

Colaboración

Actividades

Novas do IGE

Traballos de Estatística e IO

Coñecéndonos

Estatística recreativa

Editorial

CÉSAR SÁNCHEZ SELLERO – PRESIDENTE DA SGAPEIO.

Resulta complicado escribir algo con certeza nunhas circunstancias tan extraordinarias e tan complexas como as que padecemos coa pandemia do COVID-19. En calquera caso, o primeiro ha de ser a solidariedade con todos os que están sufrindo as peores consecuencias. Achegamos a condolencia aos familiares dos falecidos e, o afecto e comprensión aos que tiveron que pasar pola enfermidade ou polas consecuencias do confinamento na súa situación económica, persoal ou familiar.

Cómpre tamén recoñecer o esforzo do persoal sanitario, ademais do doutros servizos esenciais que se mantiveron na primeira liña desta difícil batalla. Pero, ademais, o conxunto da sociedade amosou unha paciencia e cooperación que deben ser recoñecidas. Debemos mencionar o persoal docente, que está tan presente na SGAPEIO, e que cooperou para que os/as estudantes non perdesen o fío na súa aprendizaxe.

Sempre dicimos que a Estatística e a Investigación de Operacións teñen múltiples aplicacións, que están presentes en case calquera ciencia e que son ferramentas para desenvolverse na vida cotiá. De novo, tamén nesta situación difícil, volve xurdir a Estatística e a I.O. como instrumento para a avaliación, a predición e a toma de decisións. Disto temos varias mostras moi interesantes nos artigos que aparecen neste número de *Informest*, onde diversos grupos de investigación presentan as súas metodoloxías para a predición, a clasificación ou a modelización. Hai que agradecer aos investigadores que aportaron os seus traballos para compoñer a colección que presentamos neste número.

Polo demais, a SGAPEIO fixo un esforzo para manter as súas actividades a pesar das dificultades, por suposto respectando as restricións sanitarias. En concreto, destacamos o *Concurso Incubadora de Sondaxes e Experimentos*, que celebrou a súa décima edición baixo confinamento. Merecen un especial recoñecemento os equipos que se presentaron ao concurso, que o fixeron tendo que traballar desde os seus fogares. Aínda que non se puido facer o acto de exposición dos traballos finalistas e a entrega dos premios, os xurados avaliaron os traballos e xa temos publicado o resultado dos premios. Felicítamos aos gañadores, toda a SGAPEIO séntese agraciada pola participación de todos os equipos que traballaron con ilusión nestas circunstancias.

Por último, non podemos esquecer que isto non rematou, que o proceso de adaptación debe continuar para que atopemos a maneira de seguir vivindo, facendo o que nos resulta esencial e protexendo a saúde de todas/os. A educación é, sen dúbida, un punto crítico nese proceso de adaptación. Os medios telemáticos xogaron un papel crucial facilitando o desenvolvemento da docencia, pero temos que recoñecer que nunca tanto se botou de menos a presenza do alumnado nas aulas. Tentemos, por tanto, recuperar a docencia presencial, pero adoptemos as medidas preventivas adecuadas para que ninguén corra perigo na súa saúde, e para que non sexa necesario volver a separarnos. Esperemos, por tanto, que todo quede na aprendizaxe de novas ferramentas de docencia virtual, que seguirán sendo útiles nun futuro sen pandemia, e que sigamos desfrutando da compañía de todas e de todos.

Dirección:

Paula Raña Míguez

Comunicación coa SGAPEIO:

www.sgapeio.es
secretaria@sgapeio.es
boletin@sgapeio.es
Twitter @sgapeio
LinkedIn Sgapeio

Depósito Legal:

LU-191-1995 - I.S.S.N.:1695-7083

#SGAPEIO

Sociedade Galega para a Promoción da
Estatística e da Investigación de Operacións

Facultade de Matemáticas

Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n Campus Vida-
15782 Santiago de Compostela (A Coruña)

<http://www.sgapeio.es/>



Investigación galega contra a Covid-19

Esta sección recompila algunhas das investigacións e contribucións dos socios e socias da SGAPEIO na loita contra a Covid-19.

Modelos de Regresión Funcional para a predición da CoViD19

Manuel Febrero Bande, Wenceslao González Manteiga e Manuel Oviedo de la Fuente.
Dpto. de Estadística, Análise Matemática e Optimización, Universidade de Santiago de Compostela.

