



Aprendizagem de testes de hipóteses através do trabalho de projeto

Learning hypothesis testing through project work

Gabriela Gonçalves

Instituto Superior de Engenharia do Porto
gmc@isep.ipp.pt

José António Fernandes

Universidade do Minho
jfernandes@ie.uminho.pt

Maria Manuel Nascimento

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
mmsn@utad.pt

Resumo:

Neste artigo estuda-se a realização de trabalhos de projeto por alunos do ensino superior politécnico na aprendizagem de testes de hipóteses, salientando-se o uso de tecnologia, a promoção do raciocínio estatístico e a autoavaliação dos alunos sobre o trabalho de projeto. Participaram no estudo 31 alunos da Licenciatura de Engenharia Informática organizados em pequenos grupos, os quais realizaram um trabalho de projeto sobre o tema Redes Sociais. Em termos de resultados, salienta-se que, em geral, os alunos sentiram algumas dificuldades no uso da tecnologia, desenvolveram várias dimensões do pensamento estatístico e avaliaram positivamente a sua participação no trabalho de projeto.

Palavras-chave: Testes de hipóteses; Trabalho de projeto; Alunos do ensino superior.

Abstract:

In this paper we study the achievement of polytechnic higher education students in the learning of hypothesis tests, emphasizing the use of technology, the promotion of statistical reasoning and the students' self-assessment of the project work. Thirty-one students of the Informatics Engineering Degree participated in the study, organized in small groups, which carried out a project work on the Social Networks theme. In terms of results, it should be noted that, in general, students experienced some difficulties in the use of technology, developed several statistical thinking's dimensions and positively evaluated their participation in the project work.

Keywords: Hypothesis testing; Project work; Higher education students.



Resumen:

En este artículo se estudia la realización de trabajos de proyecto por alumnos de la enseñanza superior politécnica en el aprendizaje de pruebas de hipótesis, resaltando el uso de tecnología, la promoción del raciocinio estadístico y la autoevaluación de los alumnos sobre el trabajo de proyecto. Participaron en el estudio 31 alumnos de la Licenciatura de Ingeniería Informática organizados en pequeños grupos, los cuales realizaron un trabajo de proyecto sobre el tema Redes Sociales. En términos de resultados, se destaca que, en general, los alumnos sintieron algunas dificultades en el uso de la tecnología, desarrollaron varias dimensiones del pensamiento estadístico y evaluaron positivamente su participación en el trabajo de proyecto.

Palabras clave: Pruebas de hipótesis; Trabajos de proyecto; Alumnos de la enseñanza superior.

Introdução

Nos nossos dias a Estatística está profundamente relacionada com a vida das pessoas, seja a nível individual, social e profissional. Ora, essa omnipresença da Estatística requer que as pessoas recebam uma formação compatível com tal diversidade de exigências, para o que tem muito contribuído a escola. Atualmente, a Estatística é ensinada em todos os anos escolares do ensino básico e secundário (Ministério da Educação e Ciência, 2013, 2014) e faz parte de quase todos os cursos do ensino superior, desde os cursos de Ciências e Tecnologia até aos de Ciências Sociais e Humanas.

Dentro da Estatística, destaca-se neste estudo a inferência estatística, que constitui um tema da máxima importância ao permitir generalizar resultados obtidos numa amostra para um universo mais vasto, a população. Segundo Batanero (2001), os testes de hipóteses, apesar de possuírem um campo específico de aplicação, são a área da inferência estatística provavelmente menos compreendida e a mais confundida. Alguns conceitos relacionados com a aplicação de testes de hipóteses são mal interpretados e usados incorretamente, tanto por estudantes, como por investigadores.

No ensino da Estatística, o trabalho de projeto constitui uma metodologia especialmente favorável ao desenvolvimento de competências de trabalho de grupo, à promoção de uma abordagem realista da Estatística (Fernandes, Carvalho & Ribeiro, 2007) e à utilização de tecnologia (Fernandes, Júnior & Vasconcelos, 2013). No caso do trabalho de grupo, Petocz e Reid (2007) identificaram vários aspetos positivos, designadamente, ao permitir aos professores desenvolver tarefas mais compreensivas, expor os alunos aos diferentes pontos de vista dos outros elementos do grupo e encorajar os alunos a prepararem-se para o ponto de vista real (que cada vez mais envolve trabalho em equipa); ao contribuir para os alunos adquirirem uma visão sobre as dinâmicas e os processos de grupo e o desenvolvimento de competências interpessoais; e ao favorecer a reflexão e a discussão como parte essencial do processo de se tornarem práticos competentes e reflexivos.

Por outro lado, as aprendizagens dos alunos beneficiam da boa relação que eles mantêm com o uso das ferramentas tecnológicas. Num estudo de Fernandes, Sousa e Ribeiro (2004) todos os professores participantes reconheceram que o uso das ferramentas tecnológicas, nas quais se incluíam a folha de cálculo, calculadoras gráficas e outro software, constituem recursos muitos



adequados para o ensino e a aprendizagem da Estatística, tendo também um efeito motivador na aprendizagem dos alunos, mantendo-os interessados e perseverantes na resolução das tarefas.

Para Batanero (2013), o sentido estatístico engloba várias componentes, de que destaca a compreensão das ideias estatísticas fundamentais usadas na resolução dos problemas e que podem ser ensinadas em diferentes níveis escolares; a competência de análise de dados e o raciocínio a partir dos dados, tendo em vista fazer inferências de amostras para populações e tomar decisões adequadas em situações de incerteza. Segundo esta autora, é através de investigações e projetos estatísticos que estas componentes se podem desenvolver de forma efetiva num ambiente de espírito crítico e de autonomia.

Neste contexto, no presente trabalho estuda-se o desenvolvimento de trabalhos de projeto por alunos do ensino superior sobre o tema Testes de Hipóteses (TH) com a ajuda de tecnologia, trabalhos que foram realizados em pequenos grupos na unidade curricular de Matemática Computacional que também inclui conteúdos de Estatística. Mais propriamente, neste estudo salienta-se a promoção do raciocínio estatístico e a autoavaliação dos alunos sobre as diferentes fases do trabalho de projeto.

Nas secções seguintes aborda-se o enquadramento teórico do estudo, o método, os trabalhos de projeto elaborados pelos alunos e as conclusões do estudo.

