.pt*

Orientadores: Helena Bacelar-Nicolau e Gilbert Saporta

Na minha tese, estudou-se o efeito dos dados omissos em classificação de variáveis, principalmente em classificação hierárquica ascendente, de acordo com os seguintes factores: percentagens de dados omissos, métodos de imputação, coeficientes de semelhança e métodos de classificação.

Supõe-se que os dados omissos são do tipo MAR (“missing at random”), isto é, a presença de dados omissos não depende dos valores omissos, nem das variáveis com dados omissos, mas depende de valores observados sobre outras variáveis da matriz de dados.

Os dados omissos satisfazem um padrão maioritariamente monótono.

Utilizaram-se as técnicas, em presença de dados omissos “listwise” e “pairwise”; como métodos de imputação simples: o algoritmo EM, o modelo de regressão OLS, o algoritmo NIPALS e um método de regressão PLS. Como métodos de imputação múltipla, adoptou-se um método baseado sobre o modelo de regressão OLS associado a técnicas bayesianas; propôs-se também um novo método de imputação múltipla baseado sobre os métodos de regressão PLS.

Como métodos de classificação hierárquica utilizaram-se classificações clássicas e probabilísticas, estas últimas baseadas na família de métodos VL (validade da ligação). Os métodos de classificação hierárquica utilizados foram, “single”, “complete” e “average” “linkage”, AVL e AVB. Para as matrizes de semelhança utilizou-se o coeficiente de afinidade básico (para dados contínuos) – que corresponde ao índice d’Ochiai para dados binários; o coeficiente de correlação de Pearson e a aproximação probabilística do coeficiente de afinidade centrado e reduzido pelo método-W.

O estudo foi baseado em dados simulados e reais.

Utilizou-se o coeficiente de Spearman, para comparar as estruturas de classificação hierárquicas e para as classificações não hierárquicas o índice de Rand.

Ana Lorga da Silva

Título: Modelação Estatística da Qualidade das Águas de Superfície da Bacia Hidrográfica do Rio Ave

Autora: Arminda Manuela Gonçalves, *mneves@mct.uminho.pt*

Orientadora: Teresa Alpuim

Na minha tese são desenvolvidas novas metodologias no sentido de permitir a modelação estatística da concentração de poluentes nas águas de superfície da Bacia Hidrográfica do rio Ave, localizada no Noroeste de Portugal. Pretende-se também avaliar o desempenho das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR’s) instaladas nos finais do ano hidrológico de 1998, nesta bacia.

O conjunto de dados utilizados diz respeito a valores mensais de variáveis de qualidade da água observados entre 1988 e 2003, em 20 estações de amostragem de Qualidade.

Utilizando métodos da Estatística Descritiva efectua-se uma análise preliminar espaço-temporal das variáveis de Qualidade da água de forma a identificar os trechos do rio Ave e dos seus principais afluentes especialmente críticos, identificar as variáveis de Qualidade com os piores e os melhores comportamentos e detectar padrões de comportamento ao longo do tempo observado.

São utilizados procedimentos da Estatística Multivariada, mais especificamente, uma variante apropriada da Análise de Clusters, para classificar as estações de amostragem de Qualidade em grupos homogêneos (no espaço e no tempo), com base nas variáveis de qualidade.

Com o objectivo de obter estimativas dos valores mensais de precipitação em área, nas estações de amostragem de Qualidade, é desenvolvida uma metodologia, com recurso a processos determinísticos (Polígonos de Thiessen) e estocásticos (Kriging), a ser aplicada aos dados disponíveis de precipitação existentes nesta bacia. Os valores estimados vão representar o factor hidro-meteorológico na modelação (espaço-temporal) da qualidade da água.

As séries das variáveis de Qualidade observadas nas estações de amostragem pertencentes a grupos homogêneos ajustam-se Modelos Lineares, seleccionando-se aqueles que melhor descrevem e explicam a variação da qualidade da água ao longo do tempo. Em particular, estuda-se as tendências de evolução da qualidade da água para se poder dar resposta ao papel efectivo das ETAR’s numa melhoria de qualidade das águas superficiais da bacia.

Arminda Manuela Gonçalves

Título: Processos Auto-Regressivos de Coeficientes Aleatórios na Modelação de Dados de Contagem

Autora: Dulce Gomes, *dmg@uevora.pt*

Orientadora: Luísa Canto e Castro de Loura

Na minha tese foi abordado o estudo de modelos de séries temporais de valores inteiros não-negativos, também designadas de séries de contagem. Mais concretamente, a minha tese centrou-se no estudo de uma classe de modelos auto-regressivos de ordem 1, de coeficientes aleatórios e baseados numa generalização da operação thinning, proposta por Steutel e Van Harn em 1979. Dentro desta classe de modelos foram estudados dois casos particulares. O primeiro caso tem por base o facto dos coeficientes do modelo serem eles próprios também um processo estocástico. No segundo caso, considerou-se que os coeficientes constituem uma sucessão de variáveis aleatórias identicamente distribuídas sendo o modelo assim definido um caso particular do primeiro.