A motivación de usar un modelo de regresión funcional para predecir casos de CoViD19 vén do clásico modelo epidemiolóxico SIR que, na parte específica dos infectados, propón a ecuación: $\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$ onde β é a taxa de infección, γ a taxa de recuperación, S é a poboación susceptible de infectarse e I é o número de infectados. Reescribindo a anterior ecuación, temos que $GR = \frac{dI/dt}{I} = \beta S - \gamma$ o que nos di que a taxa de crecemento de infectados (GR) escríbese como función de S . Alongando esta idea e discretizando a anterior ecuación pódese propor o seguinte modelo de regresión funcional:

$$GR_{t+h} = f(S_{t-l}^t, GR_{t-l}^t, I_{t-l}^t, \dots) + \epsilon_{t+1}$$

onde a notación X_{t-l}^t refire ao proceso X no intervalo $[t-l, t]$ e $GR_{t+h} = \frac{I_{t+h} - I_t}{I_t + c}$ (divídese por $I_t + c$ para non dividir por cero) con h o horizonte de predición. A función f é o xeito de engarzar a resposta escalar coas covariables funcionais para o que temos varias posibilidades na literatura de datos funcionais:

- Modelo Lineal (FLM)–Cardot et al. (1999): Úsase o operador lineal no espazo funcional $f(X_a^b, Y_c^d, \dots) = \alpha + \int_a^b \beta_X(t)X(t)dt + \int_c^d \beta_Y(t)Y(t)dt + \dots$
- Modelo Aditivo Espectral (FSAM)–Müller and Yao (2008): Dada unha representación finita das curvas nunha base do espazo de Hilbert $X_{t-l+1}^t \approx \sum_{k=1}^{K_X} c_k^X \phi_k^X$ entón $f(X_a^b, Y_c^d, \dots) = \alpha + \sum_{k=1}^{K_X} f_k^X(c_k^X) + \sum_{k=1}^{K_Y} f_k^Y(c_k^Y) + \dots$ onde as funcións $f_k^X(c_k^X)$ e $f_k^Y(c_k^Y)$ dos coeficientes escalares da representación na base son suaves.

- Modelo Aditivo *Kernel* (FKAM)–Febrero-Bande and González-Manteiga (2013): $f(X_a^b, Y_c^d, \dots) = \alpha + f_X(X_a^b) + f_Y(Y_c^d) + \dots$ onde a función f_X (resp. f_Y) é estimada mediante un *Kernel* funcional.

Cada un dos modelos anteriores presenta as súas vantaxes e debilidades semellantes ás que se poidan considerar no caso multivariante. Os modelos FSAM e FKAM poden considerar interaccións máis complexas entre as variables e a resposta, co risco dun maior custo computacional e posibilidade de sobreaxuste. O modelo lineal é máis rápido e menos flexible, pero pódese interpretar de forma máis sinxela. Unha vez que se predí a taxa de crecemento, a predición dos infectados pode reconstruírse sabendo os últimos datos dispoñibles.

Todos estes modelos están implementados na librería `fda.usc` –Febrero-Bande and Oviedo de la Fuente (2012)– coa que se constrúe a *ShinyApp* <http://modesty.securized.net/covid19prediction/> onde este tipo de modelos non só se aplica aos confirmados (I) senón tamén a falecidos (D), hospitalizados (H), ingresados en UCI (U), recuperados (R) e activos ($A = I - D - R$). Para a construción das bases de datos de adestramento úsase a información accesible na web a diferentes resolucións: Datos de países do mundo no repositorio da Universidade John Hopkins, datos públicos de Italia (por rexións), datos por CCAA en España no repositorio do Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) ou datos abertos por concello en Cataluña. Por suposto, a dispoñibilidade de datos actualizados e de calidade condiciona tanto a selección da mostra de adestramento como a resolución á cal se pode facer a predición.

Referencias

- Cardot, H., Ferraty, F., and Sarda, P. (1999). Functional linear model. *Statistics & Probability Letters*, 45(1):11–22.
- Febrero-Bande, M. and González-Manteiga, W. (2013). Generalized additive models for functional data. *TEST*, 22(2):278–292.
- Febrero-Bande, M. and Oviedo de la Fuente, M. (2012). Statistical computing in functional data analysis: the R package `fda.usc`. *Journal of Statistical Software*, 51(4):1–28.
- Müller, H. and Yao, F. (2008). Functional additive models. *Journal of the American Statistical Association*, 103(484):1534–1544.

Predicción Cooperativa

- **Centro de Investigación en Tecnoloxías da Información e as Comunicacions (CITIC) da Universidade da Coruña:** polo Grupo MODES, José Antonio Vilar Fernández, Rubén Fernández Casal, Daniel Barreiro Ures e Ricardo Cao Abad; polo Grupo RNASA-IMEDIR, Carlos Fernández Lozano e, como personal técnico de apoio, Ana Alméjija Pereda.
- **Instituto de Investigación de Matemáticas e Dpto. Estadística e I.O. da Universidade de Valladolid:** Luis Ángel García Escudero e Alfonso Gordaliza Ramos
- **Monash University, Department of Econometrics & Business Statistics:** Pablo Montero Manso

A iniciativa “Predicción cooperativa” xorde no marco do programa “Acción Matemática contra el coronavirus” (ligazón) do Comité Español de Matemáticas (CEMat). A súa finalidade é desenvolver unha web que, de xeito automatizado, amose a evolución de variables de interese na incidencia da pandemia en cada CCAA e proporcione predicións diarias a diferentes horizontes. As predicións son, en realidade, predicións cooperativas ou metapredicións, isto é, combinacións de predicións baseadas en diferentes técnicas que, diariamente e de xeito independente, subministran grupos de investigación e investigadores individuais de toda España. “Predicción cooperativa” sería inviable de non ser pola colaboración desinteresada de 45 grupos de investigación que facilitaron regularmente as súas predicións (chegaron a inscribirse 62). Vaia por diante o noso recoñecemento e gratitude a todos eles pola súa colaboración e dedicación.