Enquadramento teórico

Dificuldades dos alunos na aprendizagem de testes de hipóteses

Para Sotos, Vanhoof, Noorgate e Onghena (2007) as ideias de inferência são especialmente sensíveis a interpretações erradas e os estudantes adotam-nas com frequência pelo facto de a inferência requerer a compreensão e a conexão de muitos conceitos abstratos, tais como o de distribuições amostrais, nível de significância, valor de prova, etc. Neste estudo, envolvendo estudantes universitários de cursos introdutórios de Estatística, os investigadores concluíram que eles acreditavam que um teste de hipóteses é uma prova matemática da hipótese nula, ou que é uma prova probabilística por contradição. O erro mais comum em relação ao valor de prova foi considerá-lo como sendo a probabilidade de cometer um erro ao rejeitar a hipótese nula. Os erros detetados com maior frequência estão relacionados com as seguintes considerações: o resultado do teste foi estatisticamente significativo para um nível de significância de 5%; a probabilidade de rejeitar a hipótese nula é igual a 95%; e a probabilidade da hipótese nula ser verdadeira é igual a 5%.

Vallecillos e Batanero (1997) entrevistaram 7 estudantes universitários do 2.º ano do curso de Medicina sobre duas situações de testes de hipóteses, tendo os erros que os alunos cometeram sido agrupados em 5 categorias: interpretação de probabilidades condicionadas; interpretação do nível de significância; conceito de hipóteses nula; lógica do processo e parâmetro e estatística do teste e sua distribuição.



Vera, Díaz e Batanero (2011) realizaram um estudo com estudantes de Psicologia com o objetivo de identificar as suas dificuldades na formulação das hipóteses estatísticas. Através da análise semiótica das respostas dos estudantes, os autores identificaram os seguintes conflitos semióticos: confusão entre teste bilateral e unilateral (10,3%); reconhecer incorretamente o problema como um teste de comparação de médias (12,9%); enunciar a hipótese alternativa pontual (7,7%); definir hipóteses não complementares (8,7%); enunciar as hipóteses em função da estatística amostral (28,6%); confusão entre a estatística amostral e o parâmetro correspondente à média da população (25% dos alunos).

Recorrendo também à análise semiótica, Gonçalves, Fernandes e Nascimento (2014) estudaram os conflitos semióticos nas respostas de 223 alunos do ensino superior politécnico, do mesmo curso e ano daqueles que participaram no presente estudo, a dois problemas de testes de hipóteses. Desse estudo, os autores referem elevadas percentagens de respostas sem sentido e de não respostas, além de identificarem muitos conflitos semióticos, quer em relação à formulação das hipóteses, quer em relação ao cálculo da probabilidade do erro tipo I. No caso da formulação das hipóteses, para além da elevada percentagem de não respostas (20,2%), concluiu-se que na formulação de hipóteses o conflito mais frequente foi relativo às respostas sem sentido (11,7%), seguida da formulação de dois testes de hipóteses para a média populacional (10,8%); já no caso do cálculo da probabilidade do erro tipo I, foi maior a percentagem de não respostas (39,5%), seguindo-se o conflito mais frequente que resultou de os alunos o identificarem com o nível de significância (19,3%) e de respostas sem sentido (15,2%). Adicionalmente, na formulação das hipóteses verificou-se que um número significativo de alunos formulou as hipóteses corretamente; já no cálculo da probabilidade do erro tipo I verificou-se que os alunos indicaram corretamente a fórmula, mas depois erraram o cálculo da probabilidade.

O trabalho de projeto na aprendizagem de Estatística

Em termos do processo investigativo em Estatística, Wild e Pfannkuch (1999) propõem o modelo PPDAC (problema, plano, dados, análise e conclusões), que denominam de ciclo investigativo. Em geral, estas fases, que se assumem como as principais etapas de implementação de um projeto de natureza investigativa, são adotadas também por outros autores (e.g., Batanero, 2001; Batanero & Díaz, 2011; Holmes, 1997). Neste estudo, Wild e Pfannkuch (1999) identificam diferentes tipos de raciocínio estatístico, os quais constituem as bases do pensamento estatístico: 1) *reconhecimento da necessidade de dados*, que está relacionado com o reconhecimento de que as nossas experiências pessoais são insuficientes para fundamentar tomadas de decisão; 2) *transnumeração*, que se refere à capacidade de mudar de representação de modo a compreender os dados; 3) *variação*, a qual afeta a tomada de decisões baseadas nos dados pois sem uma compreensão da origem dessa variação as pessoas tendem a expressar generalizações com base num conjunto de dados como sendo certezas em vez de possibilidades; 4) *raciocínio com modelos estatísticos*, pois todo o pensamento usa modelos e a principal contribuição da Estatística para o pensamento tem sido o seu próprio conjunto de modelos, de estruturas, para a reflexão sobre certos aspetos da investigação de uma forma genérica, em particular, os métodos para o desenho e análise do estudo que têm sido desenvolvidos a partir de modelos matemáticos que incluem componentes aleatórios; e 5) *conhecimento da estatística em contexto*, porquanto as matérias-primas com que



se trabalha o pensamento estatístico são o conhecimento estatístico, o conhecimento do contexto e a informação dos dados.

Num projeto estatístico, de natureza investigativa, espera-se que o aluno utilize metodologias quantitativas, integrando a linguagem e os métodos estatísticos num processo mais global de investigação (Batanero, 2001). Neste processo investigativo, os alunos devem formular questões e planear estudos que lhes permitam responder a essas mesmas questões, tomar decisões sobre o tipo de dados a recolher e a sua análise e interpretação e, por fim, tirar conclusões. Caso as conclusões a que se chegou não respondam às questões do estudo, será necessário recolher novos dados ou reformular as questões de investigação. Terminado o estudo, os alunos devem poder comunicar os seus resultados.

Batanero, Burrill e Reading (2011) reconhecem que os projetos que envolvem investigações são veículos ideais para o envolvimento dos alunos, para a aprendizagem da resolução de problemas e para sintetizar os componentes da aprendizagem. Eles também constituem um ambiente natural para a aprendizagem do pensamento estatístico pois permitem vivenciar o processo de tratamento de dados reais, provenientes do planeamento, recolha e exploração de dados. Batanero e Díaz (2011) destacam o caráter prático dos projetos, referindo que eles devem ser realistas (inclusive quando são versões simplificadas do problema dado), abertos, apropriados ao nível do aluno e proporcionar o desenvolvimento da criatividade.

Holmes (1997) também reconheceu várias vantagens à aprendizagem da Estatística através de projetos, possibilitando designadamente: contextualizar a Estatística e torná-la mais relevante; reforçar o interesse do aluno, em especial se for ele a selecionar a temática de estudo; enfatizar dados reais nos quais é mais provável surgirem questões de precisão, variabilidade, fiabilidade, possibilidade de medição e enviesamento; enfatizar a aplicabilidade e utilidade da Estatística; e mostrar que a Estatística não se reduz a conteúdos matemáticos.

