

Aprendizagem de conteúdos de estatística por meio de um trabalho com recursos informáticos para alunos do ensino superior

Gonçalves Gabriela¹, Jorge Mendonça² y Teresa Ferro³

¹gmc@isep.ipp.pt, ²jpm@isep.ipp.p, ³tmf@isep.ipp.pt

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Resumo

Este trabalho teve como objetivo mostrar que é possível favorecer, por intermédio de atividades que envolvem o trabalho com projetos, as competências que consideramos essenciais na Educação Estatística: a literacia, o pensamento e o raciocínio estatísticos. Para tal, foi pedido aos alunos que desenvolvessem uma ferramenta computacional simples (linguagem JAVA) de ajuda à resolução dos exercícios de estatística da unidade curricular de Matemática Computacional (U.C.). Desta forma pretendemos comparar o desempenho dos alunos que aderiram ao trabalho relativamente aos conceitos em causa, com o desempenho dos restantes alunos. Pretendemos ainda avaliar a influência motivacional de um recurso informático na aprendizagem dos conceitos estatísticos. Os resultados mostram que os alunos que participaram no trabalho obtiveram os melhores resultados.

Palavras chave: Estatística, Inferência, Software, Ensino Superior.

1. Introdução

Na sociedade vivemos rodeados por uma quantidade de informação tão grande que não podemos deixar de pensar o quanto a Estatística nos é útil e o quanto esta ciência se vem tornando como uma das competências mais importantes para quem necessita de tomar decisões.

A Estatística desempenha um papel fundamental neste desenvolvimento uma vez que proporciona ferramentas metodológicas gerais para analisar a variabilidade, determinar relações entre variáveis, desenhar as suas próprias experiências e tomar decisões perante situações de incerteza (Batanero, 2003). Assim, torna-se necessário que a Escola prepare os seus alunos para pensar e refletir sobre a sociedade que os rodeia de forma crítica e criativa, não actuando apenas a partir de verdades adquiridas que lhe são impostas (Pimenta, 2009).

Embora a Estatística esteja associada ao crescimento e ao avanço tecnológico, a sua utilização é reconhecida desde os tempos remotos. A chegada de computadores cada vez mais poderosos fez com que os dados estatísticos pudessem ser tratados de uma forma mais ágil e a Estatística se tornasse mais acessível aos seus usuários.

Fernandes et al. (2009) afirmam que o aluno, recorrendo ao computador, pode construir uma simulação da realidade, isto é, um modelo simplificado do fenómeno em questão, manipulável por ele (aluno) e condensado no tempo. O facto de os alunos utilizarem programas de simulação torna possível a exploração e a descoberta de conceitos que de outro modo seriam muito mais abstratos.

A aprendizagem de uma U.C. estabelece por um lado uma relação entre o aluno e os seus conteúdos programáticos e, por outro lado uma relação entre o aluno e as ferramentas de ensino

e de aprendizagem utilizadas, cumplicidade da qual poderá depender o grau de implicação dos alunos e conseqüentemente a performance dos mesmos (Simon, 2000).

A informática é uma ferramenta facilitadora da aprendizagem por permitir ao aluno, individualmente a aquisição de habilidades. Em específico, no caso das distribuições de probabilidades e intervalos de confiança - área a que corresponde este trabalho - a tecnologia computacional tem mostrado um enorme potencial para ajudar os alunos a compreender conceitos difíceis (Ben-Zvi, 2000; Mills, 2002; Chance & Rossman 2006).

Através da simulação os alunos podem explorar e apreender conceitos e princípios, (distribuições de probabilidade e distribuições estatísticas) que de outra forma seriam muito mais abstratos, contribuindo para melhorar a experiência estocástica e a intuição probabilística. Consideramos que a tecnologia pode ajudar a visualizar e compreender as complexas relações existentes entre estes conceitos.

1.1. Referencial teórico

Os autores Chance, delMas e Garfield (2004) acreditam que quando se usam simulações (*applets* que permitem simular vários conceitos de Estatística) os alunos envolvem-se e interessam-se mais na aprendizagem da Estatística. Estes autores realizaram um estudo sobre distribuições amostrais com o uso de um software de simulação e concluíram que o facto de os alunos fazerem experiências com distribuições amostrais de diferentes tipos de populações e de diferentes dimensões não conduz necessariamente a uma compreensão conceptual dos principais conceitos em estudo.