Dende o traballo seminal de Bates e Granger (1969), moitos criterios de combinación de preditores foron propostos (Timmerman 2006, Clements et al. 2012). Porén, namentres non parece cuestionable o interese en combinar predicións para acadar predicións máis precisas e estables, non existe un soporte teórico ben establecido que xustifique o procedemento que conduce aos mellores resultados. Ás veces, combinacións sinxelas, como un simple promedio ou medidas de tendencia central robustas, amosan un mellor comportamento que criterios máis sofisticados considerando pesos óptimos estimados en base a erros en predicións pasadas (Claeskens et al. 2016).

En Predicción cooperativa obtivéronse diariamente predicións para cada unha das CCAA e para España, a horizontes de un a sete días, e para as variables: afecta-

dos, finados, hospitalizados, ingresados na UCI e novos casos. As principais tarefas poderíanse estruturar en: (i) Recepción e procesado dos rexistros oficiais que diariamente publica o Instituto de Salud Carlos III (ligazón) e das predicións reportadas polos grupos colaboradores; (ii) cómputo das predicións cooperativas; (iii) elaboración das táboas de evolución e de gráficos axeitados na web interactiva, e (iv) avaliación da conduta dos metapreditores.

O código para automatizar estas tarefas desenvolveuse en R, co apoio da librería *Shiny* para configurar a web. Implementáronse sete preditores cooperativos, incluíndo: catro medidas de tendencia central (media, mediana e as medias truncada e winsorizada); unha combinación lineal ponderada das predicións con pesos normalizados e inversamente proporcionais ao erro de días anteriores e dous diferentes suavizados robustos das predicións individuais ao longo dos sete horizontes de predición. A precisión avalíouse na predición de cada día e tamén ao longo do período de predición (establecendo *rankings*) consonte a diferentes criterios de erro (ME, MAE, RMSE, MPE, MAPE). Débese subliñar que non todos os participantes subministraban predicións para todas as combinacións de variable de interese, CCAA e horizonte, nin nos mesmos días, o que supuxo dificultades adicionais e a necesidade de introducir melloras no código que o fixesen robusto a estas dificultades.

A aplicación está accesible en <https://covid19.citic.udc.es/>, incluíndo información detallada sobre a iniciativa (participantes, técnicas de predición empregadas, preditores cooperativos,...). As predicións cooperativas deixaron de calcularse dende o 21 de maio, data na que o ISCIII interrompeu a publicación dos rexistros oficiais.

Referencias

- Bates J.M. e Granger C.W.J (1969) The combination of forecasts. *Operations Research Quarterly*, 20:451-468.
- Claeskens G., Magnus J.R., Vasnev A.L. y Wang W. (2016) The forecast combination puzzle: A simple theoretical explanation. *International Journal of Forecasting*, 32(3):754-762.
- Clements M.P., Hendry D.F., Aiolfi M., Capistrán C. y Timmermann A. (2012) *Forecast Combinations*. Oxford University Press.
- Timmermann A. (2006) Forecast combinations. *Handbook of Economic*, Vol. 1, Elsevier.

Caes son as características máis influentes na clasificación de pacientes infectados por COVID-19 en Galicia?

Laura Davila Pena (Dpto. de Estatística, Análise Matemática e Optimización, Universidade de Santiago de Compostela), Balbina Casas Méndez (Dpto. de Estatística, Análise Matemática e Optimización, Universidade de Santiago de Compostela) e Ignacio García Jurado (Dpto. de Matemáticas, Universidade da Coruña)

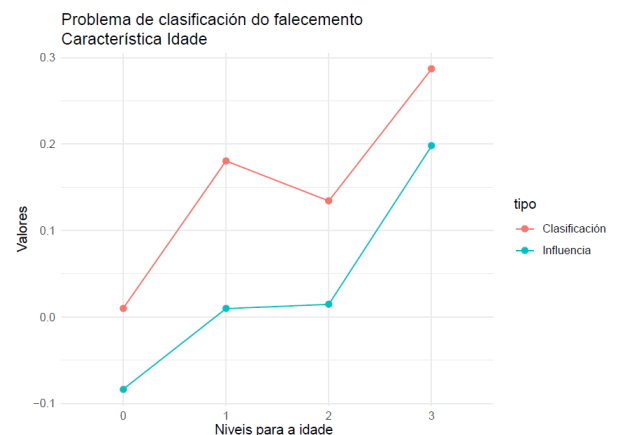
Un equipo de investigadores das Universidades da Coruña e de Santiago de Compostela analizamos unha base de datos de pacientes de Galicia infectados por COVID-19 durante os dous primeiros meses da pandemia, facendo uso de modelos e técnicas de *machine learning* e teoría de xogos. O obxectivo é estudar a influencia de varias características dos pacientes (idade, sexo e diferentes tipos de patoloxías previas) en tres variables resposta binarias de especial interese: a necesidade de hospitalización, a necesidade de ingreso en UCI e o falecemento. A énfase non está na clasificación predictiva de novos pacientes, senón na análise das características máis influentes en que os pacientes cuxa historia completa coñecemos tivesen unha resposta positiva nas variables binarias indicadas. Os problemas de clasificación poden abordarse desde as técnicas estatísticas clásicas ou desde as técnicas de *machine learning*. Neste estudo centrámonos na aproximación desde o *machine learning*.