Hawkins, Jolliffe e Glickman (1992) defendem que “um projeto deve proporcionar aos alunos o treino, a motivação, a capacidade e a confiança para enfrentar problemas estatísticos exteriores ao contexto escolar, que os ajudarão mais tarde no mundo do emprego” (p. 126). Do mesmo modo, corroborando alguns destes aspetos, Batanero, Díaz, Contreras e Arteaga (2011) justificam o ensino da Estatística com base em projetos porque ela é inseparável das suas aplicações, aumenta a motivação dos alunos e releva o contexto e a natureza realista das tarefas.

Para Massarini e Kaminski (2003), o ensino da metodologia de projeto em cursos de engenharia contribui para o desenvolvimento do processo de abordagem e solução de problemas que não estão bem definidos, de projetos ou de operações, que são típicos do dia-a-dia do engenheiro. Consequentemente, este conhecimento e habilidade de tratar problemas difusos e não estruturados é muito valorizado na profissão.

O aperfeiçoamento das tecnologias não tem deixado de avançar, o que requer uma atualização constante dos engenheiros quanto às exigências do mercado e às técnicas para alcançar os resultados desejados. Face a estas exigências cada vez mais prementes, percebe-se que o currículo do engenheiro deve ser flexível, no sentido de que gestores de educação possam oferecer aos alunos opções para estudar disciplinas que estejam de acordo com o perfil desejado pelas



empresas (Monteiro, Sousa, Zindel, Santos Vilhena & Kling, 2012). Este perfil inclui a necessidade de se criarem experiências de aprendizagem também em Estatística, nas quais os alunos sejam incentivados a recolher, interpretar e representar dados relativos a acontecimentos reais, de preferência com ajuda de um software. Esta abordagem é mais ativa e centrada nos alunos do que a realização de atividades rotineiras.

Fernandes et al. (2013), em termos globais, salientam uma reação muito favorável dos alunos à estratégia de ensino de Estatística implementada, a qual resultou da integração das três seguintes componentes: adoção de uma metodologia de trabalho de projeto; promoção do trabalho em pares e da discussão no grupo-turma; e o recurso a tecnologia, sobretudo a folha de cálculo. Os autores salientaram que nessa experiência de ensino:

- Os alunos valorizaram o trabalho de projeto ao referirem-se ao interesse e à curiosidade que as tarefas lhes despertaram, em consequência de se tratar de tarefas muito relacionadas com eles próprios, permitindo conhecerem-se melhor, bem com às suas famílias;
- Todos os alunos afirmaram que o trabalho em pares foi importante para vencer dúvidas e dificuldades, tendo alguns alunos referido ainda a ajuda recebida e situações em que essa ajuda lhes permitiu prosseguir a resolução da tarefa;
- O uso da tecnologia na realização das tarefas, e especialmente da folha de cálculo, foi a componente da estratégia mais positivamente valorizada pelos alunos. Todos eles gostaram de usar tecnologia porque gostam de computadores, facilita a aprendizagem, permite desenvolver capacidades e constitui uma outra forma de trabalhar os conteúdos estatísticos.

Filgueira, Carvalho, Figueiredo e Dantas (2007) efetuaram uma pesquisa com alunos da disciplina de Estatística Aplicada do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, do Centro Federal de Educação Tecnológica-CEFET/RN, tendo como objetivo avaliar uma metodologia de ensino orientada para projetos e também o grau de satisfação do aluno no que diz respeito à importância da referida disciplina para o curso. Recorrendo a um questionário, como forma de avaliação, os investigadores concluíram que:

- A metodologia orientada para trabalhos de projeto foi eficaz na medida em que possibilitou uma maior aprendizagem do aluno e permitiu uma ampliação do seu conhecimento do mundo, ou seja, o aluno pôde ver na prática como irá atuar na sua futura profissão;
- Os alunos demonstraram alguma dificuldade em trabalhar e analisar dados estatísticos, contudo as ferramentas e softwares estatísticos usados contribuíram para minimizá-la;
- A camaradagem entre os elementos dos grupos e a relação que estabeleceram com o professor contribuiu para o aumento da aprendizagem dos alunos.

Por último, Lopes (2007) apresenta uma pesquisa desenvolvida na disciplina de Probabilidade e Estatística, tendo como objetivo apresentar o ensino de Estatística, nomeadamente os testes de hipóteses, com ênfase no processo de Análise de Dados e investigando atitudes dos alunos perante uma metodologia de ensino inédita para eles. Em termos gerais, o trabalho de projeto consistia



num problema "real" sobre verificar se uma moeda é honesta, tendo o autor considerado que: a experiência despertou o interesse dos alunos, tendo a maioria trabalhado cooperativamente; diminuiu o fluxo de alunos que saíam da sala de aula; promoveu uma participação mais ativa dos alunos na construção dos seus conhecimentos; verificou-se uma cooperação mútua entre os alunos na busca da solução para as questões apresentadas; e promoveu nos alunos o desenvolvimento das suas capacidades de crítica e reflexão.

Metodologia

Neste trabalho estuda-se a realização de trabalhos de projeto por alunos do ensino superior politécnico na aprendizagem de testes de hipóteses com a ajuda de tecnologia, salientando-se a promoção do raciocínio estatístico e a autoavaliação dos alunos sobre as diferentes fases do trabalho de projeto.

A amostra, constituída por 31 alunos de uma turma da investigadora, que também desempenhou as funções de professora, foi selecionada entre os alunos da Licenciatura de Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do Porto, no ano letivo de 2014-15, que se encontravam a frequentar pela primeira vez a unidade curricular (UC) de Matemática Computacional. Antes da realização dos projetos foi feita uma apresentação teórica do tema Testes de Hipóteses (TH) durante duas horas, enquanto o projeto se desenvolveu ao longo de quatro aulas teórico-práticas, com um tempo presencial de seis horas e um tempo tutorial de quatro horas.

No âmbito desta UC, os alunos organizaram-se em sete grupos, tendo em conta as suas preferências, e distribuíram entre si as diferentes tarefas. Na Tabela 1 apresenta-se a caracterização destes grupos.

Tabela 1 – Caracterização dos grupos

Grupos	N.º de alunos	Idades	Género	Antecedente escolar
G1	4	18-19	4 M	12.º ano (4)
G2	5	18-19	3 M e 2 F	12.º ano (5)
G3	4	18-19	2 M e 2 F	12.º ano (4)
G4	4	18-19	4 M	12.º ano (4)
G5	4	18-19	4 M	12.º ano (4)
G6	4	18-25	3 M e 1 F	12.º ano (3) e Mestrado (1)
G7	5	18-25	4 M e 1 F	12.º ano (4) e Mestrado (1)

Nota: M – género masculino; F – género feminino; SF – sem formação.