Martínez e Martínez (2010) desenvolveram um software didático para a formação do pensamento estatístico que é utilizado desde o ano letivo 2007-2008 na disciplina de Estatística do curso de Agronomia da Universidade “Máximo Gómez Báez” de Ciego de Ávila (UNICA). Segundo os autores, este recurso informático é uma fonte de informação complementar aos livros, favorece a interpretação dos conteúdos estatísticos e motiva o aluno para o estudo. Os investigadores têm a convicção que o uso do software didático como estratégia constitui um meio que apoia, complementa e suprime carências detetadas no livro de texto, além de contribuir para a aprendizagem independente e consolidação dos conhecimentos dos alunos, motivando-os e levando a mudanças de atitude perante o tema e a perceber a sua importância como ferramenta de análise na resolução de problemas.

Cazares (2010) elaborou um artigo onde apresenta uma proposta alternativa para o ensino e aprendizagem da estimação de parâmetros por intervalos de confiança baseada na utilização de software (Fathom e Excel). O modelo utilizado no trabalho utiliza os princípios teóricos para criar Ambientes de Aprendizagem para o Pensamento Estatístico (AARE) definidos por Garfield e Ben-Zvi, (2008) e Cobb e McClain, (2004). Estes princípios baseiam-se num modelo construtivista e no uso de tecnologia na prática de ensino com o propósito de estimular os estudantes a construir o seu conhecimento mediante atividades que lhes proporcionem oportunidades de pensar, raciocinar e refletir sobre a sua aprendizagem, e, além disso, conduzindo à discussão e reflexão com os colegas da turma. No final do estudo o investigador concluiu que o uso da tecnologia (computadores) permitiu uma atividade cognitiva de maior nível do que o uso “fastidioso” mediante o cálculo de fórmulas. Ele considerou que a investigação conduziu a indícios positivos, mas que seria necessário aprofundar com outros estudos.

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. Em relação aos resultados, os autores destacam uma melhoria na aprendizagem dos alunos, sendo a metodologia utilizada eficaz.

2. Metodologia

Para atingir os fins propostos foi pedido aos alunos na U.C. de Matemática Computacional, do primeiro ano da Licenciatura em Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do Porto, com cerca de 386 alunos inscritos no ano letivo 2013/14 que realizassem um trabalho (Figura 1), cujo objetivo seria o desenvolvimento de uma aplicação computacional simples (linguagem JAVA), de apoio à resolução de alguns problemas de Estatística, nomeadamente envolvendo distribuições Binomial e Poisson, e ainda intervalos de confiança para grandes amostras.

Os conceitos estatísticos foram lecionados em 4 aulas teóricas (4h) e em 4 aulas teórico-práticas (6h), onde os alunos resolveram exercícios práticos com a ajuda da máquina de calcular e de tabelas/formulários de Estatística.

2.1. Avaliação do trabalho de grupo

Este trabalho facultativo destinou-se a grupos de 4 ou 5 alunos. Cada grupo elaborou um relatório com um máximo de 15 páginas onde constavam exemplos de aplicação a problemas dados nas aulas TP relativamente às alíneas (a) e (b) do enunciado (Figura 1). Cada grupo implementou o código das subrotinas que calculavam os itens pedidos em (a) e (b) (Figura 1). Este código foi apresentado em anexo ao relatório. Depois de terminado o prazo de entrega, cada grupo reuniu com o docente para fazer uma demonstração da sua aplicação. O prazo de entrega dos relatórios foi de aproximadamente um mês e meio e estes foram colocados na plataforma Moodle. Foi atribuída uma bonificação no máximo de 1 valor em 20 aos alunos que realizaram este trabalho.

Trabalho de MATCP: Desenvolvimento de uma ferramenta computacional simples (linguagem JAVA) de ajuda à resolução dos exercícios de estatística da U.C. de MATCP.

Objetivo: Pretende-se o desenvolvimento de uma aplicação computacional simples (linguagem JAVA) de apoio à resolução de alguns problemas de estatística no âmbito da UC, nomeadamente:

- a. Cálculo das probabilidades em distribuição Binomial e distribuição de Poisson;
- b. Determinação de intervalos de confiança para grandes amostras:
 - b1. Para a média de populações Normais;
 - b2. Para diferença de médias de populações Normais.
 - b3. Para proporções e diferença de proporções.

Figura 1. Enunciado do trabalho

A avaliação deste trabalho teve em conta os seguintes critérios de validação: executabilidade do trabalho; valores de probabilidade coerentes; média e desvio-padrão dentro dos padrões das respetivas distribuições e apresentação do relatório.

