

Universidade Fernando Pessoa - Porto

**Relatório Pedagógico para Candidatura ao título de Agregado na
Especialidade de Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação -
Tratamento e Análise de Dados**

**O ensino da Estatística na Escola Superior de Saúde do
Politécnico do Porto - um contributo para a simetria de informação,
literacia e raciocínio estatísticos**

Elaborado nos termos da alínea b) do nº 2 do artigo 4º do Regulamento nº 307/2008,
publicado no Diário da República, 2ª série, nº 110, em 9 de junho de 2008

Rui da Assunção Esteves Pimenta

junho 2019

**O ensino da Estatística na Escola Superior de Saúde do
Politécnico do Porto - um contributo para a simetria de
informação, literacia e raciocínio estatísticos**

Relatório Pedagógico elaborado nos termos da alínea b) do nº 2 do artigo 4º do Regulamento nº 307/2008, publicado no Diário da República, 2ª série, nº 110, em 9 de junho de 2008

**Candidatura ao título de Agregado na Especialidade de Gestão da Informação
/Tratamento e Análise de Dados do Ramo de Conhecimento de Ciências da
Informação**

Rui Assunção Esteves Pimenta

Índice

Introdução	1
1. O papel do ensino da bioestatística na formação e na investigação em saúde	6
1.1 O papel do ensino da bioestatística na formação de profissionais de saúde	6
1.2 Princípios gerais sobre o Ensino da Bioestatística.....	8
1.3 Recomendações Curriculares: Estudos de Graduação	10
1.4 Recomendações Curriculares: Estudos pós-graduados	11
1.5 O papel da estatística e a utilização das TICs na investigação em ciências da saúde.....	11
1.6 Recomendações didáticas ao nível do ensino da Bioestatística	14
2. O Ensino da Estatística e do Tratamento e Análise de dados ESS do P.PORTO	17
2.1 Cursos conferentes de grau de Licenciado (1º Ciclo).....	17
2.2 Cursos conferentes de grau de Mestre (2º Ciclo).....	21
3. Bioestatística e Bioinformática enquanto área de formação e concessão de grau	29
3.1 Introdução	29
3.2 Objetivos do ciclo de estudos	30
3.3 Plano de estudos	31
3.3.1 Unidades curriculares do primeiro ano	32
3.3.2 Unidades curriculares do segundo ano.....	33
3.3.3 Corpo Docente e gestão académica.....	33
3.3.4 Propostas de temas de teses /estágios ano letivo 2018/2019	34
4. Conclusão	35

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1: Top Ten dos Tópicos Curriculares em Bioestatística</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 2: Mestrados em funcionamento na ESS com unidades curriculares de estatística autónomas.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 3: Mestrados em funcionamento na ESS com unidades curriculares de estatística partilhadas.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 4: Plano de Estudos do Mestrado em Bioestatística e Bioinformática</i>	<i>32</i>

Lista de Figuras

<i>Figura 1: Esquema representativo do desenvolvimento de um projecto</i>	<i>19</i>
---	-----------

Glossário

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
A3ES	Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior
I3S	Instituto de Investigação e Inovação em Saúde
ARS	Administração Regional De Saúde
BB	Bioestatística e Bioinformática
BBAS	Bioestatística e Bioinformática Aplicada à Saúde
BBB	Biomatemática, Bioestatística e Bioinformática
CNC	Centro de Neurociências e Biologia Celular
CINTESIS	Centro de Investigação em Tecnologias e Serviços de Saúde
ESS	Escola Superior de Saúde
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FPE	Fundamentos de Planeamento Experimental
<i>GAISE</i>	<i>Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education</i>
IBIMED	Instituto de Biomedicina
IMES	<i>Iranian Medical Education System</i>
INEB	Instituto de Engenharia Biomédica
INSA	Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge
LIACC	Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores
MBBAS	Mestrado em Bioestatística e Bioinformática Aplicada à Saúde
<i>PhD</i>	<i>Doctor of Philosophy</i>
P.PORTO	Instituto Politécnico do Porto
SPE	Sociedade Portuguesa de Estatística
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UA	Universidade de Aveiro
UC	Universidade de Coimbra

Introdução

A estatística assume um papel fundamental na vida quotidiana, tanto ao nível profissional em que são necessários conhecimentos básicos para ler e interpretar tabelas, gráficos e resultados estatísticos, como na vida pessoal uma vez que, é com frequência que esta aparece nos meios de informação permitindo a sua mestria fomentar a literacia estatística e o raciocínio crítico. Begg (1997) salienta, ainda, que a estatística é um bom veículo para alcançar as capacidades de comunicação, tratamento de informação, resolução de problemas, uso de computadores, trabalho em grupo e cooperativo.

Barnett (1988, p. 303) adverte:

“A Estatística é todo um corpo de conhecimento e técnica que permite analisar informação recolhida numa situação da vida real em contexto de incerteza. A Estatística é importante porque nos fornece meios para resolver problemas reais”

A Estatística deverá ser entendida como uma cultura cuja componente principal se baseia na variabilidade e na ausência de uma certeza. Num artigo sobre a definição de estatística Benítez & Arrondo (2002, p. 8) dizem-nos:

“A matemática estabelece claramente, e sem qualquer tipo de dúvida, que somar dois e dois proporciona como resultado quatro. A estatística parte de uma situação mais complexa, coloca o problema de somar duas quantidades e analisar a validade do resultado. O resultado desta soma estará afectado por um erro devido à incerteza.”

Uma média igual a quatro, para duas populações, não significa necessariamente o mesmo. O estatístico tem de interpretar o resultado com a ajuda de outros procedimentos. Por exemplo, a média de uma população pode ser afetada por um erro devido à incerteza. Em estatística, temos de analisar a validade do resultado, isto é, medir o erro com que o resultado foi obtido e interpretá-lo neste contexto de incerteza.

Nos nossos dias, é consensual que a estatística tem o seu próprio objecto de estudo – os dados e a aleatoriedade, os seus próprios métodos e formas de raciocínio. Moore (1992, 2012) e Starnes & Moore (2016) dizem-nos que a estatística:

- É uma disciplina científica autónoma que tem os seus métodos específicos de raciocínio;
- É uma ciência metodológica e não uma coleção de métodos;
- É a ciência dos dados; mais precisamente, o objeto da estatística é o raciocínio a partir de dados empíricos;
- Está progressivamente mais distanciada da matemática devido aos avanços da tecnologia que se verificaram nos últimos anos, quer ao nível da investigação, quer ao nível da prática estatística;
- E a sua prática se encontram condicionadas pela posição que o estatístico toma sobre as questões fundamentais da estatística;
- Utiliza conceitos matemáticos no desenvolvimento dos seus métodos, no entanto, a relação não é biunívoca uma vez que a matemática não utiliza conceitos estatísticos.

Por outro lado, enquanto ciência dos dados, a Estatística é uma ciência claramente transdisciplinar. Com efeito, alguns dos mais importantes resultados da estatística surgiram no âmbito de outras ciências como a biometria ou a psicométrica. Resulta, assim, bastante difícil delimitar o que é específico da estatística e o que é próprio de cada uma das suas aplicações.

Por tudo isto, urge repensar a forma de ensinar estatística aos especialistas das diferentes áreas. Uma das principais dificuldades prende-se com o facto de grande parte dos livros de estatística enfatizarem a atividade matemática em detrimento da atividade estatística. Torna-se assim necessário que, no processo de ensino e aprendizagem da estatística, se estudem as suas aplicações e se trabalhe com dados, para que os futuros especialistas adquiram competências que lhes permitam levar a cabo as suas próprias investigações aplicando a metodologia e o raciocínio estatísticos.

O ensino das ciências da saúde a nível superior tem vindo a sofrer remodelações em Portugal, de forma a permitir aos profissionais do sector uma construção ativa do conhecimento. Neste contexto, a Estatística surge como uma ferramenta crucial para a construção desse conhecimento, ao nível da compreensão dos trabalhos de investigação clínica, da possibilidade que fornece de realizar uma avaliação crítica da investigação publicada e da base metodológica que permite aos profissionais levar a cabo as suas próprias investigações. Parece-nos consensual que os estudantes que compreenderem melhor a metodologia estatística encontrarão mais facilmente as soluções para as questões com que se vão deparar na sua prática profissional.

Perante o desafio que se coloca aos profissionais de saúde, de realizarem as suas próprias investigações, as instituições de ensino tiveram de responder com um incremento de formação ao nível da estatística, das metodologias de investigação e do planeamento de experiências. Contudo, os métodos abordados nem sempre são os mais adequados, o que pode levar a um distanciamento dos estudantes relativamente a este tipo de conteúdos e vários trabalhos realçam a pobre qualidade da estatística utilizada em alguns trabalhos da área clínica (Altman, 1994; 2002).

A disponibilidade atual de meios informáticos é também um motivo para não consultar um estatístico ao iniciar uma investigação, pois existe uma confiança exagerada no software, que é fácil de utilizar (Jolliffe, 2001). Urge assim repensar os conteúdos e até mesmo os métodos de ensino de modo a integrá-los no contexto em que vão ser futuramente aplicados e fornecer as ferramentas necessárias ao desenvolvimento de futuras investigações.

Apesar da indiscutível importância da estatística na investigação em ciências da saúde aquela apresenta, por vezes, pouca qualidade. Pestana & Velosa (2002, p. 7) dizem-nos:

“Mas estranhamente, tal como quase toda a gente julga que se pode auto medicar, quase toda a gente julga que pode usar estatística. Só que é raro observar alguém auto medicar-se quando o assunto deixa de ser trivial, mas infelizmente não é raro os utilizadores de Estatística converterem-se em abusadores da Estatística,

usando técnicas inapropriadas e mal compreendidas, sem a mais leve suspeita de que estão a prejudicar o avanço sério da ciência.”

Uma das razões apontadas por Altman (2002) para a existência de erros estatísticos na investigação publicada em ciências da saúde, na larga maioria dos casos, é o facto de grande parte da investigação ser desenvolvida por indivíduos sem formação adequada em tratamento e análise de dados. Efetivamente, muitos investigadores, da área das ciências da saúde, não se encontram familiarizados com as técnicas estatísticas dado que a sua formação inclui apenas uma disciplina de estatística no início da sua formação pré-graduada, isto é, antes de se encontrarem capacitados para apreciar efectiva e seriamente a real importância do conhecimento dos métodos estatísticos.