Todos os elementos dos grupos não tinham qualquer formação sobre o software R e, de entre os vários grupos, destacam-se os grupos G6 e G7, em que um dos seus elementos era detentor de um mestrado. Excecionalmente estes dois alunos que terão tido mais formação estatística nos cursos de graduação e pós-graduação, todos os restantes tinham estudado Estatística no ensino secundário.

Todos os grupos realizaram um trabalho de projeto sobre a aplicação de testes de hipóteses. Para tal, os alunos, com a supervisão da professora, elaboraram um questionário sobre as Redes Sociais, constituído por 18 questões fechadas, aplicaram-no aos amigos e colegas e organizaram um ficheiro no software R a partir dos dados obtidos numa folha de cálculo, o qual foi disponibilizado aos grupos. Assim, a temática dos projetos foi a das Redes Sociais e, para a sua realização, os alunos tiveram de percorrer o seguinte plano, apresentado pela professora: estabelecer o seu objetivo; escolher, pelo menos, quatro questões do questionário, de forma a poderem aplicar pelo menos dois dos TH lecionados; usar o software R na aplicação dos TH; caracterizar resumidamente a amostra; e seguir as indicações dadas sobre como deveriam apresentar o relatório final.

Na realização dos trabalhos de projeto os alunos deveriam produzir um relatório escrito sobre o trabalho efetuado, incluindo as seguintes secções sugeridas pela professora: título do trabalho; objetivo; resumo; introdução; descrição dos dados usados no estudo; análise e tratamento de dados; conclusões e discussão; e bibliografia. Terminada a realização do trabalho de projeto, os alunos efetuaram uma breve apresentação oral com base em suporte digital do seu trabalho para a turma, dispondo para tal de um tempo de 10 minutos.

Ao longo da realização do trabalho de projeto, no final da realização de cada uma das quatro fases desse trabalho (Objetivos/Questões de investigação, Descrição dos dados usados no estudo, Análise e tratamento de dados e Conclusão e discussão), os alunos responderam a um breve questionário de autoavaliação contemplando quatro questões: na primeira questionavam-se os alunos sobre se consideravam ter atingido o que se pretendia com a respetiva fase do projeto; na segunda e terceira questionavam-se sobre os aspetos em que se sentiram mais capazes e em que sentiram mais dificuldade, respetivamente; e, por fim, solicitavam-se sugestões para a melhoria do trabalho de projeto.

Após a realização e apresentação do trabalho de projeto, solicitou-se aos alunos que respondessem a um questionário tendo em vista a registar as suas perceções sobre a metodologia de trabalho de projeto.

Ora, dos vários aspetos envolvidos no presente trabalho, e que foram antes referidos, iremos no presente estudo focarmo-nos no desenvolvimento do raciocínio estatístico, na autoavaliação realizada pelos alunos nas várias fases do trabalho de projeto e no cumprimento das regras de elaboração do relatório do projeto. Para efetuar as respetivas análises, recorreremos a dados dos relatórios dos trabalhos de projeto dos alunos e às respostas dadas pelos alunos nos breves questionários aplicados no final de cada fase do projeto.

Para realizar a análise de dados seguiu-se uma orientação, fundamentalmente, qualitativa. No caso do desenvolvimento do raciocínio estatístico adotámos as cinco dimensões estabelecidas por Wild e Pfannkuch (1999) descritas na secção de enquadramento teórico. Na autoavaliação realizada pelos alunos nas diferentes fases do trabalho de projeto analisámos o conteúdo das respostas



dos alunos a cada um dos quatro breves questionários aplicados. Por último, na verificação da aplicação das regras de elaboração do relatório do trabalho de projeto adotámos uma escala com três graus: aplica; aplica parcialmente e não aplica e que usámos para classificar cada uma das secções do relatório.

No caso do raciocínio estatístico e da autoavaliação das fases do trabalho de projeto começamos por apresentar uma apreciação global e sintética relativa a cada um dos sete grupos participantes, seguindo-se uma descrição mais detalhada de dois desses grupos com o propósito de aprofundar a compreensão do trabalho. Esta opção resulta da não existência do espaço necessário para pormenorizar cada um dos sete grupos de trabalho.

Os trabalhos de projeto elaborados pelos alunos

Os trabalhos de projeto elaborados pelos alunos são analisados segundo três dimensões: raciocínio estatístico desenvolvido e uso do software R; autoavaliação dos alunos sobre o desenvolvimento dos projetos; e avaliação dos relatórios dos projetos, e que se apresentam a seguir.

Raciocínio estatístico e software R

Nesta subsecção iremos referir-nos às dificuldades sentidas pelos grupos nas diferentes dimensões do raciocínio estatístico (Wild & Pfannkuch, 1999) e no software R, aquando da realização dos seus trabalhos de projeto sobre as Redes Sociais. Na Tabela 2 encontra-se a apreciação global das dificuldades dos grupos de alunos em cada projeto e nas diferentes dimensões.

Tabela 2 – Dificuldades sentidas pelos grupos nas dimensões de raciocínio estatístico e no software R

Dimensões	Grupos						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Reconhecimento da necessidade de dados	-	+	-	-	-	-	-
Transnumeração	-	++	++	-	-	-	+
Variação	+	-	-	-	+	-	-
Raciocínio com modelos estatísticos	++	-	-	+	++	-	-
Conhecimento da estatística em contexto	++	+	+	+	++	-	-
Software R	+	-	-	+	+	-	-

Nota: - sem dificuldades; + algumas dificuldades; ++ muitas dificuldades.



Por observação da Tabela 2 verifica-se que os grupos G6 e G7 praticamente não revelaram dificuldades em qualquer das dimensões do raciocínio estatístico e no uso do software R, enquanto os restantes grupos revelaram dificuldades em algumas dessas dimensões, mais agravadas no caso dos grupos G1 e G5.

Em relação às diferentes dimensões do raciocínio estatístico e do software R, verifica-se que apenas um grupo sentiu dificuldades na dimensão "reconhecimento da necessidade de dados" (G2), dois grupos sentiram dificuldades na dimensão "variação" (G1 e G5); três grupos sentiram dificuldades ou muitas dificuldades nas dimensões "transnumeração" (G2, G3 e G7) e "raciocínio com modelos estatísticos" (G1, G4 e G5) e cinco grupos sentiram dificuldades ou muitas dificuldades na dimensão "conhecimento da estatística em contexto" (G1, G2, G3, G4 e G5).