Depois de analisados os trabalhos concluímos que de um modo geral os alunos cumpriram os objetivos propostos. É de salientar que um dos grupos excedeu as expectativas ao desenvolver uma aplicação privada, para Android, do trabalho proposto.

2.2. Motivação para a utilização de recursos informáticos

Para avaliar esta componente foi realizado um questionário anónimo e facultativo com o objetivo de recolher a opinião dos alunos sobre o trabalho realizado, contemplando a implementação de uma ferramenta computacional de ajuda à resolução de problemas que envolvam conceitos de Estatística assim como o incentivo ao estudo e aprendizagem dos conceitos. Este questionário é apresentado no anexo A. O questionário foi colocado no “Google docs”, no final do semestre e simultaneamente foi enviado um email aos alunos, no sentido de os informar da disponibilidade do mesmo e do tempo permitido para o seu preenchimento.

3. Análise de resultados

3.1. Análise do questionário

Dos 386 alunos 102 participaram no trabalho proposto e desses 63 responderam a um questionário (Anexo A) sobre a motivação dos alunos para este tipo de trabalho.

Os resultados globais dos questionários anónimos e facultativos realizados pelos 63 alunos do ano letivo 2013/14, revelam que a grande maioria dos alunos (54,8% mais 32,3% - Figura 2) concorda que a programação dos modelos estatísticos contribui de forma significativa para a consolidação dos seus conhecimentos, o que também se observa quanto à facilidade na aprendizagem destes conceitos (Figura 3).

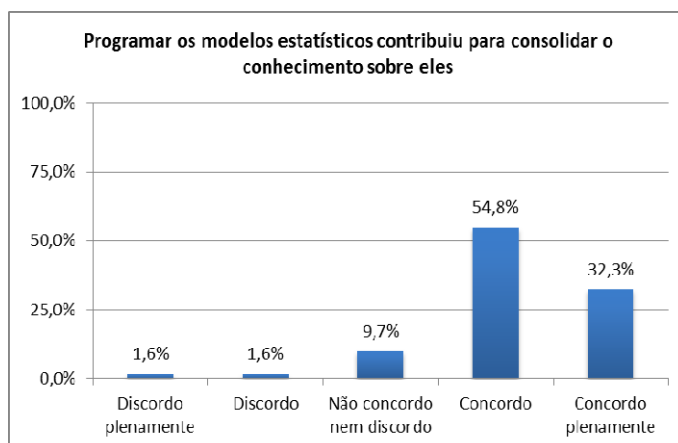


Figura 2. Programar os modelos estatísticos contribuiu para consolidar o conhecimento sobre eles.

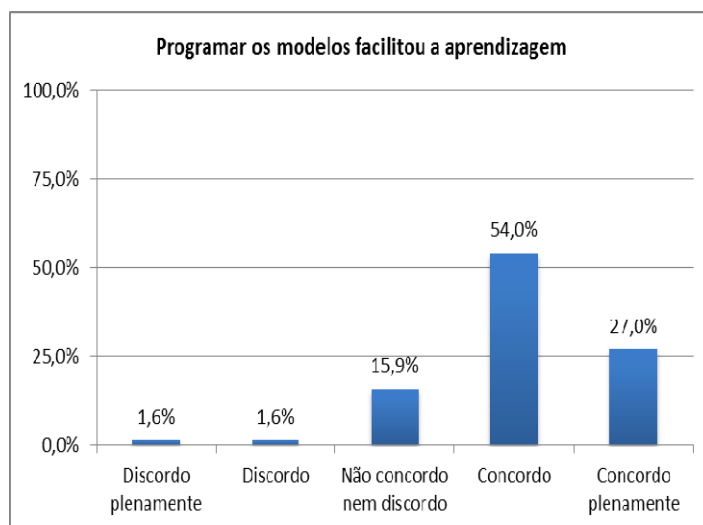


Figura 3. Programar os modelos facilitou a aprendizagem

O trabalho proposto revelou-se importante no seu relacionamento com diferentes unidades curriculares (52,4% + 31,7% - Figura 4) e o aumento da frequência da realização do mesmo é tido como um ponto importante na aprendizagem voluntária e direta do aluno (52,4% + 36,5% - Figura 5).