Na literatura de *machine learning* propuxéronse e analizáronse numerosos clasificadores (ver, por exemplo, Fernández-Delgado e outros, 2014). Moitos clasificadores, ademais de clasificar, permítenos avaliar a importancia que as diversas características tiveron na clasificación dun individuo concreto. En Strumbelj e Kononenko (2010) introdúcese un procedemento xeral (é dicir, válido para calquera clasificador) para levar a cabo dita avaliación. Este procedemento baséase no valor de *Shapley* para xogos cooperativos (Shapley, 1953). O valor de *Shapley* é unha regra de reparto dos beneficios xerados por unha colección de axentes que cooperan. Ten múltiples aplicacións en campos do coñecemento moi diversos (ver, por exemplo, Moretti e Patrone, 2008),

incluída a ciencia de datos (ver García-Jurado e outros, 2004).

Neste estudo faise uso do procedemento de Strumbelj e Kononenko dun modo novo para estimar a influencia das características consideradas na clasificación con respecto a cada unha das tres variables resposta de interese.

O estudo completo pode obterse dirixíndose a calquera dos autores. En todo caso, como pequena ilustración indicamos a continuación a gráfica que mostra a evolución da clasificación (probabilidade de falecemento) e a influencia (de acordo co noso procedemento) da característica “idade” segundo os posibles grupos de idades considerados: 0 (menos de 50 anos), 1 (50-64 anos), 2 (65-79 anos), 3 (de 80 en diante).



Referencias

- Fernández-Delgado M, Cernadas E, Barro S, Amorim D (2014). Do we need hundreds of classifiers to solve real world classification problems? *Journal of Machine Learning Research* 15, 3133-3181.
- García-Jurado I, Méndez-Naya L, Sánchez-Sellero C (2004). Density estimation using game theory. *Mathematical Methods of Operations Research* 59, 349-357.
- Moretti S, Patrone F (2008). Transversality of the Shapley value. *Top* 16, 1-41.
- Shapley LS (1953). A value for n-person games. In: *Contributions to the Theory of Games II* (HW Kuhn, AW Tucker eds.), Princeton University Press, 307-317.
- Strumbelj E, Kononenko I (2010). An efficient explanation of individual classifications using game theory. *Journal of Machine Learning Research* 11, 1-18.

Predicción a curto prazo co modelo de regresión de *Richards*

Jose Ameijeiras Alonso (Department of Mathematics, KU Leuven, Belgium) e Rosa M. Crujeiras (Dpto. de Estatística, Análise Matemática e Optimización, Universidade de Santiago de Compostela).

A comezos do mes de marzo, nos inicios da pandemia da COVID-19, coincidindo co lanzamento da iniciativa da [Acción Matemática contra el Coronavirus](#) proposta polo Comité Español de Matemáticas, propuxémonos como obxectivo tratar de contribuír ao modelado da evolución desta enfermidade en España, pero, por suposto, co foco posto en Galicia. Iniciamos daquela unha colaboración cun grupo de estatísticos de Italia, que viñan de poñer en marcha o [StatGroup-19](#) e que atopara un modelo que lles viña dando resultados satisfactorios. Tratábase dun modelo sinxelo, pero que resultou útil para modelar e predicir a curto prazo, as series máis relevantes da COVID-19 (falecementos, casos, hospitalizacións,...) nos comezos da pandemia.

Concretamente o noso obxectivo era o de modelar o crecemento da variable de interese y en resposta á variable x , sendo esta o día da pandemia. Orixinalmente a variable y fixouse como o número (sempre acumulado) dalgunha das variables proporcionadas polo Ministerio de Sanidade, Consumo e Benestar Social: número de falecementos, número de novos casos (sen distinguir entre PCR e non PCR), número de altas, número de ingresos en UCI, número de enfermos hospitalizados.

A partir da variable resposta y (número acumulado) e a variable explicativa x (data de rexistro), o modelo de regresión loxístico de 5-parámetros, tamén coñecido como modelo *Richards* (Richards, 1959), pódese formular do seguinte modo:

$$y = B + \frac{T - B}{(1 + 10^{b(x_0 - x)})^s}$$

Os parámetros neste modelo sinxelo teñen unha interpretación clara: asíntota inferior (B), asíntota superior (T), factor de pendente ou pendente de Hill (b), valor de x no punto de inflexión da curva (x_0), coeficiente de asimetría (s). Traducindo estes parámetros á lingua-xe común, mentres este modelo sexa válido, T diríanos o número máximo de casos que esperamos atopar no futuro e x_0 sería o valor para o cal se alcanza o coñecido como “pico” da curva, onde observaríamos unha desaceleración no número de casos. No noso modelado tivemos en conta que os erros son discretos e asumimos que seguían un modelo *Poisson* e que a estimación se levou a cabo por máxima verosimilitude. Para que este modelo fose fácil de aplicar polo usuario desenvolvemos unha [plataforma web](#) que permite visualizar o modelado e a predicción das variables de interese á hora de estudar a evolución da pandemia causada pola COVID-19 (véxase Figura 1). Nesa páxina web, ademais de España e as súas comunidades, podíanse obter datos de Bélxica, Italia, Portugal, Estados Unidos e os datos de case todos os países a través das bases de datos do Centro Europeo de Prevención e Control de Enfermidades (ECDC) e o Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering.