Estes modelos foram designados, respectivamente, por modelos generalizados auto regressivos de ordem 1 duplamente estocásticos, abreviadamente DSINAR(1) generalizado (as iniciais da denominação em inglês, Doubly Stochastic INteger AutoRegressive) e modelos generalizados auto-regressivos de ordem 1 de coeficientes aleatórios, abreviadamente RCINAR(1) (sigla de Random Coefficient INteger AutoRegressive).

Motivadas por um estudo sobre o impacto das ondas de calor na mortalidade, foi estudada também a modelação do número de óbitos registados diariamente em Évora, através dos modelos DSINAR(1) generalizados, usando como covariáveis as temperaturas máximas e mínimas diárias.

Modelar séries temporais de valores inteiros não-negativos pareceu-nos um desafio bastante aliciante, não só devido à sua importância, como também devido ao facto de ser um tema pouco explorado, contrariamente à modelação de séries temporais com suporte nos reais, através de modelos lineares e não-lineares, que tem sido assunto de vários estudos.

Dulce Gomes

Título: Some Problems on Bayesian Hierarchical Modeling of non-Gaussian Spatio-temporal Data

Autor: Jorge M. Mendes, *jmm@isegi.unl.pt*

Orientador: Feridun Turkman

Na minha tese trata-se de modelos espaciais e espaço-temporais para dados não-Gaussianos. A tónica é posta no uso de modelos hierárquicos Bayesianos, pela sua excelente capacidade de modelarem um vasto número de situações, incorporando parâmetros adicionais em diferentes níveis da hierarquia, sempre que necessário.

A tese é composta por seis capítulos. O capítulo 1 e 6 são marginais uma vez que dizem respeito ao “outline” e “final remarks”, respectivamente. No capítulo 2, por um lado, abordam-se algumas questões teóricas respeitantes às classes de processos espaço-temporais utilizados para modelar dados Gaussianos e não-Gaussianos, os problemas da inflação de zeros e da sobredispersão e as principais metodologias de simulação Bayesianas, em particular, “Markov Chain Monte Carlo”. Nos Capítulos 3, 4 e 5, por outro, tratam-se três casos distintos de dados não Gaussianos. Com efeito no Capítulo 3 é abordado o problema da modelação espaço-temporal da precipitação, em particular na zona do vale do rio Tejo. No Capítulo 4 é abordado o problema da modelação de dados de contagem com inflação de zeros. A este propósito é estudo o problema da modelação de dados provenientes de campanhas marítimas de avaliação de stocks de pescado, em particular da pescada na costa continental portuguesa entre a Figueira da Foz e Caminha. Por fim, no Capítulo 5, aborda-se o problema da modelação de dados de contagem com sobre--dispersão e heterogeneidade espacial. É estudado um conjunto de dados respeitantes às mortes por cancro do pulmão na Alemanha, entre 1986 e 1990.

Nos três casos estudados são enunciados modelos hierárquicos Bayesianos adaptados a cada uma das situações e apresentada, do ponto de vista computacional, a solução preconizada para a estimação dos respectivos parâmetros no âmbito das metodologias de “Markov Chain Monte Carlo” e amostragem de Gibbs.

Jorge M. Mendes

Max-estável ou Max-semiestável?

Sandra Dias, *sdias@utad.pt*

Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Dep. Matemática, CEAUL

Palavras chave: Modelos max-estáveis, modelos max-semiestáveis, testes de hipóteses, estimador de máxima verosimilhança, função quantil de cauda empírica.

Em trabalhos recentes têm sido desenvolvidos testes do tipo Crámer-von Mises para a condição de valores extremos (Dietrich et al. [2] e Drees et al. [5]). O estudo da distribuição limite das estatísticas de teste utilizadas nos referidos trabalhos fundamenta-se em resultados obtidos em Drees [3] e Drees et al. [4], respeitantes ao comportamento assintótico do processo quantil de cauda empírico em modelos cujos máximos são atraídos para alguma lei generalizada de valores extremos.

Como uma função distribuição max-semiestável apenas difere duma função distribuição max-estável pelo facto de incluir uma componente log-periódica, estes testes revelaram-se pouco robustos para modelos pertencentes ao domínio de atracção de uma max-semiestável (Hüsler e Li [6]). Neste trabalho desenvolve-se uma estatística de teste com o propósito específico de contrapor os domínios de atracção de uma max-estável com os de uma max-semiestável. Esta estatística de teste é construída com base no estimador de Pickands Generalizado (Fraga Alves [1]) pois este revela um comportamento limite diferente em modelos no domínio de atracção max-estável ou modelo no domínio de atracção max-semiestável. Deduz-se a lei limite da estatística de teste e procede-se à obtenção duma tabela da lei limite por simulação, uma vez que esta é matematicamente intratável. Também é efectuado um estudo do comportamento do teste em amostras de dimensão finita, contemplando modelos pertencentes ao domínio de atracção max-estável e modelos pertencentes ao domínio de atracção max-semiestável.