A formação que estes investigadores receberam reduziu-se, muitas vezes, à aprendizagem da análise de dados, esquecendo-se o planeamento de experiências que é fundamental na investigação em ciências da saúde.

Não obstante o referido, os conhecimentos de estatística quando utilizados como ferramenta para o desenvolvimento do conhecimento científico de outras áreas, merecem uma especial atenção, por parte dos estatísticos. Todavia, são os trabalhos que se dedicam a estudar o ensino da estatística em ciências da saúde, ao nível do ensino superior, e à capacidade estatística, no contexto dos projetos de investigação na sua área específica, que permitem aos graduados adquirirem competências de literacia.

A especificidade da estatística enquanto disciplina científica autónoma e a relevância que assume a interpretação e capacidade de aplicação da mesma é, nos nossos dias, inquestionável (Moore & McCabe, 1999). A estatística deve assim capacitar os estudantes para extrair dos dados a informação que eles contêm, para os decifrar e para adotar esquemas de raciocínio estatisticamente corretos. De facto, todo o ensino em áreas aplicadas, incluindo a área da saúde, deve ser integrado no contexto de aplicação com que se deparam os profissionais envolvidos, e vocacionado para as suas necessidades específicas. Além disso, é necessário alertar os estudantes para os abusos que os podem impedir de realizar uma investigação séria.

Os processos formativos tradicionais, no domínio da estatística em ciências da saúde, baseiam-se muitas vezes na aprendizagem de algoritmos, não permitindo aos estudantes, futuros investigadores, a compreensão da importância prática da disciplina, contribuindo assim para o agravamento deste problema. A aplicação a contextos reais, dos conceitos e procedimentos ensinados nesta disciplina, em detrimento da destreza de cálculo que outrora marcou o seu ensino é

premente. Torna-se assim urgente desenvolver um ensino da bioestatística direcionado para as técnicas estatísticas mais frequentemente usadas na área das ciências da saúde procurando implementar metodologias mais eficazes dando ênfase à prática da análise de dados, se possível com apoio das novas tecnologias de comunicação e informação, e à aprendizagem conceptual e estratégica, em detrimento da procedimental e dos algoritmos de cálculo. Deste modo, a diminuição da assimetria da informação, o desenvolvimento da literacia, do raciocínio e pensamento estatísticos devem constituir os objetivos primordiais de qualquer processo formativo nesta área.

O presente relatório desenvolve-se em 3 partes. Numa primeira parte refletimos sobre o papel da estatística na formação e investigação em ciências da saúde quer enquanto ciência instrumental quer enquanto objeto de ensino em si mesmo. Numa segunda parte analisamos o contributo da Área Técnico Científica de Biomatemática, Bioestatística e Bioinformática nas diferentes ofertas formativas de 1º e 2º ciclo da Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto e numa terceira parte apresentamos e refletimos sobre um projeto inovador ao nível do Ensino Politécnico em Portugal, a criação de um 2º ciclo em Bioestatística e Bioinformática.

1. O papel do ensino da bioestatística na formação e na investigação em saúde

1.1 O papel do ensino da bioestatística na formação de profissionais de saúde

O papel da bioestatística na formação dos profissionais da área biomédica é hoje em dia largamente reconhecido. No entanto, a maioria dos estudantes não pondera a possibilidade de desenvolver carreira enquanto investigadores na área das ciências da saúde e, em consequência, tendem a não atribuir o devido relevo à aprendizagem da bioestatística.

Sahai & Ojeda (1999) caracterizam o ensino da bioestatística da seguinte forma:

- Os estudantes da área biomédica são, geralmente, estudantes motivados para a aprendizagem e estudo das questões próprias da sua área específica, mas, muito usualmente, denotam fraca ou ausência total de motivação para a aprendizagem da bioestatística;
- Os estudantes apresentam percursos muito diferenciados no que diz respeito à maturidade matemática e à aptidão e interesse no trabalho estatístico. Muitos poderão dedicar-se ao estudo pelo prazer e gosto sem necessidade de qualquer motivação adicional e outros poderão considerar a estatística um mal desnecessário que em nada coincide com os seus objectivos e metas. Para estes últimos, o interesse apenas poderá ser despertado pela exposição a aplicações práticas da bioestatística permitindo-lhes encontrar alguma relevância no estudo da mesma;
- Os objectivos da formação em estatística na área das ciências da saúde são geralmente diferentes daqueles que norteiam o seu ensino em cursos superiores de áreas distintas. O

seu fim último é proporcionar aos estudantes a destreza e as ferramentas necessárias à compreensão dos princípios e procedimentos estatísticos na investigação clínica – no planeamento do estudo, na sua análise e na interpretação dos dados. Devido ao tempo limitado, os estudantes deverão ainda tomar consciência de que existe uma multiplicidade de procedimentos diferentes entre si, e de que nem todos poderão ser abordados em aula, e que daí surgirá muitas vezes necessidade de consultar um estatístico quando pretendem conduzir uma investigação.

- O reduzido tempo dedicado ao ensino da bioestatística não permite uma exposição exaustiva de qualquer tópico estatístico e praticamente inviabiliza ou limita a abordagem a alguns procedimentos estatísticos;
- Os docentes de bioestatística possuem formação diversa, diferentes técnicas e abordagens ao ensino bem como preferências pessoais relativamente aos conteúdos abordados. Alguns denotam uma preferência notória pelos detalhes matemáticos e de computação, enquanto outros consideram esta mestria irrelevante para as necessidades bioestatísticas dos profissionais das ciências da saúde. Alguns já se formaram e desenvolveram enquanto docentes na era da informação e, portanto, tendencialmente consideram a estatística e o *software* de computação como inseparáveis; para outros, porém, o uso de computadores numa aula de estatística representa por si só uma séria ameaça à sua autoestima e a toda a sua abordagem ao ensino da estatística.
- Sem margem de dúvida, os profissionais de saúde têm tomado consciência da necessidade dos princípios da bioestatística e dos seus métodos. Hoje em dia, um conhecimento básico da bioestatística é considerado como sendo de primordial importância para qualquer profissional de saúde. Mesmo aqueles profissionais que não pretendam dedicar-se à investigação, necessitam destes conhecimentos para poderem estar a par dos mais recentes desenvolvimentos apresentados na literatura científica da sua área de atuação. A formação deverá, antes de mais, capacitar o futuro profissional para reconhecer a necessidade de reconhecer um estatístico profissional quando a análise requerida se torna mais complexa. A capacitação nas metodologias, raciocínio e pensamentos estatísticos contribui certamente para diminuir a assimetria de informação entre o agente (estatístico) e o principal (cliente) contribuindo definitivamente a metodologias mais eficientes.

Descrevemos, de seguida, alguns princípios sugeridos para o ensino de bioestatística por diversos autores.

1.2 Princípios gerais sobre o Ensino da Bioestatística

Sobre a bioestatística tem pairado o preconceito de que o seu ensino tem sido de pouca qualidade e sem qualquer relevância e pertinência no que diz respeito aos objetivos e metas profissionais dos estudantes da área biomédica. A partir dos problemas e desafios que derivam do ensino da bioestatística a estudantes e profissionais das ciências da saúde, apresentamos em seguida algumas orientações para o seu ensino que poderão contribuir para contornar estes problemas. Apoiamo-nos, para tal, nas recomendações de Sahai (1999), Sahai & Ojeda (1999) e Rashid & Subramaniam (2012).

Para que o ensino da bioestatística seja efetivo e inteligível para o público-alvo a sua abordagem terá de ser efetuada de forma pragmática e realista. O ensino moderno da bioestatística tem de ser muito mais orientado para problemas biomédicos com maior enfoque no ensino das técnicas estatísticas necessárias ao tratamento e avaliação da informação, ao processo de tomada de decisões sob incerteza e à capacitação para ler literatura científica de forma crítica. O objetivo deverá ser capacitar os estudantes para efetuarem aplicações corretas dos métodos estatísticos assimilados e para reconhecerem, em determinadas situações, a necessidade de consulta a um especialista na área (Altman, 1998).

Qualquer insistência em demonstrações matemáticas e raciocínio probabilístico deverá ser evitada. A focalização na estatística matemática constituirá um obstáculo ao desenvolvimento de uma sólida compreensão conceptual.

O ensino da bioestatística deverá ser contextualizado com a análise epidemiológica, a tomada de decisão biomédica e o uso de computadores. O ensino da bioestatística deve ser complementado com o uso de computadores e software específico para efetuar o cálculo estatístico e análise de dados. Os computadores poderão ser utilizados, com grande vantagem, para reforçar uma variedade de conceitos e ideias estatísticas. A título de exemplo, os computadores permitem efetuar simulações que auxiliam os estudantes na compreensão de conceitos probabilísticos e, em particular, o teorema do limite central, intervalos de confiança e geração de amostras aleatórias. Assim sendo, optar pelo recurso a software específico para o cálculo estatístico permite ao docente concentrar esforços no ensino dos conceitos estatísticos e na interpretação dos resultados da análise estatística.

Tal como já foi referido, a maioria dos estudantes optarão pelo exercício de atividade em âmbito estritamente clínico e não no âmbito da investigação clínica. Não obstante, ser-lhes-á requerida a leitura e interpretação de artigos científicos publicados em revistas específicas da sua área. Por este motivo, toda e qualquer formação bioestatística deverá enfatizar conceitos fulcrais ao nível do planeamento experimental, da correta seleção de técnicas analíticas bem como ao nível da interpretação de resultados de uma análise estatística.

A aplicação de métodos e técnicas estatísticas não deverá ser abordada numa lógica de manual de instruções uma vez que o processo de aplicação estatística a problemas reais difere, em grande medida, da implementação aritmética de um problema estatístico (Pimenta, 2006). Deverá ser feito um esforço constante para apresentar sempre dados reais e eliminar sempre que possível o recurso a dados artificiais. O docente deverá sempre explicar como foram recolhidos os dados, sublinhando que esta recolha deverá sempre decorrer do problema colocado e do planeamento proposto.

O desenvolvimento nos estudantes de capacidades na aplicação de procedimentos básicos da estatística a problemas reais pressupõe que estes sejam expostos em sala, através de trabalhos e projetos, a uma variedade de situações reais que envolvam aplicações na área das ciências da saúde.

Uma das melhores formas para motivar os estudantes para a aprendizagem da estatística de um modo geral é através da sua exposição à recente literatura médica que exemplifica os usos e abusos da estatística. O uso corrente da estatística pelos meios de comunicação social (artigos de jornais, revistas, entre outros) referindo-se a questões da área das Ciências da Saúde é um excelente recurso e fonte de informação nesta matéria.