A principal limitación dun modelo tan sinxelo como o que empregamos é que, se ben resultou útil e proporcionou resultados satisfactorios ao inicio da pandemia, o número limitado de parámetros non permite máis dun cambio de curvatura. Polo tanto, o modelo está limitado a predicir o inicio da pandemia e non permite saber que ocorre cando se producen máis cambios provocados polas medidas de protección e corentena, así como a posterior “desescalada” que se levou a cabo a nivel estatal.

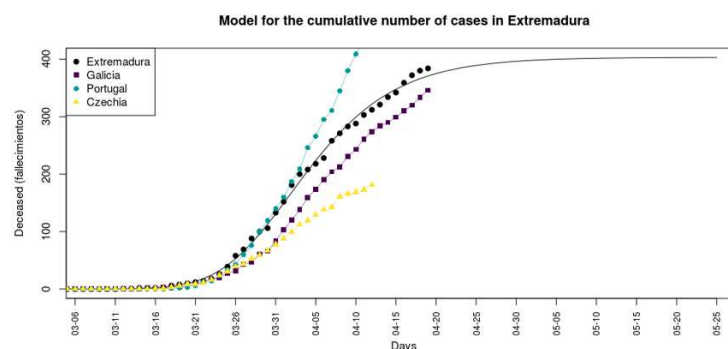


Figura 1. Predición do número acumulado de falecementos en Extremadura co modelo *Richards* (liña continua negra). Comparado co número de casos en Galicia, Portugal e República Checa.

Referencias

Richards, F. J. (1959). A Flexible Growth Function for Empirical Use. *Journal of Experimental Botany*. **10** (2): 290–300

Modelización da difusión do Coronavirus mediante técnicas de simulación estatística

Marcos Matabuena, CiTIUS (Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes).
Coa colaboración de Oscar Hernán Madrid Padilla, Francisco Barcala, Carlos Mejjide-García, Pablo Rodríguez Mier, Víctor Leboán e Francisco Gude.

O novo Coronavirus SARS-CoV-2 evidenciou os estragos que pode producir unha epidemia dende unha perspectiva económica, social e sanitaria. Nesta situación de incerteza, dispor de modelos que permitan guiar a toma de decisión ou valorar o impacto real da epidemia convértese nun tópico fundamental [1]. De feito, nesta pandemia milleiros de grupos de matemáticos lanzáronse á procura de novos modelos e moitos países guiaron as políticas epidemiolóxicas en base a eles [2]. No noso caso particular, un grupo de amigos mais eu, desenvolvemos un novo modelo probabilístico no que introducimos coñecemento biolóxico experto e simulamos datos de cada individuo dunha poboación [3]. A partir dun problema inverso no que a resposta son os rexistros de mortalidade, estimamos o número de infectados e recuperados con técnicas de optimización caixa-negra. Unha característica importante do noso modelo é o seu carácter dinámico, é dicir, é capaz de adaptarse ás políticas introducidas ao longo

do tempo. Ademais, a diferenza da literatura previa, o modelo probabilístico non é estacionario e ten unha estrutura de dependencia complexa. Por todo isto, nestes momentos nos que axustamos o modelo en cada territorio de forma individual, non podemos realizar inferencia estatística no sentido usual, non obstante, proporcionamos unhas bandas de confianza alternativas. Os resultados alcanzados aproxímanse de maneira bastante realista aos proxectados polas enquisas epidemiolóxicas en moitos países de Europa (véxase para máis información a nosa páxina web <https://covid19-modeling.github.io/>). Ademais, noutro traballo estendemos as nosas predicións a Latinoamérica [4]. Na actualidade, estamos traballando nun modelo de simulación estatística no que axustamos o modelo simultaneamente en moitas localizacións e realizamos a inferencia estatística cunha metodoloxía inspirada na literatura de modelos mixtos para datos funcionais.