Em seguida passamos a descrever o trabalho realizado pelos grupos G1 e G6 no âmbito dos seus trabalhos de projeto sobre as Redes Sociais e segundo cada uma das dimensões especificadas. O grupo G1, cujo plano de trabalho do projeto se pode ver na Figura 1, revelou muitas dificuldades, enquanto o grupo G6, cujo plano de trabalho do projeto se pode ver na Figura 2, não sentiu quaisquer dificuldades.

Objetivos: descrever a amostra de acordo com as indicações dadas para a realização do trabalho, mais detalhada para as perguntas selecionadas. Aplicar testes de hipóteses para as variáveis selecionadas.

Questão 6. Possuis um *Tablet* para aceder às redes sociais?

Com esta pergunta pretendemos obter informação sobre a proporção de rapazes em relação à de raparigas que possui um *Tablet* e acede às redes sociais através dele.

Questão 9. Da lista, qual foi a primeira rede social que utilizaste? (várias opções)

Com esta pergunta pretendemos saber qual foi a primeira rede social que despoletou o interesse pela vida social online nos rapazes e ver se essa rede social tem a mesma proporção nos rapazes e nas raparigas.

Questão 10. Que idade tinhas quando começaste a usar as redes sociais?

Com esta pergunta procuramos saber a partir de que idade as pessoas questionadas começaram a frequentar as redes sociais. Em termos de testes de hipóteses pode comparar-se, em média, se as idades dos rapazes e das raparigas quando iniciaram o uso das Redes Sociais é igual ou não.

Questão 15. As redes sociais são uma maneira para encontrar: (várias opções)

Com esta pergunta pretendemos saber qual o grupo de pessoas que mais interagem através das redes sociais.

Figura 1. Plano de trabalho do grupo G1.

Embora ambos os grupos tenham selecionado quatro questões do questionário sobre as Redes Sociais, tal como tinha sido estabelecido, o grupo G6 apresentou um plano mais detalhado, incluindo as variáveis, as estatísticas descritivas e a inferência estatística a usar, enquanto o grupo G1 se referiu apenas à inferência estatística a estudar.



Título do trabalho: análise estatística dos padrões de uso das redes sociais.
Objetivos: descrever a amostra de acordo com as indicações dadas para a realização do trabalho e mais detalhada para as perguntas selecionadas. Aplicação de testes de hipóteses para estas variáveis.
Variáveis a incluir: idade, género e escolaridade.
Estatísticas descritivas que o grupo vai utilizar: tabelas e gráficos descritivos, proporções para variáveis qualitativas nominais e médias e desvios padrão para as quantitativas.
Inferência estatística que o grupo vai fazer (TH que vão utilizar): o grupo propõe-se a analisar através de testes de hipóteses, a discutir, as questões 9, 10, 11 e 12 de forma a tentar estabelecer uma relação entre as mesmas e os parâmetros base (idade, género e escolaridade).
Questão 9. Da lista, qual foi a primeira rede social que utilizaste? (várias opções)
A proporção de rapazes e raparigas que usou o Hi5 como primeira rede é igual ou não?
A proporção de rapazes e raparigas que usou o Facebook como primeira rede é igual ou não?
Questão 10. Que idade tinhas quando começaste a usar as redes sociais?
A idade média das raparigas quando começaram a usar as redes sociais é ou não igual à dos rapazes quando começaram a usar as redes sociais.
Questão 11. Por dia, quantas horas acedes às redes sociais?
Em média e por dia, os rapazes e as raparigas usam as redes sociais o mesmo número de horas ou não?
Questão 12. Por semana, quantos dias acedes às redes sociais?
Em média os rapazes e as raparigas usam as redes sociais o mesmo n.º de dias ou não?

Figura 2. Plano de trabalho do grupo G6.

Reconhecimento da necessidade de dados

Os dois grupos não sentiram dificuldades nesta dimensão do raciocínio estatístico, tendo os elementos do grupo G1 compreendido que os dados disponíveis eram suficientes e caracterizaram a amostra de acordo com as variáveis escolhidas para responder às questões por eles selecionadas. Analogamente, os alunos do grupo G6 fizeram a caracterização da amostra mostrando que compreenderam que os dados disponíveis eram suficientes, mencionando que se propunham analisar e discutir, através de testes de hipóteses, as questões por eles selecionadas.

Transnumeração

Consideramos que a transnumeração ocorreu se os alunos transformaram os dados em tabelas ou gráficos estatísticos corretamente, fazendo uma representação adequada. No caso do grupo G1, os alunos apresentaram uma tabela de frequências segundo o género (questão 6), uma tabela de frequências e um gráfico de barras (questão 9), um histograma correto da idade com que os



inquiridos começaram a aceder às redes sociais (questão 10) e gráficos de colunas para todas as opções sem tirar conclusões (questão 15).

Os alunos do grupo G6 apresentaram um gráfico circular relativo às percentagens de respostas à primeira rede social utilizada, as médias das idades dos estudantes quando utilizaram as redes sociais pela primeira vez, bem como o respetivo desvio padrão, e um gráfico das médias das idades dos estudantes quando utilizaram a rede social pela primeira vez (questão 9) e um histograma para representar as idades com que começaram a aceder às redes sociais (questão 10, Figura 3).

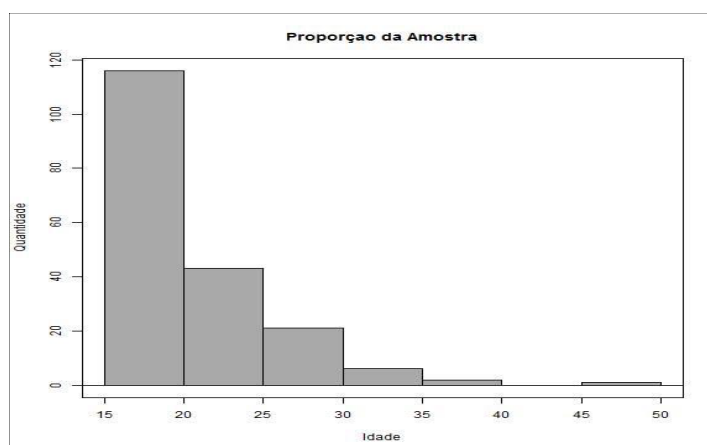


Figura 3. Gráfico representativo das idades.