Finalmente, no ensino da bioestatística a estudantes e profissionais das ciências da saúde, é vital salientar-se o facto de que estes não deverão despende tempo excessivo com vista à sua proficiência no uso de métodos e técnicas estatísticas. Os estudantes deverão concentrar-se nas suas próprias áreas de atuação e serem capazes de colaborar de forma eficiente com profissionais da bioestatística.

1.3 Recomendações Curriculares: Estudos de Graduação

Existe um consenso considerável nos tópicos curriculares da bioestatística que são trabalhados no programa curricular da área das ciências da saúde. Tal facto não constitui surpresa, uma vez que parece haver um consenso geral acerca dos elementos básicos da estatística que são úteis na investigação e prática biomédicas.

A Tabela 1 que retirámos de Harraway & Sharples (2001) mostra-nos o *top ten* dos tópicos curriculares em bioestatística nos Estados Unidos e a percentagem dos cursos que abordam estes conceitos nas diferentes faculdades americanas que integraram o estudo do autor.

Tabela 1: Top Ten dos Tópicos Curriculares em Bioestatística

Tópico Curricular	% Cursos
(1) Valores de prova	94.8
(2) Interpretação de limites de confiança	93.1
(3) Testes de hipóteses	89.7
(4) Distribuição de frequências	86.2
(5) Teste t	86.2
(6) Teste do qui-quadrado	84.5
(7) Estatística descritiva	84.5
(8) Distribuição normal	84.5
(9) Tendência central	81
(10) Correlação	75.9

Muitos estudantes, no final da sua graduação, são envolvidos numa espécie de miniprojecto de investigação o qual requer a colaboração da bioestatística. Neste nível, deveria ser ensinado aos estudantes a prática sensata da aplicação dos princípios metodológicos no que diz respeito aos desenhos e à análise e interpretação de dados (Pimenta & Batanero, 2005; Pimenta, 2006, 2009).

Seguindo um pensamento similar, Harraway & Sharples (2001) referem que os estudantes estarão mais confiantes e terão mais competências na avaliação crítica da literatura científica após a frequência do programa de bioestatística que eles descrevem no seu estudo. Segundo os autores, o curso proporciona aos estudantes um vasto conhecimento sobre as questões da investigação, e permitirá aos estudantes uma aplicação direta desses conhecimentos na área que escolherem.

1.4 Recomendações Curriculares: Estudos pós-graduados

Os profissionais de saúde envolvidos na investigação clínica geralmente compreendem a necessidade de usar métodos estatísticos e de dar passos para adquirir a perícia necessária à investigação. O desafio é proporcionar metodologia para que seja aplicada em práticas futuras, e assim conduzir a um diagnóstico, tratamento e uso de recursos mais eficientes.

A bioestatística segundo Long (2006) deve desempenhar um papel central no treino de profissionais de saúde para estes levarem a cabo investigações. Vários autores apresentam métodos para o ensino da bioestatística aos profissionais de saúde: Ambrosius & Manatunga (2002) descrevem cursos introdutórios desenhados para ensinar a bioestatística a médicos, no sentido de facilitar a futura colaboração com bioestatísticos. Deutsch (2002) refere seminários que se focam no ensino de médicos, para interpretarem artigos científicos e para colaborarem com bioestatísticos, bem como desenharem estudos e analisarem os dados. Contudo, os métodos de ensino da estatística dirigida a outros profissionais de saúde têm recebido pouca atenção.

Segundo Stangl (2001), a estatística atual dos profissionais de saúde torna-se limitada, porque muitas vezes grande parte do tempo é dispensado a testar hipóteses em lugar do estudo da estatística no contexto da tomada de decisões. Tal estratégia enfraquece o impacto da informação quantitativa e pode conduzir a tomadas de decisão incoerentes.

Vários estudos têm apontado para a necessidade de revitalização do curriculum dos profissionais de saúde (Bazargan & Vallai, 2006; Hamilton, 1994), os conhecimentos e competências estatísticos encontram-se agora entre os assuntos mais requeridos, espera-se que os médicos e os diferentes profissionais das ciências da saúde se encontrem familiarizados quer com o pensamento quer com o processo de investigação estatística (Bazargan & Vallai, 2006).

1.5 O papel da estatística e a utilização das TICs na investigação em ciências da saúde

Nesta secção centramo-nos especificamente no uso da estatística em ciências da saúde. Pretendemos, deste modo, demonstrar a importância que o uso da estatística assume na investigação em ciências da saúde e sobre o papel das tecnologias de informação quer ao nível da sua aprendizagem, quer ao nível da sua prática.

A estatística é um instrumento indispensável nas ciências da saúde (Indrayan, 2001; Stangl, 2001). Como indicam Bangdiwalla & Muñoz (2001), médicos e outros profissionais da saúde estão cada vez mais cientes das suas necessidades no conhecimento da bioestatística, não somente se estão envolvidos em alguma atividade de investigação, mas também enquanto clínicos que desejam manter-se informados sobre os avanços na sua área.

O objetivo de um profissional de saúde de se tornar investigador com alguma compreensão das metodologias estatísticas e principais matérias é ambicioso, mas possível. Não é compreensível, no entanto, que alguém pretenda fazer investigação científica desconhecendo o significado de termos estatísticos elementares como média e desvio padrão, distribuição normal ou teste *t de student*. Vieira (2003, p. 3) diz-nos:

“A popularização dos computadores fez com que testes estatísticos, antes apenas discutidos por profissionais, passassem a fazer parte do vocabulário da área da saúde. (...) Não basta, porém, que o profissional de saúde tenha “ouvido falar” de estatística; é preciso que adquira uma visão adequada sobre essa matéria, entendendo a sua lógica e o que um programa de computador pode fazer por ele – sem expectativas excessivas, mas também sem o pensamento ingénuo de que a “técnica não pode ajudar a arte.”

Para ficarmos com uma ideia de quais são as necessidades da estatística na investigação na saúde, consideremos o trabalho realizado por Harraway *et al.*, (2001), sobre a necessidade da estatística nas áreas da biologia e das ciências da saúde. Neste trabalho, foram avaliados 2997 artigos publicados em 16 diferentes revistas de investigação, no que diz respeito aos métodos estatísticos utilizados. A percentagem de artigos que recorreu ao instrumental estatístico, em cada jornal, variou entre os oitenta e os noventa por cento. Apenas três jornais apresentaram percentagens inferiores.

Após uma análise de componentes principais, Harraway *et al.* (2001) encontraram as técnicas estatísticas predominantes em cada revista analisada registando diferenças significativas na utilização dos procedimentos, de revista para revista. Este estudo vem reforçar a nossa crença de que grande parte da ciência se constrói a partir de replicação de estudos em novas populações, seguindo muitas vezes o mesmo processo de planeamento e amostragem facto que reforça a necessidade de efetuar um levantamento dos erros encontrados na literatura de forma a evitar o efeito multiplicador do erro (Pimenta, 2006).

Como os autores supracitados referem, podemos constatar que as necessidades dos profissionais em ciências da saúde, em relação ao conhecimento de técnicas estatísticas, ultrapassam

o ensino da estatística num curso inicial onde são abordados temas como a binomial, normal, testes-t, regressão linear simples, correlação, e análise de variância.

Além de se verificar que um curso inicial é insuficiente para as necessidades estatísticas dos investigadores nestas áreas, esse curso decorre normalmente nos primeiros anos do ensino superior e, por isso, as técnicas ensinadas são esquecidas até serem necessárias. Também Altman (2002), afirma como teremos oportunidade de referir, que apenas um curso inicial em estatística prepara de forma inadequada os investigadores de hoje, o que, conseqüentemente, origina erros nas publicações científicas.

Para reforçar a ideia da necessidade da estatística na área da saúde, podemos referir que no estudo realizado por Altman (2002) sobre a intervenção de um especialista estatístico na realização da investigação médica se verificou que, em setenta e três por cento dos artigos analisados, foi requerida a participação de um especialista em estatística. Note-se que, este número não indica se essa participação foi solicitada sempre que seria desejável, mas indica que se recorre frequentemente à estatística.

Este autor constata também que qualquer investigador da área das ciências da saúde tem hoje em dia uma noção muito precisa do que é a experimentação, sabendo que deve usar um grupo de controlo e, sobretudo, que todos os passos da experiência deverão ser cuidadosamente planeados e meditados cingindo-se a um protocolo rígido. Em consequência disso, teremos em consideração este ponto no nosso trabalho.

“Para um utilizador estatístico menos experiente, os procedimentos estatísticos disponibilizados pelo software constituem uma grande tentação, sem que por vezes se tenha em conta a natureza do problema específico que se deseja tratar. A utilização de modelos estatísticos que normalmente pressupõe normalidade e independência fora do contexto para o qual foram pensados conduz, inevitavelmente, a resultados de validade estatística duvidosa”.

Silva (1997) alerta para o facto de, na atualidade, se estar a consolidar um novo cenário no qual existe mais publicidade para persuadir os investigadores de que podem ser estatística e computacionalmente autossuficientes, do que vozes a alertar para o perigo do exercício dessa independência.

O ensino da metodologia estatística de investigação deverá então centrar-se na discussão de problemas concretos para resolver projetos reais. Silva (1997, p. 5) alerta para o facto de:

“Uma das expressões mais negativas que mediatizaram a utilidade desta disciplina foi o facto de se ter colocado mais ênfase na transferência de códigos de procedimentos para resolver problemas do que na formulação adequada dos mesmos”.

1.6 Recomendações didáticas ao nível do ensino da Bioestatística

Olhando para as reformas da estatística nos últimos dez a quinze anos, verifica-se que a maioria se encontra em concordância com as recomendações do *Guidelines for Assessment and Instrunidade curricularation in Statistics Edunidade curricularation* (Franklin *et al.*, 2005) que incluem:

- Enfatizar a literacia estatística e o pensamento estatístico;
- Usar dados reais;
- Usar tecnologia para analisar os dados;
- Usar a avaliação para melhorar e avaliar a aprendizagem do estudante;
- Focar-se na compreensão conceptual;
- Usar a tecnologia para promover a compreensão conceptual.