Referencias

- [1] Marcos Matabuena, Oscar Hernán Madrid Padilla, and Francisco Javier Gonzalez-Barcala. Statistical and mathematical modeling in the coronavirus epidemic: some considerations to minimize biases in the results. *Archivos de Bronconeumología*, 2020.
- [2] Martin Enserink and Kai Kupferschmidt. Mathematics of life and death: How disease models shape national shutdowns and other pandemic policies. *Science Magazine*, 2020.
- [3] Marcos Matabuena, Carlos Mejjide-García, Pablo Rodríguez-Mier, and Víctor Leborán. Covid-19: Estimating spread in Spain solving an inverse problem with a probabilistic model. *arXiv preprint arXiv:2004.13695*, 2020. (under review)
- [4] Marcos Matabuena, & Pablo Rodríguez-Mier, Carlos Mejjide-García, Víctor Leborán and Francisco Gude. (2020). Mathematical estimation of COVID-19 prevalence in Latin America. 10.13140/RG.2.2.33119.48809. (under review)

Seminario para a análise e propostas sobre o currículo de matemáticas do Bacharelato

por Covadonga Rodríguez-Moldes e Paula Raña.

O pasado mes de marzo tivo lugar en Castro Urdiales (Cantabria) o Seminario para a análise e propostas sobre o currículo de matemáticas do Bacharelato. Estas xornadas, que se desenvolveron no Centro Internacional de Encuentros Matemáticos, foron promovidas pola Comisión de Educación do Comité Español de Matemáticas (CEMat), en conxunto coas diferentes sociedades e institucións que compoñen o CEMat. O obxectivo destas xornadas era facer unha análise do currículo, despois dos anos que leva en funcionamento, para reflexionar se se están a cumprir os seus obxectivos ou se, pola contra, chegou o momento de modificalo. Neste último caso, chegar a un consenso entre os diferentes participantes, reflexando o sentir plural das distintas sociedades, para poder facer unha proposta conxunta de cara a posibles modificacións, tendo en conta que neste momento está aprobado un anteproxecto dunha nova Lei de Educación.

As sociedades participantes nas xornadas foron a Real Sociedad Matemática Española (RSME), Societat Catalana de Matemàtiques (SCM), Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA) e Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO), xunto coa Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM), a Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM) e a Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT). Ás xornadas asistiron por invitación 30 profesores e profesoras das mencionadas sociedades e dúas representantes de asociacións estudiantís.

A SGAPEIO foi invitada a participar nesta xornada a proposta da SEIO e acudiron na súa representación as profesoras de secundaria, e membros do Consello Executivo da SGAPEIO, Covadonga Rodríguez-Moldes e Paula Raña (esquerda e dereita na foto, respectivamente). Cómpre destacar que Alfonso Gordaliza (no centro da foto), por parte da SEIO, foi nomeado presidente da CEMat pouco antes da celebración deste seminario.



O programa das xornadas, do 6 ao 8 de marzo, incluía paneis con diferentes temáticas en relación ao currículo das matemáticas no Bacharelato: que Bacharelato queremos e para que?, o currículo de matemáticas no Bacharelato de ciencias, o currículo de matemáticas no Bacharelato de ciencias sociais e, por último, a transición entre ESO e Bacharelato e entre Bacharelato e Universidade. En cada un deles, os relatores fixeron unha presentación coas súas aportacións para, deseguido, poder debater en conxunto entre todos os participantes.

As xornadas concluíron cunha sesión conxunta de redacción das conclusións acadadas unha vez analizadas as diferentes presentacións e os debates xurdidos a raíz das mesmas. O documento elaborado como resultado destas xornadas pódese consultar nesta [ligazón](#). Resúmense a continuación as intervencións das dúas representantes da SGAPEIO, a invitación da SEIO, no seminario.

O currículo de matemáticas no Bacharelato de ciencias

Covadonga Rodríguez-Moldes

Este panel centrouse en tratar de dar resposta a tres preguntas que, no momento de redactar este artigo, cobran plena actualidade pola situación de cambio que se pode producir no currículo das materias Matemáticas I e II propiciado pola futura LOMLOE. As preguntas eran as seguintes:

1. Cales son as virtudes e os inconvenientes do actual currículo das Matemáticas do Bacharelato de Ciencias?
2. É coherente o actual currículo de Bacharelato coas probas ABAU? e con respecto ás necesidades das Universidades?
3. No caso de os haber, cales son os cambios que conviría promover no actual currículo?

Con respecto á primeira pregunta, pode resumirse o tratado no panel dicindo que nestas materias, en moitos casos, prodúcese o primeiro contacto serio do alumnado co rigor, a precisión, o vocabulario e as ferramentas mentais propias das matemáticas; supoñen o descubrimento de novos saberes matemáticos como o cálculo matricial, os números complexos, o método de Gauss, cónicas, xeometría analítica no plano e no espazo, regresión e correlación lineal, o concepto de derivada e as súas aplicacións, o cálculo integral ou distribucións de probabilidade.

Pola contra, como inconvenientes, mencionouse que o salto de 4º de ESO ao Bacharelato de Ciencias é moi brusco e o curso académico queda moi curto para poder impartir a cantidade de novos saberes matemáticos, tanto en Matemáticas I como en Matemáticas II. Ademais resulta complicado para o alumnado a asimilación de tantos contidos matemáticos e isto fai que Matemáticas (I e II) sexan materias esixentes que poden provocar abandonos e alonxamento do alumnado da opción do Bacharelato de ciencias.