Varição

Como os alunos do grupo G1 em algumas das questões não apresentaram conclusões a partir das análises que obtiveram, podemos dizer que o grupo abordou a variabilidade sem perceber a importância do conceito, revelando assim algumas dificuldades. Já no caso do grupo G6, como os dados foram recolhidos de forma apropriada e foram tiradas conclusões a partir dos mesmos, podemos dizer que o conceito de variação existe e foi transmitido através da análise dos dados.

Raciocínio com modelos estatísticos

Os alunos do grupo G1 não conseguiram concretizar os testes de hipóteses, mostrando dificuldades na sua aplicação. Apenas na questão 10 apresentaram um teste de hipóteses para saberem se a “média de idade dos rapazes e das raparigas, quando iniciaram o uso das redes sociais, é igual ou não?”, utilizando o software R (Figura 4).



```
Welch Two Sample t-test

data: Que.idade.tinhas.quando.come.aste.a.usar.as.redes.sociais. by G.nero
t = 0.69687, df = 37.073, p-value = 0.4902
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.471597  3.014671
sample estimates:
mean in group Feminino mean in group Masculino
      15.29412              14.52258
```

Figura 4. TH bilateral para a diferença de médias (questão 10).

Apesar de terem aplicado corretamente o TH para a diferença de médias, os alunos não decidiram sobre a aceitação/rejeição da hipótese nula e apenas usaram os valores das médias amostrais: “através dos resultados obtidos podemos verificar que os inquiridos do sexo masculino iniciaram a sua experiência nas redes sociais mais cedo, com uma idade média de 14,5 anos para o sexo masculino e 15,3 anos para o sexo feminino”.

Já o grupo G6 aplicou vários testes de hipóteses: um TH unilateral à esquerda para a média de idades, em que a hipótese nula não está bem escrita e a linguagem usada na descrição não é a mais indicada (questão 10, Figura 5); um TH bilateral para a média considerando a variável “tempo” (questão 11). Ainda na questão 11, os alunos formularam ainda outras hipóteses e aplicaram um TH unilateral à esquerda.

```
One Sample t-test

data: Que.idade.tinhas.quando.come.aste.a.usar.as.redes.sociais.
t = -4.6236, df = 188, p-value = 3.498e-06
alternative hypothesis: true mean is less than 16
95 percent confidence interval:
 -Inf 15.13995
sample estimates:
mean of x
 14.66138
```

Figura 5. TH unilateral à esquerda para a média (questão 10).



Integração da estatística e contexto

Podemos dizer que os alunos do grupo G1 não foram capazes de interpretar os resultados estatísticos no contexto do seu projeto de investigação em todas as questões. Relativamente aos gráficos apresentados e tabelas de frequência, os alunos foram capazes de justificar e tirar conclusões corretamente. Contudo, o grupo só foi capaz de realizar o TH para a questão 10, mas não foi capaz de discutir os resultados obtidos em termos da tomada de decisão sobre a rejeição ou não da hipótese nula, constituindo um conflito semiótico.

No que diz respeito aos gráficos e tabelas de frequência apresentados, os alunos do grupo G6 foram capazes de fundamentar e tirar conclusões corretamente, como aconteceu para a questão 9, onde concluíram, através do gráfico circular apresentado, que para cerca de 73% dos inquiridos a primeira rede social mais utilizada foi o Hi5. Relativamente aos TH, este grupo foi capaz de os realizar e tirar conclusões a partir dos resultados obtidos, através da rejeição ou não da hipótese nula. Deste modo, podemos tirar a ilação de que este grupo compreendeu e conseguiu aplicar o conhecimento estatístico abordado. Em termos de conflitos semióticos, aparece um conflito ao não interpretarem os resultados obtidos para a tomada de decisão e um outro conflito ao não indicarem o valor hipotético a atribuir ao parâmetro (particularização de um conceito).

Autoavaliação dos alunos sobre o desenvolvimento dos projetos

Após a realização de cada uma das quatro fases do projeto, os grupos realizaram uma autoavaliação sobre a realização dessas fases através de um breve inquérito, em que se questionava sobre se o grupo considerava ter atingido o que se pretendia nessas fases, os aspetos que o grupo sentiu mais capaz de realizar, os aspetos que o grupo sentiu mais dificuldades de realizar e sugestões de melhoria. Na Tabela 3 podem observar-se os resultados globais obtidos nessa autoavaliação.

Tabela 3 – Autoavaliação das fases dos projetos pelos grupos

Fases dos projetos	Questionamento	Grupos						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Objetivos/ Questões de investigação	Atingiu o que se pretendia?	+	+	+	+	+	+	+
	Aspetos capaz de realizar	+	+	+	+	+	+	+
	Dificuldades	-	+	-	-	+	+	-
	Sugestões de melhoria	-	+	+	-	-	+	+
Descrição dos dados usados no estudo	Atingiu o que se pretendia?	+	+	+	+	+	+	+
	Aspetos capaz de realizar	+	+	+	+	+	+	+
	Dificuldades	+	-	+	-	+	+	+
	Sugestões de melhoria	+	-	+	-	+	-	+



Análise e tratamento de dados	Atingiu o que se pretendia?	+	-	-	+	+	+	+
	Aspetos capaz de realizar	+	-	+	+	+	+	+
	Dificuldades	+	+	+	+	+	+	+
	Sugestões de melhoria	+	+	+	+	+	+	+
Conclusões e discussão	Atingiu o que se pretendia?	+	+	+	+	+	+	+
	Aspetos capaz de realizar	+	+	+	+	+	+	+
	Dificuldades	-	-	+	-	+	-	+
	Sugestões de melhoria	-	-	+	-	+	+	+

Nota: + sim; - não.

Da análise da Tabela 3, pode concluir-se que os grupos consideraram ter atingido o que se pretendia, em geral, e conseguido realizar as respetivas tarefas, salientando-se que alguns grupos sentiram algumas dificuldades e apresentaram sugestões de melhoria, o que é especialmente notório na fase de "análise e tratamento de dados", seguindo-se a fase de "descrição dos dados usados no estudo" e, por fim, as fases "objetivos/questões de investigação" e "conclusões e discussão".

Ao nível da perceção de dificuldades, salienta-se um grupo que declarou dificuldades apenas numa das fases (G4), dois grupos que declaram dificuldades em duas fases (G1 e G2), três grupos que declararam dificuldades em três fases (G3, G6 e G7) e um grupo que declarou dificuldades em todas as quatro fases (G5).

Neste momento passa a descrever-se a autoavaliação de cada uma das fases dos trabalhos de projeto realizados pelos grupos G4 e G5, que são exatamente os grupos que, globalmente, manifestaram menos e mais dificuldades, respetivamente.