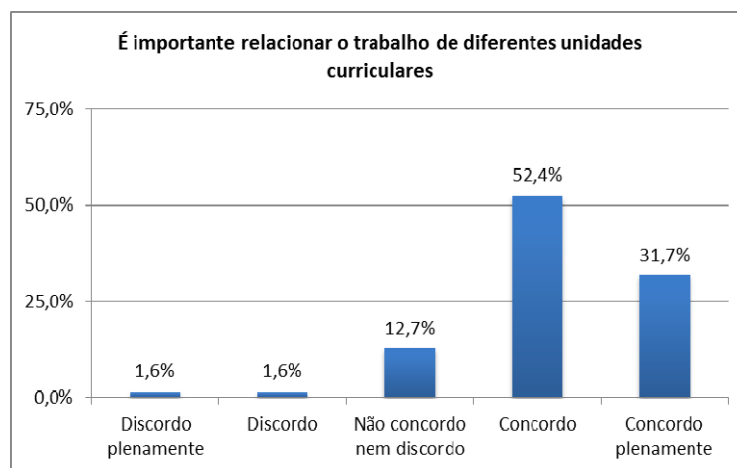


Figura 4. É importante relacionar o trabalho de diferentes unidades curriculares

Com o objetivo de complementar esta análise efetuou-se uma comparação entre dois grupos de alunos que se diferenciam pelo facto de frequentarem a U.C. pela primeira vez (Sim/Não) e a sua influência nas respostas às diferentes questões propostas. Realizou-se um teste de Mann-Whitney que revelou não existirem diferenças significativas entre os dois grupos conforme p-valores que variam entre 0,126 e 0,719. Logo, a frequência pela primeira vez não é característica diferenciadora nas questões em análise.

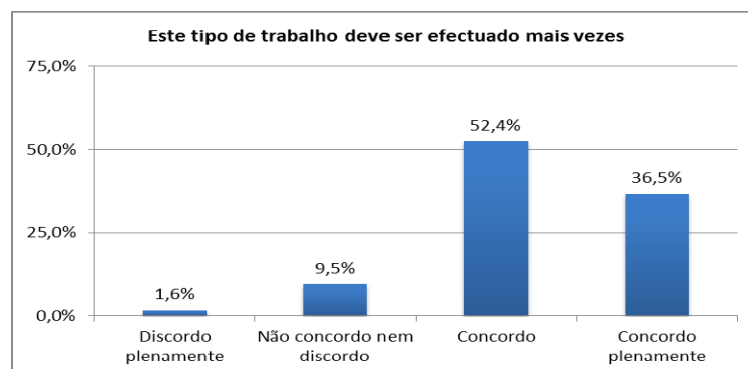


Figura 5. Este tipo de trabalho deve ser efetuado mais vezes

3.2 Análise das Classificações dos alunos

Para avaliar o impacto do trabalho compararam-se as classificações dos alunos na prova de Estatística que realizaram o trabalho proposto com as daqueles que não participaram. Observando a Tabela 1 (tabela obtida com aplicação do package SPSS) concluímos que os alunos que participaram no trabalho proposto obtiveram resultados superiores aos daqueles que não participaram.

Tabela 1. Classificações finais na U.C. de Estatística

	TrBonif.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nota Final	0	284	14,361	4,2189	0,2503
	1	102	16,071	2,736	0,2709

Tabela 2. Testes de Levene e t-student (Nota final)

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		Mean difference				
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	12,653	0	-3,812	384	0	-1,7093	0,4484	-2,5909	-0,8278
Equal variances not assumed			-4,634	275,466	0	-1,7093	0,3689	-2,4355	-0,9832

Os resultados são estatisticamente significativos conforme podemos observar na Tabela 2. Foi realizado um teste de Levene para averiguar a igualdade das variâncias dos dois grupos (realização de trabalho - Sim/Não) que com um p_value de 0 ($<0,05$) leva à rejeição da hipótese nula de serem iguais. Concluímos que as variâncias dos dois grupos são diferentes. Para averiguar se a diferença amostral entre os dois grupos é estatisticamente significativa foi efetuado um teste $t_student$ para amostras independentes (Tabela 2.). O resultado deste teste indica que se pode rejeitar a hipótese nula de terem médias semelhantes ($p_value=0<0,05$). Como se pode observar no intervalo de confiança (95%) a diferença varia entre -2,44 e -0,99,

com vantagem para os alunos que realizaram o trabalho. Em resumo podemos concluir que os resultados amostrais podem ser extrapolados para a população estabelecendo que os alunos que realizam os trabalhos têm classificações significativamente melhores do que os que não o realizam.