(GAISE, 2016)

Os quatro primeiros pontos foram centrais para o desenvolvimento dos primeiros cursos de bioestatística. As recomendações do GAISE moldaram os novos pré-requisitos dos cursos, as modificações aos primeiros cursos de bioestatística, e dos temas abordados ao longo do desenvolvimento dos cursos avançados de bioestatística. O objetivo global das aulas de bioestatística, no currículo da investigação clínica, era promover o pensamento e o raciocínio bioestatístico nos estudantes à medida que se tornavam proficientes usuários das ferramentas de estatística. Estes cursos devem ser enquadrados no quadro de referência recomendado para o primeiro ano de licenciatura (Franklin *et al.*, 2005) e podem constituir uma abordagem mais eficaz para treinar profissionais de saúde em contextos sem infraestruturas de investigação.

Os profissionais de saúde envolvidos na investigação clínica geralmente compreendem a necessidade de usar métodos estatísticos. Muitos percebem que os métodos ensinados os podem ajudar não só nos seus estudos superiores, mas também ao nível da sua futura carreira profissional. Estes profissionais pretendem então adquirir ou saber quando recorrer à perícia necessária à investigação. Segundo Berry, Glasziou & Simpson (1990), o desafio é proporcionar metodologia para que seja aplicada em práticas futuras, e assim conduzir a um diagnóstico, tratamento e uso de recursos mais eficientes.

2. O Ensino da Estatística e do Tratamento e Análise de dados ESS do P.PORTO

As disciplinas de Estatística e de Tratamento e Análise de Dados estão presentes nos currículos da maioria dos cursos do ensino superior, fruto do importante papel concedido à mesma na formação científica e técnica de profissionais das diversas áreas. Como tal, os estudantes de ciências da saúde na ESS do P.PORTO cursam esta disciplina, quer a nível dos seus estudos de graduação, quer a nível de estudos pós-graduados.

2.1 Cursos conferentes de grau de Licenciado (1º Ciclo)

No nível dos estudos de 1º ciclo na Escola Superior de Saúde do Politécnico do Politécnico do Porto os estudantes desenvolvem um projeto de investigação no final da sua graduação de primeiro ciclo. Na sua formação prévia, a quase totalidade dos estudantes frequentou duas disciplinas que tinham como objetivo incrementar competências ao nível da metodologia estatística aplicada à investigação e a utilização adequada do software estatístico correspondente.

No desenho dos conteúdos programáticos do 1º ciclo consideramos que os licenciados em ciências e tecnologias da saúde devem possuir um conhecimento estatístico geral, como qualquer cidadão numa sociedade desenvolvida, e um conhecimento estatístico específico dirigido às suas necessidades de investigação.

Os programas das disciplinas foram inspirados nos manuais de bioestatística de Dawson-Saunders & Trapp (1990) e de Zar (1999) largamente utilizados a nível internacional.

As diferentes disciplinas lecionadas na ESS pretendem familiarizar os estudantes com uma grande variedade de conceitos e procedimentos básicos em planeamento e análise estatística na área das ciências da saúde, habilitando-o a:

- Planear e/ou participar em estudos, comparando alternativas satisfatórias e exequíveis para uma correta recolha de dados;
- Fazer um registo da informação recolhida, escolhendo as escalas de medição adequadas;
- Traduzir o objetivo do estudo em hipóteses estatísticas, interpretando corretamente os resultados;
- Fazer uma avaliação crítica da literatura científica.

Para atingir estes objetivos o programa foi dividido em 10 capítulos:

- 1) Objectivo e metodologia dos estudos de investigação;
- 2) Dados biológicos e sua representação gráfica;
- 3) Medidas estatísticas sumárias;
- 4) Probabilidades e distribuições de probabilidade;
- 5) Amostras e distribuições amostrais;
- 6) Princípios gerais de inferência estatística;
- 7) Inferências sobre médias;
- 8) Inferências sobre proporções;
- 9) Regressão linear;
- 10) Análise de Variância.

Pretendeu-se proporcionar ao estudante o conhecimento de conceitos estatísticos e potenciar o uso de ferramentas que possam ser relevantes na vida académica e profissional futura.

A Estatística encontra-se presente na vida quotidiana de todo o cidadão, sendo necessário contribuir para a formação daquilo que se considera os conhecimentos básicos de estatística que possibilitem formar pessoas com sentido crítico. Entre os especialistas das diferentes áreas, esse conhecimento é ainda mais necessário para que possam realizar por si mesmos as tarefas estatísticas específicas das respetivas áreas de atuação, interpretar criticamente a literatura científica reconhecendo os erros estatísticos nos trabalhos da sua especialidade e identificar as situações em que necessitam da ajuda de um estatístico profissional.

Esta capacidade não consiste apenas na análise dos dados, mas é todo um processo que pressupõe saber passar de um problema geral às questões que são passíveis de resposta, saber de que dados se necessita para responder às questões levantadas, saber planejar a experiência que permite obter os dados, analisar os dados e interpretá-los (Batanero, Godino & Vallejos, 1992). Além disso, na medida em que o estudante deve escrever corretamente, ele tem a oportunidade de melhorar a sua capacidade de comunicar com estatística.

Pretende-se assim, que o investigador adquira um conhecimento procedimental, também designado por *know-how*, que representa o conhecimento para realizar uma tarefa, centrando-se no caminho necessário para obter um resultado (Rhem, 2006).

A finalidade da estatística é a resolução de problemas reais. Porém, não basta ensinar estatística pois temos de distinguir entre o conhecimento que o estudante tem de um determinado conceito ou procedimento estatístico e a capacidade de aplicar esse mesmo conhecimento. A capacidade para aplicar os conceitos estatísticos é muito mais difícil de adquirir do que geralmente se supõe, pois requer não só competências procedimentais mas também conceptuais e estratégicas, ou seja, saber quando é que a técnica ou procedimento devem ser utilizados. Assim, no ensino da Estatística na ESS, como já foi dito anteriormente, os estudantes desenvolvem um projeto. Os principais passos a ter em consideração no desenvolvimento de um projeto encontram-se representados no fluxograma da Figura 1.

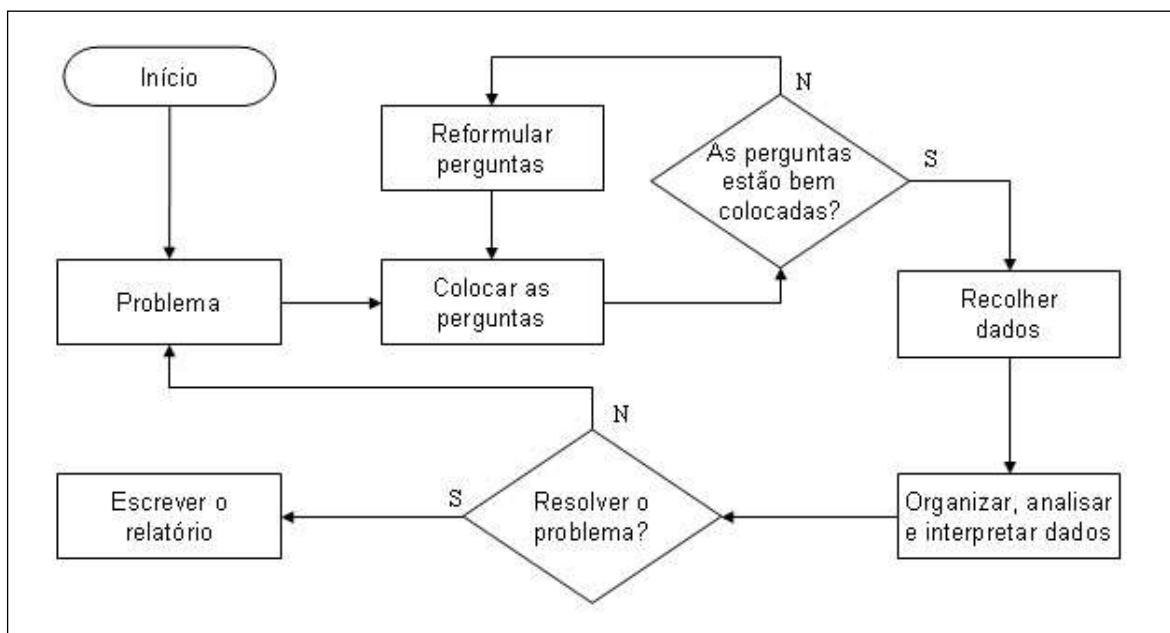


Figura 1: Esquema representativo do desenvolvimento de um projeto

A realização de um projeto de investigação que envolva uma componente estatística incrementa a literacia e raciocínios estatísticos, pelo facto de obrigar o estudante a contextualizar os conhecimentos estatísticos, a desenvolver um espírito crítico face à estatística e a familiarizar-se com a escrita em estatística. Além disso, elaborar um projeto contribui também para suprir o problema, referido por Altman, Goodman & Schroter (2002), de encontrar muitos erros nos artigos publicados, possivelmente por se recorrer ao apoio de um estatístico essencialmente na fase de análise. O projeto permite ainda desenvolver, nos futuros diplomados, a capacidade de reconhecer a necessidade de recorrer a um estatístico na elaboração dos seus trabalhos diminuindo deste modo a assimetria de informação e assim diminuir, num futuro próximo, erros de aplicação de métodos estatísticos nas publicações.

Segundo Batanero & Díaz (2004, p. 2),

“Em vez de introduzir os conceitos e técnicas descontextualizadas, aplicadas unicamente a problemas tipo, difíceis de encontrar na vida real, trata-se de apresentar as diferentes fases de uma investigação estatística: apresentação do problema, decisão sobre os dados a recolher, recolha e análise dos dados e obtenção de conclusões sobre o problema colocado.”

Starkings (1997) afirma que o trabalho de projeto possibilita ao estudante a integração de conhecimentos adquiridos nas aulas de estatística e noutros domínios para a realização de uma tarefa prática baseada em situações reais. É esta componente de integração que torna o trabalho de projeto uma parte necessária no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, se por um lado a aprendizagem através da integração de conhecimentos vindos de diversas fontes, e muitas vezes em tempos desfasados, é mais exigente que uma aprendizagem sequencial de quantidades de informação isoladas, por outro lado, a aprendizagem de forma integrada é muitas vezes a melhor preparação para o exercício de uma profissão.