Objetivos/Questões de investigação

O grupo G4 declarou que uma vez "que o projeto se encontra numa fase inicial, o grupo não sentiu dificuldades no desenvolvimento dos aspetos abordados até agora", acrescentando que "não existiu nenhum aspeto difícil para o grupo nesta fase do projeto". Por fim, o grupo não apresentou qualquer sugestão para melhorar esta fase. Assim, infere-se destas justificações que o grupo não teve dificuldades em estabelecer os objetivos do seu projeto.

Já o grupo G5 sentiu-se mais capaz de realizar a "Seleção das questões enquanto objeto de trabalho, pois foi a única tarefa desenvolvida até ao momento". Quanto aos aspetos em que sentiram mais dificuldades, referiram: "Diferenciar o cerne de cada questão para evitar ambiguidades e redundâncias". Finalmente, o grupo não referiu sugestões de melhoria. Com base nestas respostas, podemos concluir que o grupo não teve muitas dificuldades na realização desta fase.



Descrição dos dados usados no estudo

Na perspetiva do grupo G4, ele “não sentiu dificuldade nesta etapa do projeto, pelo que se sentiu capaz de realizar todos os aspetos da mesma”. Por último, o grupo não apresentou sugestões para melhorar esta fase. Portanto, podemos concluir que também nesta fase, tal como na anterior, este grupo não teve qualquer dificuldade em realizá-la.

O grupo G5 referiu que foi “verificar os dados” o aspeto que se sentiram mais capazes de realizar nesta fase. Em termos de dificuldades para realizar esta fase declararam: “Definir as variáveis porque não é fácil de trabalhar com o R”. Por último, referiram como sugestão “Continuar a pesquisar o R”. Donde, conclui-se que as dificuldades apresentadas pelo grupo se devem ao fato de ainda não terem explorado suficientemente o software R.

Análise e tratamento de dados

O grupo G4 “sentiu-se mais capaz de realizar a formulação de hipóteses porque não envolveram o trabalho com o programa R”, enquanto o “grupo achou mais difícil de realizar a aplicação e execução dos testes de hipóteses no programa R visto não estar familiarizado com o mesmo. Também foi complicada a interpretação das questões a analisar visto estarem num formato pouco habitual”. Por fim, as sugestões dadas por este grupo para melhorar esta fase dizem respeito ao “melhor esclarecimento quanto à aplicação dos testes de hipóteses no programa R”.

Para o grupo G5, “na análise de dados, o grupo sentiu que estava confortável com a matéria e o tema em questão era interessante”, enquanto em relação às dificuldades respondeu: “Tratamento de dados. O programa utilizado não é muito intuitivo e muito rigoroso. O tratamento de dados tem de ser feito de acordo com o que o programa processa, ficando limitado”. Em termos de sugestões para melhorar esta fase referiram: “Que os dados já estivessem preparados para qualquer tipo de testes. Utilização de um programa mais simples”. Assim, este grupo, nesta fase, deparou-se com problemas na utilização do software R, acrescentando, ainda, que o programa não é intuitivo e rigoroso.

Conclusões e discussão

O grupo G4 “achou-se mais capaz de realizar as conclusões sobre as hipóteses pois só era necessário interpretar os dados obtidos a partir do R” e não especificaram quaisquer dificuldades na realização desta fase. O grupo também não apresentou qualquer sugestão de melhoria, donde podemos tirar a ilação de que este grupo conseguiu concretizar, sem dificuldades, os objetivos a que se propôs para esta fase.

Nesta fase, o grupo G5 sentiu-se mais capaz de “executar e tirar conclusões do estudo efetuado” e mais dificuldade em “interpretar os resultados fornecidos pelo R”. Como sugestões de melhoria, o grupo referiu o “estudo das funcionalidades do programa”, o que significa que nesta última fase do projeto os alunos ainda demonstraram dificuldades no manuseamento do software R.



Avaliação dos relatórios dos projetos

Os relatórios produzidos, no âmbito dos trabalhos de projeto, pelos diferentes grupos foram analisados tendo em vista verificar se foram seguidas as regras fornecidas pela professora aos alunos para a elaboração desses relatórios. Na Tabela 4 regista-se o grau de cumprimento dessas regras pelos vários grupos, considerando a aplicação, a aplicação parcial e a não aplicação.

Tabela 4 – Aplicação das regras na elaboração dos relatórios

Secções do relatório	Grupos						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Título do trabalho	+	+	+	+	-	+	+
Objetivo	+	+	+	+	+	+	+
Resumo	+	+	+	+	-	+	+
Introdução	+	±	+	+	-	+	+
Descrição dos dados usados no estudo	+	±	±	+	+	+	+
Análise e tratamento de dados	±	±	+	+	+	+	+
Conclusões e discussão	±	±	±	+	-	+	+
Bibliografia	-	+	+	+	-	+	+

Nota: + aplica a regra; ± aplica parcialmente a regra; - não aplica a regra.

Pela Tabela 4, verifica-se que o grupo G5 se destaca pela negativa ao aplicarem apenas as regras relativas a três secções e ao não aplicarem as restantes, seguindo-se o grupo G2 com as regras aplicadas a metade das secções e nas restantes secções aplicadas parcialmente. Nos restantes grupos, são aplicadas as regras na maioria das secções, dos quais se destacam os grupos G4, G6 e G7 que aplicaram sempre as regras.

De entre as várias regras estabelecidas para a elaboração dos relatórios, verifica-se que a sua aplicação foi mais problemática no caso da secção "Conclusões e discussão", seguindo-se a secção de "Bibliografia" e a secção de "Introdução".

Conclusões

Em termos do raciocínio estatístico, tal como foi estabelecido por Wild e Pfannkuch (1999), verificou-se que as maiores dificuldades dos grupos aconteceram na dimensão "conhecimento da estatística em contexto", seguindo-se as dimensões "transnumeração" e "raciocínio com modelos estatísticos", enquanto se revelou mais fácil para os grupos o "reconhecimento da necessidade de dados" e a "variação".

No caso do "conhecimento da estatística em contexto", os alunos falharam em dois aspetos. Aplicaram os TH, mas não souberam tomar a decisão de aceitar/rejeitar a hipótese nula em função dos resultados obtidos ou não interpretaram a decisão tomada em termos do contexto da situação em estudo. Quanto ao raciocínio com modelos estatísticos, observou-se que os alunos



revelaram dificuldades em formular os TH, não os aplicando em algumas questões, em estabelecer as hipóteses estatísticas e em distinguir quando usar parâmetros (da população) e estatísticas (da amostra). Muitas destas dificuldades foram também observadas por Gonçalves et al. (2014) em alunos do mesmo curso e ano.