4. Conclusões

Tal como relatam os estudos de Filgueira, Carvalho, Figueiredo (2007) neste estudo também destacamos uma melhoria na aprendizagem que se refletiu nas classificações obtidas na prova de Estatística. Face aos resultados obtidos no questionário e nas classificações dos alunos na prova de Estatística, é nossa opinião que a utilização de este tipo de trabalho motivou os alunos para uma melhor aprendizagem dos conceitos de Estatística. Os resultados vêm de encontro às conclusões dos estudos aqui revistos.

Comparativamente com os estudos aqui revistos, neste estudo destaca-se o desenvolvimento de uma aplicação computacional na linguagem JAVA, de apoio à resolução de alguns problemas de Estatística.

Em resumo, a análise dos resultados do questionário mostrou que a maioria dos alunos concorda que a programação dos modelos estatísticos contribui para a aprendizagem e consolidação dos mesmos. Além disso, concordam que o trabalho proposto é transversal a varias U.C. e, por esta razão, são de opinião de que este tipo de estudo deverá ser realizado mais vezes.

Perante os dados obtidos, recomendamos que se aplique mais vezes este tipo de trabalho, uma vez que, além de contribuir para a aprendizagem e consolidação do conhecimento, motiva os alunos levando-os a mudanças de atitude perante os conceitos de estatística e perceber a sua importância na análise da resolução de problemas.

Referências

- Batanero, C. (2003). La simulación como instrumento de modelización en probabilidade. *Educación y Pedagogia*, 35, 37-64.
- Ben-Zvi, D. (2000). Towards understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematics Thinking and Learning*, 2(1&2), 127-155.
- Cazares, S. (2010). Entornos virtuales de aprendizaje: Un enfoque alternative para la enseñanza y aprendizaje de la inferência estadística. *RMIE*, 15, 423-452.
- Chance, B., delMas, R. C., & Garfield, J. (2004). Reasoning about sampling distributions. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 295-323). Amsterdam: Kluwer.
- Chance, B., & Rossman, A. (2006). Using simulation to teach and learn statistics. *Proceeding of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador (Bahia): IASE,
- Cobb, P. & McClain, K. (2004). Principles of instructional design for supporting the development of students statistical reasoning. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 375-395). Nova Iorque: Springer.

- Fernandes, J. A., Batanero, C., Contreras, J. M. & Díaz, C. (2009). A simulação em probabilidades e estatística: potencialidades e limitações. *Quadrante*, 8(1&2), 161-183.
- 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.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). Creating statistical reasoning. In , J. Garfield & D. Ben-Zvi (Eds.), *Developing students statistical reasoning*. (pp.91-114). Nova Iorque: Springer.
- IBM Corp. Released (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 22.0. Armonk, NY:IBM Corp.
- Martinez, N. & Martinez, O. (2010). Software didático para la formación de pensamiento estadístico. *Educación y Sociedad*, 8(3). Online: <http://www.ucp.ca.rimed.cu/edusoc>.
- Mills, J. D. (2002), Using computer methods to teach statistics: a review of the literatura. *Journal of Statistics Education* 10(1).
- Simon, T. (2000). Appréciation d'une technologie de l'information et de la communication par des étudiants universitaires et performances disciplinaires. *In actes du Congrès International Francophone*. Nanterre. ADMES-AIPU.

Anexo A – Questionário sobre a utilização de uma ferramenta computacional na aprendizagem dos conceitos estatísticos

1. É a primeira vez que frequento esta U.C.
 - Sim
 - Não
2. Gosto de trabalhar em grupo
 - Discordo plenamente
 - Discordo
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
3. Gosto de programar em Java
 - Discordo plenamente
 - Discordo
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
4. A programação para mim não é um problema
 - Discordo plenamente
 - Discordo
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
5. Todos os elementos do grupo contribuíram da mesma forma para o trabalho
 - Discordo plenamente
 - Discordo
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
6. Programar os modelos estatísticos contribui para consolidar o conhecimento sobre eles
 - Discordo

- Discordo plenamente
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
7. Programar os modelos facilitou a aprendizagem
- Discordo
 - Discordo plenamente
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
8. A programação dos modelos implicou demasiado trabalho, o tempo necessário para o fazer prejudicou o estudo
- Discordo
 - Discordo plenamente
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
9. O trabalho contribui para melhorar as minhas qualidades como programador
- Discordo
 - Discordo plenamente
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
10. É importante relacionar o trabalho de diferentes unidades curriculares
- Discordo
 - Discordo plenamente
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo
 - Concordo plenamente
11. Este tipo de trabalho deve ser efetuado mais vezes
- Discordo
 - Discordo plenamente
 - Não discordo nem concordo
 - Concordo