“Há muito que o processo de ensino-aprendizagem deixou de ser comparado ao caminho percorrido sobre uma linha recta. Uma alegoria, mais completa, para o processo ensino-aprendizagem, pode ser conseguida através da comparação a um puzzle 3-D. Assim, o estudante poderá começar por dispor algumas peças, para

depois completar uma secção ali, outra acolá ou mesmo fazer a junção de duas secções que à partida não tinham qualquer ligação.” (Starkings, 1997, p. 139)

2.2 Cursos conferentes de grau de Mestre (2º Ciclo)

Desde 2008, ano em que a ESS alarga a sua formação para o segundo ciclo, que a estatística integra os planos de estudos dos mestrados da ESS. Essa inclusão da estatística nos segundos ciclos da ESS surgiu de forma natural como seguimento do ensino já realizado nos primeiros e ciclos e como ferramenta imprescindível para que os estudantes desenvolvam competências enquadradas nos ciclos de formação conducentes ao grau de mestre e surge, nos planos de estudo de duas formas distintas: como unidade curricular autónoma e como parte de unidade curricular onde são lecionados outros conteúdos. Atualmente a ESS tem em funcionamento 7 projetos de segundo ciclo autónomos (Bioestatística e Bioinformática Aplicadas a Saúde, Bioquímica em Saúde, Farmácia, Fisioterapia, Higiene e Segurança das Organizações, Terapia da Fala, Terapia Ocupacional) e 2 em parceria (Gestão das Organizações- com os ramos de Gestão de Unidades de Saúde/Gestão Pública/Gestão de Empresas e o Mestrado Europeu em Tecnologia Médica e Negócios em Saúde). Apenas um desses projetos não inclui nenhuma unidade curricular com conteúdos de estatística. No entanto, a instituição reconhece a necessidade de apostar nessa área de formação e no ano 2017/2018 abre a primeira edição de um mestrado onde a estatística se assume como a área principal de formação, o Mestrado de Bioestatística e Bioinformática Aplicadas à Saúde, o qual será descrito com maior detalhe no capítulo seguinte. Na

Tabela 2 apresentam-se os mestrados da ESS assim como as designações das unidades curriculares onde são lecionados conteúdos de estatística.

Tabela 2: Mestrados em funcionamento na ESS com unidades curriculares de estatística autónomas

Mestrados	Unidades Curriculares	ECTS	Horas	Duração	Software
Farmácia	Tratamento e Análise de Dados	5	TP:30;	Semestral	SPSS
Gestão das Organizações	Tratamento e Análise de Dados	6	TP:43;; S:2	Semestral	SPSS
Gestão das Organizações	Metodologias da Investigação	6	TP:43;; S:2	Semestral	SPSS
Higiene e Segurança das Organizações	Metodologias de Investigação e Análise de Dados	4	T:20; TP: 10	Semestral	SPSS
Terapia da Fala	Construção e Validação de Instrumentos	5	T:30	Semestral	SPSS

Na

Tabela 2 seguinte apresentam-se os mestrados em funcionamento na ESS com unidades curriculares de estatística partilhadas com outras áreas científicas.

Tabela 3: Mestrados em funcionamento na ESS com unidades curriculares de estatística partilhadas

Mestrados	Unidades Curriculares	ECTS	Horas	Duração	Software
Bioquímica em Saúde	Metodologias de Investigação e Planeamento Experimental	3	TP:10;	Anual	SPSS
Farmácia	Investigação em Saúde	3,5	TP:10;	Semestral	SPSS
	Farmacopidemiologia Avançada	5	TP:15;	Semestral	SPSS
Fisioterapia	Investigação em Fisioterapia	6	TP:4;PL:8;	Semestral	SPSS
Terapia da Fala	Metodologias de Investigação	10	TP:20;	Anual	SPSS
Terapia Ocupacional	Metodologias de Investigação	14	TP:19;	Semestral	SPSS

Os objetivos de aprendizagem e consequentemente os conteúdos abordados nas unidades curriculares partilhadas e autónomas podem ser divididos em dois grandes grupos: objetivos relacionados com construção e validação de instrumentos e conteúdos relacionados com modelação estatística, sendo que a maioria das unidades curriculares privilegia os primeiros objetivos, revelando por parte da comunidade académica da ESS uma clara identificação da necessidade de realizar uma correta abordagem à medição em saúde. Em seguida detalham-se os conteúdos e objetivos.

Grupo I – Construção e validação de instrumentos

Neste grupo as unidades curriculares de Construção e Validação de Instrumentos do Mestrado em Terapia da Fala, Metodologias de Investigação e Análise de Dados do Mestrado de Higiene e Segurança das Organizações, Tratamento e Análise de Dados dos Mestrados de Gestão das Organizações e Farmácia abordam os seguintes conteúdos comuns:

- Construção e adequação de instrumentos;
- Adequação de questionários;
- Análise factorial .

Apesar de algumas unidades curriculares apresentarem carga horária de contacto maioritariamente teórica e teórico-prática recorre-se com muita frequência à metodologia prática, ainda que a dimensão das turmas não seja o ideal. A utilização e recurso a software de análise de dados, nomeadamente o SPSS, que por apresentar uma interface muito semelhante às aplicações

Microsoft Office amplamente conhecidas facilita a usabilidade, e possibilita análises de outra forma impossíveis pela sua complexidade ou devido à necessidade de tempo de execução se tornariam impossíveis de abordar na perspectiva de aplicação que se pretende.

Tais conteúdos pretendem dotar o estudante de capacidades e habilidades para realizar as seguintes ações:

- Criticar instrumentos já existentes;
- Comparar e selecionar instrumentos já existentes;
- Construir instrumentos;
- Produzir análises de fiabilidade e validade de instrumentos;
- Utilizar a análise fatorial para perceber as dimensões de um instrumento.

Para além dos conteúdos comuns mencionados anteriormente, algumas das unidades curriculares apresentam ainda alguns conteúdos específicos que se adaptam ao perfil de saída pretendido no ciclo de estudos. São eles:

Conteúdos específicos

- Inferência sobre médias;
- Inferência sobre proporções;
- Regressão;
- Medidas Estatísticas sumárias;
- Análise de Clusters;
- Análise Discriminante.

Estes conteúdos pretendem habilitar o estudante de capacidades para realizar as seguintes ações:

- Analisar problemas de inferência sobre médias;
- Identificar problemas de inferência sobre médias;
- Perceber a diferença entre cada um dos tipos de hipóteses de problemas de inferência sobre médias;
- Resolver problemas sobre cada um dos tipos de hipóteses de problemas de inferência sobre médias;
- Analisar problemas de inferência sobre proporções;
- Identificar problemas de inferência sobre proporções;

- Perceber a diferença entre cada um dos tipos de hipóteses de problemas de inferência sobre proporções;
- Resolver problemas sobre cada um dos tipos de hipóteses de problemas de inferência sobre proporções;
- Explicar um modelo de regressão linear simples;
- Analisar um modelo de regressão linear simples;
- Avaliar um modelo de regressão linear simples;
- Resolver problemas utilizando um modelo de regressão linear simples;
- Explicar os coeficientes de determinação e correlação;
- Enumerar medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Definir medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Distinguir medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Classificar medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Explicar medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Calcular medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Analisar medidas de tendência central e dispersão adequadas a cada tipo de variável;
- Identificar medidas de semelhança/dissemelhança adequadas aos métodos;
- Distinguir as medidas de semelhança/dissemelhança adequadas aos métodos;
- Identificar métodos hierárquicos e não- hierárquicos;
- Distinguir entre métodos hierárquicos e não- hierárquicos;
- Resolver problemas de análise de “Clusters” utilizando métodos hierárquicos e não- hierárquicos;
- Identificar e distinguir funções discriminantes;
- Classificar recorrendo a funções discriminantes.

Os tópicos específicos podem eles próprios ser divididos em dois grupos, dependendo da complexidade dos conteúdos abordados. Os tópicos 1 a 4 são normalmente abordados numa perspetiva de revisão, centrando na abordagem de comunicação de resultados num formato científico, sensibilizando os estudantes para o facto de que o *software* utilizado para a análise não é o essencial, mas sim os resultados encontrados e a forma de os comunicar. Os tópicos 5 e 6 são mais complexos e são ao estudante numa perspetiva de primeira vez, no entanto e tal como nos

anteriores, enfatizando a comunicação de resultado, independentemente do *software* utilizado. É importante que o estudante adquira habilidades de utilização do SPSS mas também autonomia para utilizar outros para o mesmo fim. Assim como esteja capacitado a comunicar e ler informação estatística da literatura científica da sua área de formação.

Grupo II – Modelação estatística

A modelação estatística através de modelos mais simples, como a ANOVA e regressão linear simples, é abordada em algumas licenciaturas da ESS, desta forma a inclusão de modelos mais complexos em planos de estudo do segundo ciclo foi natural. Unidades curriculares como Metodologias de Investigação dos mestrados de Terapia da Fala e Terapia Ocupacional, Investigação em Fisioterapia no Mestrado em Fisioterapia, assim como Farmacologia Avançada do Mestrado em Farmácia incluem nos seus conteúdos modelos estatísticos mais complexos e que pelas suas especificidades mais pertinentes para a resolução de problemas comuns na área de formação dos cursos de mestrado. Para além disso algumas unidades curriculares (Investigação em Saúde do mestrado em Farmácia assim como Metodologias de Investigação e Planeamento Experimental do mestrado em Bioquímica em Saúde) abordam conteúdos relacionados com a teoria da amostragem para dotar os estudantes de competências que lhes permitirá planear e dirigir recolhas de dados adequados. Os conteúdos abordados nas unidades curriculares mencionadas dividem-se de acordo com os seguintes conteúdos:

- Regressão Linear Simples e Múltipla;
- Regressão Logística;
- Análise de sobrevivência;
- Análise de variância multivariada;
- Análise de variância de medidas repetidas;
- População e Amostra;
- Recolha e validação de dados.