Referências:

- [1] Fraga Alves, M. I., “*Inferência em modelos extremos*”, Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 1998.
- [2] Dietrich, D., de Haan, L., Husler, J., “Testing Extreme Value Conditions,” *Extremes*, vol. 5, p. 71--85, 2002.
- [3] Drees, H., “On smooth statistical tail functionals,” *Scand. J. Statist.*, vol. 25, p. 187-210, 1998.
- [4] Drees, H., Ferreira, A., De Haan, L., “On maximum likelihood estimation of the extreme value index” *Annals of Applied Probability*, vol. 14, p. 1179-1201, 2002.
- [5] Drees, H., de Haan, L., Li, D., “Approximations to the Tail Empirical Distribution Function with Applications to Testing Extreme Value Conditions,” *Journal of Statistical Planning and Inference*, vol. 136, p. 3498-3538, 2006.
- [6] Hüsler, J., Li, D., “On testing extreme value conditions”, submetido.

• Artigos Científicos Publicados

- Caiado, J., Crato, N. e Peña, D. (2006) A Periodogram-based Metric for Time Series Classification. *Computational Statistics and Data Analysis*, 50, 2668-2684.
- Drees, H., de Haan, L. and Li, D. (2006) Approximations to the tail empirical distribution function with application to testing extreme value conditions. *J. Statist. Planning and Inference* 136 (10), 3498-3538.
- Gomes, M.I. and Figueiredo, F. (2006) Bias reduction in risk modelling: semi-parametric quantile estimation. *Test* 15 (2), 375-396.
- Gomes, M. I., Miranda, C. and Viseu, C. (2006) Reduced bias tail index estimation and the Jackknife methodology. *Statistica Neerlandica* 60, 4, 1-28
- Gonçalves, L., Zé-Zé, L. Prisco Pinheiro, H. and Amaral-Turkman, M.A. (2005) Statistical Aspects in Physical Mapping - Application to the genome of *O. oeni* strain GM. *Biometrics* 61, p.481-487.
- Haan, L. de and T.T. Pereira (2006) Spatial Extremes: the stationary case. *Ann. Statist.* 34 (1), 146-168.
- Marques, T. A., Pestana, D., and Velosa, S. (2006) Count Data Models in Biometry and Randomness Patterns in Birds Extra-Pair Paternity. *Biometrical Letters* 42 (2005), Nº 2, 81-112.
- Neves, C., Picek, J. and Fraga Alves, M.I. (2006) The contribution of the maximum to the sum of excesses for testing max-domains of attraction. *J. Statist. Planning and Inference* 136 (4), 1281-1301.
- Oliveira, O., Gomes, M.I. and Fraga Alves, M.I. (2006) Improvements in the Estimation of a Heavy Tail. *RevStat* 4:2, 81-109.
- Turkman, K. F. (2006) A note on the extremal index for space-time processes. *Journal of Applied Probab.* 43 (1), 114-126.

• Livros

- Título:** Análise de Dados Categorizados
Autores: Carlos Daniel Paulino e Julio Singer
Editora: Edgard Bücher. São Paulo. Brasil. Ano: 2006
- Título:** Introdução à Probabilidade e à Estatística. Volume I. 2ª edição. Revista e Atualizada.
Autores: Dinis Duarte Pestana e Sílvia Velosa
Editora: Fundação Calouste Gulbenkian. Serviço de Educação e Bolsas. Ano: 2006
- Título:** Ciência Estatística. Actas do XIII Congresso Anual da Sociedade Portuguesa de Estatística.
Editores: Luísa Canto e Castro, Eugénia Graça Martins, Cristina Rocha, Maria Fernanda Oliveira, Margarida Mendes Leal e Fernando Rosado
Editora: Sociedade Portuguesa de Estatística Ano: 2006
- Título:** Outliers em Dados Estatísticos
Autor: Fernando Rosado
Editora: Sociedade Portuguesa de Estatística Ano: 2006
- Título:** Statistics in Genomics and Proteomics -. vol 25 das edições CIM.
Editores: Wolfgang Urfer e M.A. Amaral Turkman
Editora: CIM Ano: 2006
- Título:** Statistical Applications in Bioinformatics - special issue of REVSTAT, vol 4, nº 1
Editores: Simon Tavaré e M.A. Amaral Turkman
Editora: Instituto Nacional de Estatística Ano: 2006