Para xustificar a afirmación de que o curso académico queda moi curto para poder impartir a cantidade de novos saberes matemáticos, tanto en Matemáticas I como en Matemáticas II, presentouse a relación de criterios de avaliación e contidos –simplificados– destas materias, dividíronse en tres trimestres, seleccionouse como exemplo o primeiro deles e repatíronse os contidos entre as 13 semanas que tería de duración. O resultado é o seguinte:

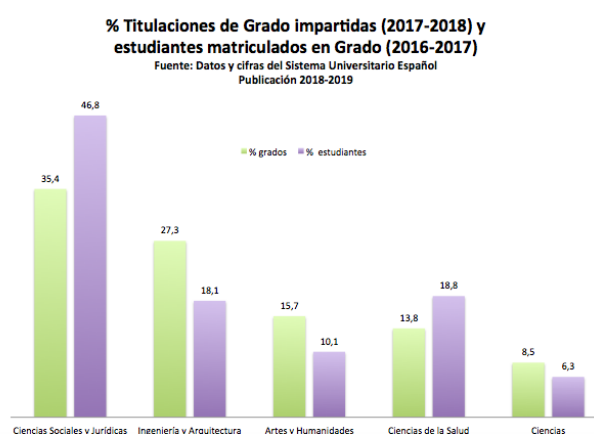
1. Números reais. Valor absoluto. Desigualdades. Distancias. Intervalos. Aproximación e erros.
2. Notación científica.
3. Números complexos. Fórmula de *Moivre*.
4. Sucesións numéricas: termo xeral, monotonía, acotación. Número e.
5. Logaritmos. Ecuacións logarítmicas e exponenciais.
6. Ecuacións non alxebraicas.
7. Problemas da vida cotiá con ecuacións e inecuacións.
8. Método de *Gauss*.
9. Problemas da vida cotiá con sistemas.
10. Funcións. Características.
11. Funcións básicas: polinómicas, racionais sinxelas, valor absoluto, trigonométricas e as súas inversas. . .
12. . . .exponenciais, logarítmicas e funcións definidas en anacos.
13. Operacións e composición de funcións. Función inversa. Funcións de oferta e demanda.

A segunda pregunta do panel trataba da coherencia do actual currículo de Bacharelato coas probas ABAU e coas necesidades das Universidades. A resposta foi que o currículo de Matemáticas II é totalmente coherente coa proba de selectividade ata o punto de que as instrucións das persoas coordinadoras da materia son a guía principal do profesorado. Cuestión distinta é a coherencia do currículo coas necesidades das Universidades atendendo á regulación actual do acceso á Universidade e á existencia de ponderacións. As ponderacións permiten ao alumnado obter ata catro puntos por riba da nota obtida na fase xeral realizando e acadando un mínimo de 5 en dúas materias que ponderen 0,2 para o acceso aos estudos nos que estea interesado o alumnado. A fórmula que se utiliza é:

$$\text{Nota de admisión} = 0,6 * \text{Nota media Bach} + 0,4 * \text{nota fase xeral} + 0,2 * \text{materia1} + 0,2 * \text{materia2}$$

Analizando as ponderacións do ano 2019 publicadas pola CIUG nas seis ramas da oferta de graos na Universidade pública en Galicia, vemos que, de 93 graos ofertados, en 68 deles as Matemáticas II ponderan 0,2. Entre estes están todos os graos da rama de Ciencias agás Ciencias Ambientais; todos os da rama de Ciencias da Saúde agás Medicina, Odontoloxía e Psicoloxía; todos os da rama de Enxeñería e Arquitectura agás Paisaxe e todos os da rama de Ciencias Sociais e Xurídicas agás Ciencia Política e da Administración e Dereito, que ponderan 0,1.

A estas titulacións, para as que Matemáticas II pondera 0,2 para acceder a elas, pertence a maioría do estudiantado universitario español, como se pode comprobar na seguinte gráfica obtida con datos da Publicación 2018-2019 do Sistema Universitario Español.



Como conclusión, o currículo non parece o adecuado para as necesidades das universidades –fíxose mención, por exemplo, á xeometría analítica no espazo de 2º de Bacharelato –.

E, para rematar, a terceira pregunta: No caso de os haber, cales son os cambios que conviría promover no actual currículo? Este apartado foi o máis controvertido. Entre as propostas presentadas están rebaixar contidos de Matemáticas I e Matemáticas II ou ofrecer unha materia optativa de 2 horas en 1º e 2º de Bacharelato que se podería chamar “Ampliación de matemáticas”, na que se incluírían contidos específicos como números complexos, cónicas, ampliación do cálculo integral, de xeometría vectorial en V3, contraste de hipótese? para un coñecemento máis profundo e amplo das matemáticas e para o alumnado que se inclinase por unha formación científica e tecnolóxica.

Transición entre ESO e Bacharelato e entre Bacharelato e a Universidade

Paula Raña

O currículo das materias de matemáticas ao longo da ESO e do Bacharelato divídese en bloques, asociando a cada un deles unha serie de contidos, criterios de avaliación e estándares de aprendizaxe, ademais de obxectivos e competencias clave. Na ESO, os bloques son:

B1: procesos, métodos e actitudes en matemáticas

B2: números e álgebra

B3: xeometría

B4: funcións

B5: estatística e probabilidade.