Estes conteúdos pretendem habilitar o estudante de capacidades para realizar as seguintes ações:

- Explicar um modelo de regressão linear simples e múltipla;
- Analisar um modelo de regressão linear simples e múltipla;
- Avaliar um modelo de regressão linear simples e múltipla;
- Resolver problemas utilizando um modelo de regressão linear simples e múltipla;

- Explicar os coeficientes de determinação e correlação;
- Explicar um modelo de regressão logística;
- Analisar um modelo de regressão logística;
- Avaliar um modelo de regressão linear logística;
- Resolver problemas utilizando um modelo de regressão logística;
- Explicar o conceito de Odds Ratio;
- Explicar e utilizar o método Kaplan-Meier;
- Explicar um modelo de Riscos Proporcionais de Cox;
- Analisar um modelo de Riscos Proporcionais de Cox;
- Avaliar um modelo de Riscos Proporcionais de Cox;
- Resolver problemas utilizando um modelo de Riscos Proporcionais de Cox;
- Explicar um modelo de análise de variância multivariada;
- Analisar um modelo de análise de variância multivariada;
- Avaliar um modelo de análise de variância multivariada;
- Resolver problemas utilizando um modelo de análise de variância multivariada;
- Comparar os resultados obtidos com os índices;
- Explicar um modelo de análise de variância de medidas repetidas;
- Analisar um modelo de análise de variância de medidas repetidas;
- Avaliar um modelo de análise de variância de medidas repetidas;
- Resolver problemas utilizando um modelo de análise de variância de medidas repetidas;
- Comparar os resultados obtidos com os índices;
- Avaliar a possibilidade de inferir adequadamente da amostra para a população;
- Avaliar a possibilidade da existência de erros na recolha de dados ou dados em falta.

Tal como nas unidades curriculares do grupo anterior também a avaliação decorre da realização de projetos, trabalhos ou relatórios onde através da análise de dados reais ou simulados os estudantes terão que demonstrar competências na modelação estatística.

É visível que a estatística acompanhou, como seria de esperar, uma vez que como ciência independente capacita os estudantes nas competências transversais que são expectáveis em segundos ciclos de formação, os planos de estudo de mestrado e encontra-se enraizada na formação avançada da ESS e P. Porto.

3. Bioestatística e Bioinformática enquanto área de formação e concessão de grau

3.1 Introdução

Em 2015 começa a desenhar-se formalmente o que seria o primeiro mestrado no P. Porto cujas áreas científicas predominantes são a bioestatística e a bioinformática, o curso de Mestrado em Bioestatística e Bioinformática Aplicadas à Saúde. E ainda em 2015 é submetida à Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior- A3ES a proposta formal da criação do referido mestrado tendo a mesma sido creditada pelo período máximo sem qualquer condicionalismo.

Os problemas com dados em saúde motivaram o desenvolvimento e uso de métodos específicos quer da estatística quer da informática o que originou a designação Bioestatística e Bioinformática. Mundialmente é reconhecida a necessidade de profissionais com competência em análise de dados e a bioestatística tornou-se uma ferramenta essencial na melhoria da saúde e na redução da doença.

A proposta de criação de um segundo ciclo, que combina áreas fundamentais como a estatística e a informática na área de aplicação à saúde, como a apresentada no Mestrado em Bioestatística e Bioinformática Aplicadas à Saúde, está plenamente enquadrada na área de formação do P. Porto e, em particular, da ESS. Esta proposta apresenta-se como uma consolidação da formação oferecida pelas instituições referidas.

O mercado de trabalho afigura-se cada vez mais exigente com todos os profissionais, nomeadamente com os profissionais de saúde, que no exercício das suas funções ou por iniciativa própria (como forma de se tornar mais competitivo) se vê impelido a desenvolver competências que não são fulcrais nem prioritárias numa formação de primeiro ciclo. A capacidade de levar a cabo investigação em saúde de forma autónoma e doutrinada em todas as etapas, são competências de um segundo ciclo, nomeadamente, desta proposta e apresentam-se como uma mais-valia a profissionais de saúde, que se querem atualizados e em alinhamento com a vanguarda do conhecimento em saúde.

Em Abril de 2016 a A3ES aprovou por 6 anos sem condições o MBBAS e no ano letivo de 2017/2018 decorreu a primeira edição do mesmo, com 10 estudantes inscritos.

3.2 Objetivos do ciclo de estudos

A necessidade de profissionais com competências ao nível da análise de dados é reconhecida internacionalmente. O objetivo do ciclo de estudos é formar profissionais nas áreas de especialização de Bioestatística e Bioinformática (BB) que possam contribuir de forma ativa para o conhecimento em saúde. O mestre em Bioestatística e Bioinformática Aplicadas à Saúde (BBAS) desenvolverá competências necessárias para realizar com autonomia e rigor experiências e interpretar resultados; desde o planeamento, realização de amostragens, uso e desenvolvimento de software e análise e interpretação de dados, assim como contribuir para os crescentes avanços das metodologias nas áreas de BB.

Os objetivos gerais para o ciclo de estudos são formar um profissional com:

- Formação sólida e integrada nas áreas de estatística e informática, assim como da saúde, fazendo a aplicação em problemas práticos reais;
- Capacidade de desenvolver novas metodologias e procedimentos para a análise de dados em saúde.

Os objetivos de aprendizagem deste ciclo de estudos são:

- Conhecer e aplicar os métodos mais comuns ao nível da BB;

- Identificar, aplicar e avaliar criticamente as técnicas mais adequadas à resolução de problemas nas áreas de BB.
- Demonstrar conhecimentos e compreensão de conceitos, teorias, técnicas e métodos relacionados com a BB, bem como da saúde;
- Demonstrar uma visão crítica sobre a investigação nas áreas da Bioestatística e Bioinformática e sua importância na visão atual de saúde;
- Usar, bem como especificar, conceber, implementar e testar aplicações informáticas com vista à resolução de problemas de saúde;
- Investigar de forma autónoma nas áreas da Bioestatística e da Bioinformática, abordando problemas em ambiente real.
- Demonstrar uma atitude de inovação e criatividade no desempenho de novas tarefas;
- Ser capaz de integrar equipas multidisciplinares e internacionais;
- Ser capaz de comunicar de forma efetiva quer oralmente quer por escrito o raciocínio científico e resultados encontrados.

3.3 Plano de estudos

De forma a assegurar o desenvolvimento das competências definidas para o mestrado o plano de estudos do MBBAS é composto maioritariamente por unidade curricular da área científica de Biomatemática, Bioestatística e Bioinformática, num total de 97,5 ECTS obrigatórios e 15 ECTS optativos. As restantes unidades curriculares têm como área científica Ciências Químicas e das Biomoléculas, num total de 7,5 ECTS obrigatórios e 15 ECTS optativos. Todas as unidades curriculares do primeiro ano apresentam a mesma carga horária de contacto, 45h da tipologia teórico-prática. Este plano de estudos pode ser consultado em maior detalhe na tabela 4.

Tabela 4: Plano de Estudos do Mestrado em Bioestatística e Bioinformática

unidade curricular	Ano	ATC	Tipo	ECTS
Proteínas e Ácidos Nucleicos*	1	CQB	Semestral	7,5
Programação e Bases de Dados*		BBB		
Bioinformática Aplicada à Saúde		BBB		
Análise de Dados e Investigação em Saúde		BBB		
Extracção de Conhecimento de Dados em Saúde		BBB		
Análise Computacional de Genomas e Proteomas		CQB		
Complementos de Bioestatística e Aplicações à Saúde		BBB		
Bioestatística Computacional		BBB		
Complementos de Bioinformática**		BBB		
Biocologia Computacional**		CQB		
Seminários	2	BBB	Semestral	5
Metodologias e Gestão de Projectos de Investigação		BBB		5
Dissertação ou Projecto ou Estágio		BBB	Anual	50

*Aferição

**Opção

3.3.1 Unidades curriculares do primeiro ano

As fichas das unidades curriculares correspondentes ao primeiro ano do plano de estudos do MBBAS encontram-se em anexo. Analisemos alguns aspetos de certas unidades curriculares.

Na unidade curricular de Programação e Base de Dados de aferição o objetivo é nivelar os conhecimentos dos estudantes, de acordo com a sua formação base. Nesta unidade curricular é utilizada uma plataforma de e-learning como ferramenta de comunicação e divulgação de informação, esclarecer de dúvidas, exercícios propostos, e outros materiais relevantes.

Na unidade curricular de Análise de Dados e Investigação em Saúde utiliza-se o software de análise de dados SPSS, que tal como referido anteriormente tem a vantagem de apresentar um interface semelhante às aplicações do Office e que facilita a usabilidade por parte dos estudantes,

deslocando o foco da aprendizagem da utilização de um software específico mas sim da técnica, capacitação do uso de qualquer software, comunicação e leitura de resultados estatística na literatura científica.

A unidade curricular Extração de Conhecimento de Dados em Saúde utiliza o software gratuito RapidMiner.

Na unidade curricular de Complementos de Bioestatística e Aplicações à Saúde utiliza-se o software de análise de dados SPSS pelas razões já referidas.

3.3.2 Unidades curriculares do segundo ano

Na unidade curricular de Seminários reconhecer e aplicar diferentes técnicas para planeamento e execução de trabalhos de investigação promovendo Seminários temáticos a definir de acordo com os temas mais prementes que emergirem do interesse dos alunos no contexto da investigação a desenvolver. Na unidade curricular de Metodologias e Gestão de Projetos de Investigação pretende-se: Compreender o processo de investigação científica e identificar os principais paradigmas de investigação; Formular um problema de investigação; Compreender as diferentes abordagens metodológicas; Especificar o papel da teoria no processo de investigação; Realizar uma revisão da literatura sabendo organizar, analisar e interpretar a informação recolhida; Elaborar uma proposta de investigação. Na unidade curricular de Dissertação/projeto/estágio pretende-se aplicar os conhecimentos adquiridos em Metodologias e Gestão de Projetos de Investigação; elaborar o estado da arte de um tema de I&D ou aplicação profissional; realizar um trabalho de investigação científica, com publicação de resultados obtidos através da elaboração de uma dissertação ou de um relatório de estágio.

3.3.3 Corpo Docente e gestão académica

O corpo docente que colaborou na primeira edição do mestrado é composto por 6 docentes a tempo integral dos quais 4 são detentores do grau de doutor numa das áreas fundamentais do ciclo de estudos. Dos 6 docentes em tempo parcial ou prestação de serviço 5 são igualmente detentores do grau de doutor em áreas fundamentais do ciclo de estudos. A sua grande maioria está envolvida de forma rotineira em projetos de investigação e assegura a elevada qualidade e transposição das novas

metodologias diretamente da vanguarda da investigação para o ensino deste ciclo. A gestão académica é assegurada por 2 docentes, alternadamente: O Professor Rui Pimenta coordenador da área técnico-científica de Biomatemática, Bioestatística e Bioinformática (BBB) PhD Ciências Saúde (Bioestatística) e a Professora Sandra Alves, professora adjunta de BBB, PhD Eng Biomédica (Modelação estatística).