Finalmente, na transnumeração os alunos não constroem tabelas ou gráficos que seriam adequados à situação ou constroem-nos sem explicarem a sua origem ou sem extraírem conclusões a partir de tais representações.

A menor dificuldade revelada pelos alunos nas dimensões “reconhecimento da necessidade de dados” e “variação” parece dever-se ao facto de a recolha de dados ter sido realizada pelos alunos, com a supervisão da professora, ainda antes da realização dos trabalhos de projeto, o que se revelou positivo aquando do desenvolvimento dos seus projetos.

Na autoavaliação das fases dos projetos constata-se que os grupos confirmam, genericamente, as dificuldades verificadas ao nível do raciocínio estatístico, destacando-se as maiores dificuldades nas fases de “análise e tratamento de dados” e de “descrição dos dados usados no estudo”. Por último, excetuando um grupo, todos os outros aplicaram, pelo menos parcialmente, as regras estipuladas para a elaboração do relatório.

Embora alguns alunos tenham sentido dificuldades no uso do software R, sugerindo uma maior formação ou a sua substituição por um software mais simples, acreditamos que a sua utilização no desenvolvimento dos projetos contribuiu para a clarificação dos conceitos e criou nos alunos uma postura mais otimista e motivadora.

Na globalidade dos grupos salienta-se o melhor desempenho dos grupos G6 e G7 ao nível do raciocínio estatístico, da autoavaliação e da elaboração do relatório, o que poderá dever-se ao facto de um dos elementos destes grupos possuir já um mestrado, pois a maturação intelectual e social destes alunos, eventualmente, refletiu-se num maior interesse e empenho da sua parte.

As grandes dificuldades na aplicação dos TH, que têm sido observadas em muitos estudos (e.g., Gonçalves et al., 2014; Sotos, Vanhoof et al., 2007; Vallecillos & Batanero, 1997; Vera et al., 2011), não foram totalmente ultrapassadas pelos alunos. Em consequência, a formação dos alunos nesta temática deve ser aprofundada, apontando-se para tal duas vias. Aumentar o tempo de formação recebida pelos alunos em Estatística pois, atualmente, ela restringe-se à UC de Matemática Computacional, que é uma UC partilhada entre a Estatística e o Cálculo Numérico, pelo que apenas cerca de metade do tempo da UC é dedicado àquela temática; e o raciocínio inferencial não pode ser desenvolvido num curto espaço de tempo. Deste modo, seria importante começar a introduzi-lo de forma informal desde o ensino secundário (Harradine, Batanero & Rossman, 2011).



Referências

- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística.
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: componentes y desarrollo. In J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea & P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 55-61). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Batanero, C., Burrill, G. & Reading, C. (2011). *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education. A Joint ICMI/IASE Study*. New York, NY: Springer.
- Batanero, C. & Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M.; Arteaga, P. (2011). Enseñanza de la Estadística a través de proyectos. In C. Batanero & C. Díaz (Eds.), *Estadística con Proyectos* (pp. 9-46). Granada: Universidad de Granada.
- Fernandes, J. A., Carvalho, C. & Ribeiro, S. A. (2007). Caracterização e implementação de tarefas de Estatística: um exemplo no 7.º ano de escolaridade. *Zetetiké*, 15(28), 27-61.
- Fernandes, J. A., Júnior, A. P. O. & Vasconcelos, A. P. (2013). Caracterização, implementação e avaliação de uma estratégia de ensino de estatística no 7º ano. *Perspectivas da Educação Matemática*, 6(11), 93-109.
- Fernandes, J. A., Sousa, M. V. & Ribeiro, S. A. (2004). O ensino de estatística no ensino básico e secundário: um estudo exploratório. In J. A. Fernandes, M. V. Sousa & S. A. Ribeiro (Orgs.), *Ensino e aprendizagem de probabilidades e estatística – Actas do I Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola* (pp. 165-193). Braga: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho.
- Filgueira, J., Carvalho, C., Figueiredo, L. & Dantas, M. (2007). Metodologia de ensino orientada para projetos: um estudo de caso da disciplina de estatística aplicada do curso de Gestão Ambiental do CEFET/RN. *Holos*, 23(1), 70-82.
- Gonçalves, G., Fernandes, J. A., & Nascimento, M. M. (2014). Conflitos semióticos na resolução de uma tarefa de testes de hipóteses de alunos do ensino superior politécnico. *Indagatio Didactica*, 6(4), 37-56.
- Harradine, A., Batanero, C. & Rossman, A. (2011). Students and teachers' knowledge of sampling and inference. In C. Batanero, G., Burril & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education* (pp. 235-246). New York: Springer.
- Hawkins, A., Jolliffe, F. & Glickman, L. (1992). *Teaching statistical concepts*. New York, NY: Longman.
- Holmes, P. (1997). Assessing project work by external examiners. In: I. Gal & J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 153-164). Amsterdam: IOS Press.
- Lopes, M. (2007). Conceitos básicos de testes de hipóteses através de aulas investigativas. *Encontro Nacional de Educação Matemática, IX*. Belo Horizonte, Brasil.



- Massarini M. & Kaminski P. (2003). Ensino de metodologia do projeto na habilitação Engenharia Mecânica na escola Politécnica da USP. In *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (XXIX COBENGE)*.
- Ministério da Educação e Ciência (2014). *Programa de Matemática A – Ensino Secundário*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação e Ciência (2013). *Programa de matemática para o ensino básico*. Lisboa: Autor.
- Monteiro, S., Sousa J., Santos, M., Vilhena, M. & Kling M. (2012). Metodologias e práticas de ensino aplicadas ao curso de Engenharia de Produção: análise da percepção de alunos de projetos de sistemas de produção da Universidade de Brasília. In *Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (XL COBENGE)*. Belém.
- Petocz, P.; Reid, A. (2007). Learning and assessment in statistics In B. Phillips & L. Weldon (Eds.), *The Proceedings of the ISI/IASE Satellite on Assessing Student Learning in Statistics*. Voorburg: International Statistical Institute.
- Sotos, C., Vanhoof, S., Noortgate, W. & Onghena P. (2007). Student's misconceptions of statistical of inference: a review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2, 98-113.
- Vallecillos, A. & Batanero, C. (1997). Conceptos activados en el contraste de hipótesis estadísticas y su comprensión por estudiantes universitarios. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(1), 29-48.
- Vera, O., Díaz, C., & Batanero C. (2011). Dificultades en la formulación de hipótesis estadísticas por estudiantes de Psicología. *Unión*, 27, 41-61.
- Wild, C. & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248.