3.3.4 Propostas de temas de teses /estágios ano letivo 2018/2019

No ano letivo de 2018/2019 os estudantes da primeira edição encontram-se a frequentar o segundo ano do plano de estudos. Este permite aos estudantes a escolha entre dissertação/projeto ou estágios e ao momento da realização do presente documento, para além de opções que possam vir a surgir do interesse manifesto dos estudantes, o corpo docente em colaboração apresentou diversas alternativas de acordo com os orientadores e as instituições parceiras que recebem os estudantes para o desenvolvimento das suas dissertações, projetos ou estágios.

Em todas as Unidades Curriculares são utilizados softwares na abordagem aos conteúdos, quer os direcionados para a aprendizagem da bioestatística (SPSS- Statistical Package for the Social Sciences, R, RapidMiner) quer os mais direcionados para a bioinformática. Hoje em dia a utilização de software no ensino está completamente enraizada e nas áreas principais deste ciclo de estudos esta utilização é ainda mais pertinente. Para além da sua utilização representar uma forma mais rápida e eficaz de análise, estes permitem muitas vezes a única forma de análise. De qualquer forma, convém reforçar que a aprendizagem do aluno não recai na utilização de software específico, mas sim na capacitação para a interpretação de resultados e utilização de software e ferramentas de tecnologia e informação alternativas.

4. Conclusão

Na sociedade contemporânea, para que uma correta interpretação da realidade seja exequível, é urgente o domínio da informação, sendo para o efeito imprescindível o uso de tecnologia e da estatística. Ao indivíduo é atribuído, na sociedade atual, um papel ativo. Do mesmo modo, na escola moderna, as teorias de aprendizagem significativa assentam na ideia de que o estudante deve ser encarado como um elemento ativo na sua formação estatística, em detrimento de uma postura obsoleta, na qual lhe é atribuído um papel de recetor passivo de grandes quantidades de informação, a qual se encontra muitas vezes descontextualizada. Os agentes da estatística acordam que o enfoque deve ser afastado da aprendizagem tradicional, baseada na memorização de procedimentos e algoritmos de cálculo, na qual o professor é o sujeito ativo e funciona como fonte de informação e onde são realizados cálculos ortodoxos e exercícios repetitivos, em detrimento de processos de ensino e aprendizagem nos quais o estudante identifique a estatística como uma ferramenta útil para a resolução de problemas do mundo real.

Os estatísticos acordam que o objetivo da formação estatística deve centrar-se no desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e valores fundamentais no quotidiano de cada indivíduo; que correspondem aos elementos da literacia, raciocínio e pensamento estatísticos. É premente esta tomada de consciência relativa à procura e aquisição contínua do conhecimento ao longo de toda a vida, pessoal e profissional. A atitude tomada em relação a este posicionamento determinará o nível de aquisição dos conhecimentos, assumindo o professor, neste caso, o papel importante de encorajar os estudantes a seguir o trilho de investigação. Tal como no dia-a-dia, é fundamental que o estudante, diariamente exposto a uma quantidade exacerbada de informação, se encontre devidamente habilitado para criticar determinadas informações, questionando-as de tal forma que a informação adquirida esteja isenta de manipulações, caso seja necessário.

O campo das Ciências da Saúde revela-se particularmente pertinente, uma vez que são recorrentes os estudos que se debruçam sobre os mesmos problemas e que chegam, por vezes, a

resultados distintos. De facto, o profissional de saúde, quer como consumidor quer como produtor de resultados tem, no seu exercício, recorrentemente, de tomar decisões sob um contexto de incerteza, baseando frequentemente a sua tomada de decisão em intuições probabilísticas.

A atual existência e disponibilidade de *pacotes estatísticos* conduz à aplicação da metodologia estatística, que lhe está subjacente, sem a devida verificação dos pressupostos necessários à sua utilização, o que, na prática, torna inválidas as conclusões dos estudos (Castro Sotos *et al.*, 2007). As investigações identificam os diferentes níveis de compreensão a alcançar, auferindo ainda o nível de utilidade efetiva para o investigador, bem como a aplicação de práticas que permitam alcançar os mesmos níveis de compreensão. É determinante que o estudante e o profissional de ciências da saúde consigam identificar e delimitar claramente a necessidade de recorrer a um consultor estatístico assim que a temática deixe de ser trivial. Surge, então, a necessidade de criar serviços de apoio e consultoria estatística nas instituições de ensino superior e centros de investigação. Um conhecimento mais aprofundado de estatística e tratamento e análise de dados, por parte dos investigadores em ciências de saúde; e da área biomédica por parte dos profissionais estatísticos será um elemento essencial para que possa diminuir a assimetria de informação nos processos de aconselhamento /consultoria estatística.

Os projetos de iniciação à investigação científica permitem desenvolver simultaneamente as competências estatística e de investigação (Batanero *et al.*, 2010; Fillebrown, 1994; Holcomb & Ruffer, 2000) e a sua utilização, promoção e sustentação deve ser apoiada mesmo ao nível dos estudos de graduação (McLean, 2001; Miller & Rycek, 2008; Pimenta, 2009). Estes projetos constituem um requisito obrigatório em algumas instituições que ministram formação na área das ciências da saúde, de forma a proporcionar aos estudantes, futuros especialistas nas suas áreas de saber, a iniciação à prática de investigação. Torna-se, assim, primordial avaliar de forma sistemática a capacidade estatística mobilizada nos projetos de investigação, uma vez que esta avaliação permite potenciar a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem da estatística (Garfield, 1981, 1993, 1994; Garfield, delMas & Chance, 1999, Garfield *et al.*, 2002).

Referências bibliográficas

- Altman, D. G. (1994). The scandal of poor medical research. *British Medical Journal*, 308, 283-284.
- Altman, D. G. (1998). Statistical reviewing for medical journals. *Statistics in Medicine*, 17, 2661-2674.
- Altman, D.G. (2002). Poor-quality medical research. *Journal of the American Medical Association*, 287(21), 2765-2767.
- Altman, D., Goodman, S., & Schroter, S. (2002). How statistical expertise is used in medical research. *Journal of American Medical Association*, 287(21), 2817-2820.
- Ambrosius, W. T., & Manatunga, A. K. (2002). Intensive short courses in biostatistics for fellows and physicians. *Statistics in Medicine*, 21, 2739-2756.
- Appleman, D., & Illustrator-Ishida, S. (2000). *How computer programming works*. New York: Apress.
- Bangdiwalla, S. I., & Muñoz, S. (2001). Training of statisticians and clinical researchers worldwide to collaborate as co-investigators within country clinical epidemiology units: The experience of the International Clinical Epidemiology Network (INCLEN). Em C. Batanero (Eds), *Training researchers in the use of statistics* (pp. 265-275). Granada: International Association for Statistical Edunidade curricularation & International Statistical Institute.
- Barnett, V. (1988). Statistical consultancy - a basis for teaching and research. In R. Davidson & J. Swift (Eds), *Proceedings of the Second International Conference on Teaching Statistics*, (pp 303-307). Victoria: International Association for Statistical Edunidade curricularation.
- Batanero, C., Arteaga, P., Ruiz, B., & Roa, R. (2010). Assessing pre-service teachers' conceptions of randomness through project work. Em C. Reading (Eds), *Proceedings of the Eighth International Conference for Teaching Statistics*. (CD-ROM). Ljubljana: International Association for Statistical Edunidade curricularation.
- Batanero, C., Godino, J. D., & Vallecillos, A. (1992). El análisis de datos como útil y objeto de la

- didáctica de la matemática. *Edunidade curricularación Matemática*, 4 (1), 46-53.
- Batanero, C., & Díaz, C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. Em J. P. Royo (Eds), *Aspectos didácticos de las matemáticas* (pp. 125-164). Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Edunidade curricularación.
- Bazargan, A., & Vallai, N. (2006). Strengthening research and statistical skills of medical doctors through a hands-on approach: A case study from Iran. Em A. J. Rossman, & B. L. Chance (Eds), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. (CD-ROM). Salvador da Bahia: International Association for Statistical Edunidade curricularation.
- Begg, A. (1997). Some emerging influences underpinning assessment in statistics. Em I. Gal, & J. Garfield (Eds.). *The assessment challenge in statistics edunidade curricularation* (pp.17-25). Amsterdam: IOS Press.
- Benítez, G., & Arrondo V. (2002). Sobre la definición de estadística. *Hipótesis Alternativa*, 3(2), 6-11.
- Bergeron, B. P. (2003). *Bioinformatics computing: the complete, practical guide to bioinformatics for life scientists*. New Jersey: Prentice Hall Professional.
- Berry, G., Glasziou, P., & Simpson J. M. (1990). Teaching clinical statistics in the medical curriculum. Em D. Vere-Jones (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Teaching Statistics* (pp. 388-393). Voorburg: International Statistical Institute.
- Binnie, N. (2002). Using projects to encourage statistical thinking. Em B. Phillips (Eds), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics*. Cape Town, Voorburg: International Statistical Institute.
- Bishop, M. J., & Rawlings, C. (1997). *DNA and protein sequence analysis: a practical approach*. Oxford University Press.
- Blanco, A. (2008). Una revisión crítica de la investigación sobre las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la Estadística. *Revista Complutense de Edunidade curricularación*, 19(2), 311-330.

- Brown, T. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York, NY: Guilford.
- Browne, MW, & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. *KA Bollen & JS Long*.
- Campbell, M. (2006). Teaching non-parametric statistics to students in health sciences. Em A. J. Rossman, & B. L. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. (CD – ROM). Salvador da Bahia: International Association for the Statistical Education curricularization.
- Carnell, L. J. (2008). The effect of a student-designed data collection project on attitudes toward statistics. *Journal of Statistics Education curricularization [online]*, 16(1).
- Carvalho, H. (2008). *Análise multivariada de dados qualitativos: Utilização da análise de correspondências múltiplas com o SPSS*. Lisboa: Sílabo.
- Castro Sotos, A. E., Vanhoof, S., Noortgate, W. V., & Onghena P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education curricularization. *Education Curricularization Research Review*, 2, 98–113.
- Chein, M., & Mugnier, M. L. (2008). *Graph-based knowledge representation: computational foundations of conceptual graphs*. Springer Science & Business Media. London: Springer-Verlag.
- Dawson-Saunders, B., & Trapp R. G. (1990). *Basic and Clinical Biostatistics*. Prentice-Hall.
- Deutsch, R. (2002). Usage of medical journal articles in biostatistical training for residents, Em B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. (CD-ROM). Ciudad del Cabo: International Association for Statistical Education curricularization.
- Eidhammer, I., Jonassen, I., & Taylor, W. R. (2004). *Protein Bioinformatics: An algorithmic approach to sequence and structure curricularization analysis* (Vol. 1). Chichester: John Wiley & Sons.
- Elizabeth, R. (1990). *Estatística Multivariada Aplicada*. Edições Sílabo.
- Fourment, M., & Gillings, M. R. (2008). A comparison of common programming languages used in bioinformatics. *BMC bioinformatics*, 9(1), 82.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D. Moreno, J., Peck, R., Perry, M. et al (2005). *Guidelines for*

assessment and instrunidade curriculation in statistics edunidade curricularation reports, American Statistical Association.

Fillebrown, S. (1994). Using projects in an elementary statistics course for non-science majors.

Journal of Statistics Edunidade curricularation, 2(2).

Garfield, J. (1981). *An investigation of factors influencing student attainment of statistical*

competence. Tese de Doutorado. University of Minnesota. EUA.

Garfield, Joan B. (1993). An authentic assessment of students' statistical knowledge. Em N. Webb

(Ed), *National Council of Teachers of Mathematics 1993 Yearbook: Assessment in the Mathematics Classroom*. Reston, VA: NCTM.

Garfield, J. (1994). Beyond testing and grading: using assessment to improve student learning.

Journal of Statistics Edunidade curricularation, 2(1).

Garfield, J., delMas, B., & Chance, B. L. (1999). Tools for teaching and assessing statistical

inference: Simulation Software. *Newsletter for the Section on Statistical Edunidade curricularation*, 5(2).

Garfield, J., Hogg, B., Schau, S., & Whittinghill, D. (2002). First courses in statistical science: the

status of edunidade curricularational reform. *Journal of Statistics Edunidade curricularation*, 10.

Glantz, S. A. (2002). *Primer of biostatistics* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Inc.

Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) in Statistics Education

(GAISE) College Report (2016)

Gussfield, D. (1997). Algorithms on strings, trees, and sequences. *Computer Science and*

Computational Biology (Cambridge, 1999).

Hamilton, J. (1994). Establishing standards and measurement methods. *WHO/ ECFMG*

Conference. Genève: World Health Organization.

Harraway, J. A., & Sharples, K. J. (2001). A first course in biostatistics for health sciences students.

International Journal of Mathematical Edunidade curricularation in Science and Technology, 32(6), 873 – 886.

Harraway, J., Manly, B., Sutherland, H., & Mcrae, A. (2001). Meeting the statistical needs of

- researchers in the biological and health sciences. Em C. Batanero (Ed.), *Training researchers in the use of statistics* (pp. 177-195). Granada: International Association for Statistical Education and International Statistical Institute.
- Harrington, D. (2008-10-10). (Ed.), *Confirmatory Factor Analysis*: Oxford University Press.
- Heunidade curricularh, I. (2002). Edunidade curricularating statisticians for work in epidemiology: can we find the correct balance between general statistical ability and particular skills? Em B. Philips (Eds), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. (CD-ROM). Ciudad del Cabo: International Association for Statistical Edunidade curricularation.
- Hill, M., & Hill, A. (2000). *Investigação por Questionário*, Lisboa: Edições Sílabo.Lda.
- Holcomb, J., & Ruffer, R. (2000). Using a term-long project sequence in introdunidade curricularatory statistics, *The American Statistician*, 54, 49-53.
- Holmes, P. (1997). Assessing project work by external examiners. Em I. Gal, & J. B. Garfield (Eds.), *The Assesment challenge in statistics edunidade curricularation* (pp. 153-164). Voorburg: IOS Press.
- Huedo, T., López, J.A., Martínez, R., & Nortes, A. (2003). Contenidos y actitudes hacia la estadística: un estudio con maestros en formación. *Comunicação apresentada no 27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*, Lleida, Espanha.
- Indrayan, A. (2001). Teaching statistical principles and methods in medical applications. Artigo apresentado na 53ª Sessão do ISI, Seoul-Coreia, 59ª Sessão do IASE - Undergraduate Statistics Edunidade curricularation in Non-Statistics Degree Programmes.
- Jolliffe, F. (2001). Learning from experience. Em C. Batanero (Eds.), *Training researchers in the use of statistics* (pp. 355-370). Granada: International Association for Statistical Edunidade curricularation.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and Practice of Strunidade curricularatural Equation Modeling* (3rd edition). New York/London: Guilford.
- Lesk, A.M. (2005). *Introdução à Bioinformática*. 2ª ed. ArtMed, Porto Alegre.

- Long, C. R. (2006). Training chiropractors for careers in clinical research. Em A. J. Rossman, & B. L. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. (CD-ROM). Salvador da Bahia - Brasil: International Association for Statistical Education curricularation.
- Manly, B.F.J. (2005) *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. 3rd Edition, Chapman and Hall, London.
- Maroco, J. (2010). *Análise de Equações Estruturais: Fundamentos teóricos, software & Aplicações*.
- Maroco, J. (2010) *Análise Estatística com o PASW Statistics*. Pêro Pinheiro: Rolo & Filhos II, SA.
- McLean, A. (2001). Statistics in the catwalk. The importance training researchers in statistics. Em C. Batanero (Eds), *Training researchers in the use of statistics*. Granada: International Association for Statistics Education curricularation and International Statistical Institute.
- Miller, & Rycek, R. F. (2008). *Developing, Promoting and Sustaining the Undergraduate Research Experience in Psychology* (pp. 272-275). Washington, DC: Society for the Teaching of Psychology.
- Moore, D. (1992). Statistics for all: why? What and how? Em D. Vere-Jones (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics, Volume 1* (pp. 423-428). Voorburg: International Statistical Institute.
- Moore, D. (1992). Teaching statistics as a respectable subject. Em F. Gordon e S Gordon (Ed.), *Statistics for the Twenty First Century* (pp. 14-25). Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Moore, D., & al (1997). New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 123-165
- Moore, D., & McCabe, G. (1999). *The introduction curricularation to the practice of Statistics (3rd ed.)*, New York: W. H. Freeman and Company.
- Moore, D. (2006). *Statistics concepts and controversies*. Quinta edição. New York: W. H. Freeman and Company.
- Moore, D. (2012) *Essentials of Statistics*. Macmillan Higher Education.

- Moore, D , Notz, W., Fligner, M. (2013). *The basic practice of statistics*. WH Freeman.
- Pestana, D., & Velosa, S. (2002). *Introdução à probabilidade e à estatística*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2003). *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. Lisboa: Silabo.
- Pereira, J. L. (1998). *Tecnologia de bases de dados*. Lisboa: FCA.
- Petrie, A., & Sabin, C. (2013). *Medical statistics at a glance*. John Wiley & Sons.
- Pimenta, R., & Batanero C. (2005). Raciocínio Estatístico: Avaliação a partir de projectos em ciências da saúde. *Actas do V Congresso Ibero Americano de Edunidade curricularação Matemática*. (CD-ROM).Porto, 18.
- Pimenta, R. (2006). Assessing statistical reasoning through project work. Em A. Rossman, & B.Chance (Eds.), *Seventh International Conference on Teaching Statistics*. (CD-ROM). Brazil: International Association for Statistical Edunidade curricularation and International Statistical Institute.
- Pimenta, R. (2006). Assessing statistical reasoning through project work. Em A. Rossman, & B.Chance (Eds.), *Seventh International Conference on Teaching Statistics*. (CD-ROM). Brazil: International Association for Statistical Edunidade curricularation and International Statistical Institute.
- Rashid, A., & Subramaniam, G. (2012). Use of biostatistics among practicing doctors in Penang, Malaysia. *The Internet Journal of Medical Education*, 2(2).
- Rhem, A. J. (2006). *UML for Developing Knowledge Management Systems*, New York: Auerbach Publications.
- Sahai, H. (1999). Teaching biostatistics to medical students and professionals: problems and solutions. *International Journal of mathematical Edunidade curricularation in Science and Technology*. 30(2), 187-196.
- Sahai, H., & Ojeda, M. M. (1999). Problems and challenges of teaching biostatistics to medical

- students and professionals. *Medical Teacher*, 21(3), 286 – 288.
- Sharma, S., & Sharma, S. (1996). *Applied multivariate techniques*. New York: John Wiley & Sons.
- Santos, M. F., & Azevedo, C. S. (2005). *Data mining: descoberta de conhecimento em bases de dados* (pp. 1-214). FCA-Editora de Informática, Lda.
- Silva, A. M. R., Videira, C. A. E., & Atlântico, C. (2001). *UML, metodologias e ferramentas CASE: linguagem de modelação UML, metodologias e ferramentas CASE na concepção e desenvolvimento de sistemas de informação*. Vila Nova de Famalicão: Centro Atlântico.
- Silva, L. C. (1997). *Cultura estadística e investigación científica en el campo de la salud: una mirada crítica*. Madrid: Diaz de Santos.
- Stangl, D. (2001). Design of an internet course for training medical researchers in bayesian statistical methods. Em C. Batanero (Ed.), *Training Researchers in the Use of Statistics* (pp. 147-157). Granada: International Association for Statistical Education curricularation and International Statistical Institute.
- Starkings, S. (1997). Assessing Student Projects. Em Gal I., & Garfield, J. B. (Eds), *The Assessment Challenge in Statistical Education curricularation*. (CD-ROM). I.O.S. Press: Netherlands.
- Starnes, D Moore, D., Yates, D. (2009). *Statistics through applications*. Macmillan.
- Starnes, D.& Moore, D. (2016). *The practice of statistics*. Macmillan.
- Tan, P. N., Steinbach, M., & Kumar, V. (2006). Classification: basic concepts, decision trees, and model evaluation. *Introduction curricularation to data mining*, Pearson Addison-Wesley. 1, 145-205.
- Trapp, R. G., & Dawson, B. (1994). *Basic & clinical biostatistics*. Appleton & Lange (4th ed.). New York: Prentice-Hall International Inc.
- Utts, J, (2013). *Seeing Through Statistics*. Quarta edição. Califórnia.
- Vieira, S. (2003). *Bioestatística: tópicos avançados*. Rio de Janeiro. Editora Campus.
- Zar, G. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall.
- Zvelebil, M. J., & Baum, J. O. (2007). *Understanding bioinformatics*. Garland Science