No Bacharelato unicamente cambia o B3 de análise e o B4 de xeometría, tendo en conta que na modalidade de Ciencias Sociais non se imparte a xeometría.

Fíxose unha análise da presenza que ten cada un dos bloques dentro do currículo (excluindo o primeiro, de carácter transversal). O resultado é que o bloque de estatística non é nin moito menos minoritario ao longo da ESO. Por exemplo, tendo en conta os estándares de aprendizaxe, o curso máis favorable para a estatística sería o das matemáticas académicas de 4º de ESO (28,6 % de estándares para o B2, 20,4 % para o B3, 20,4 % para o B4 e 30,6 % para o B5) e o menos favorable sería o de matemáticas aplicadas de 3º de ESO (34,8 % para o B2, 23,9 % para o B3, 17,4 % para o B4 e 23,9 % para o B5).

No Bacharelato, empregando os estándares de aprendizaxe nas matemáticas de 2º (sen ter en conta o B1), os que están asociados ao B5 de estatística e probabilidade supoñen o 29 % en Matemáticas II e o 52 % en Matemáticas de CCSS II. Nesta etapa resulta inevitable que as probas ABAU marquen a pauta. Dende hai poucos anos, a estatística entrou a formar parte das probas facendo así que fose “máis obrigatorio” se cabe impartir este bloque. Nas probas ABAU, a estatística e probabilidade supoñen 2 puntos nas matemáticas da modalidade de ciencias e 4 puntos nas de ciencias sociais. Cómpre destacar que esta é a situación en Galicia pero non é comparable á doutras comunidades xa que non en todas as probas de acceso á Universidade está presente a estatística e, polo tanto, non está en igualdade de condicións con respecto a outros bloques de contidos en todo o territorio.

Mediante esta análise púxose de manifesto a relevancia do bloque de estatística e probabilidade no currículo, que deba estar en consonancia co tempo dedicado a estes contidos ao longo do curso académico. Este bloque é o último da lista, soe ser o último tema dos libros de texto e, xeralmente, impártese tamén ao final do curso, correndo o risco de que non se lle dedique o tempo necesario. Tamén se destacou, na transición entre ESO e Bacharelato, a importancia da realización de proxectos estatísticos que favorecen un enfoque máis competencial.

No referido á transición á Universidade, tratouse de non caer no tema máis repetido durante o seminario: ABAU, Evau . . . a selectividade. Foi un tema recorrente xa que calquera cambio que se promova no Bacharelato ten que ir acompañado dun cambio na ABAU, e viceversa. Entre os membros no panel repartíronse as transicións á Universidade, enfocando esta presentación no ámbito das carreiras de ciencias e do Grao en matemáticas.

Seguindo coa análise do “peso” que ten cada bloque de contidos nas matemáticas, contabilizouse tamén no Grao en matemáticas, de forma aproximada, a cantidade de materias que se asignarían a cada bloque. O resultado foi que áreas como a estatística e probabilidade contan cun 13 % das materias do plan de estudos, a mesma cantidade que matemáticas aplicadas. Álgebra e xeometría terían o 18 % e 15 % das materias, respectivamente, e análise contaría co 26 %. O 15 % restante corresponde a materias transversais ou doutras áreas. Analizando con maior detalle os contidos das materias, dá a impresión de que a estatística é das áreas que menos “evoluciona” dentro do Grao, repetindo en gran parte os contidos que xa se terían introducido no Bacharelato.

Outro tema a tratar foi que non se debe establecer unha materia de matemáticas, no Bacharelato, enfocada unicamente aos futuros estudantes do Grao en matemáticas. Pola contra, débese estipular unha materia que proporcione a formación máis completa posible aos futuros estudantes universitarios de ciencias, enxeñería e tamén doutras áreas, ou que opten por outras vías (como a Formación Profesional, relegada xeralmente a un segundo plano). Moitos dos contidos das matemáticas do Bacharelato contribúen a formar unha sólida base matemática para o seu posterior desenvolvemento, pero tamén é certo que moitos deses contidos non terán continuidade para gran parte do alumnado. Ante un currículo excesivo e cargado de contidos, sería factible prescindir dalgún deles, dándolle prioridade a aqueles que sexan de maior utilidade para a maioría? Fíxose un pequeno repaso a diferentes titulacións presentes no SUG, vendo que moitas das carreiras de ciencias conteñen algunha materia de “matemáticas” e outra de “estatística”. Isto ocorre tamén noutras áreas, como as ciencias sociais ou as ciencias da saúde, é por iso que tamén xurdiu o debate de se a división das matemáticas do Bacharelato científico e matemáticas de ciencias sociais responde realmente ás necesidades do alumnado.

Por último, destacouse o crecente interese pola formación en análise de datos, que está dando lugar a novas titulacións nas universidades e que está tamén cada vez máis presente no ámbito laboral e na sociedade (non hai máis que ver a relevancia que teñen na actualidade termos como o *Big Data*). A sociedade está cambiando e demandando novos postos de traballo e a Universidade está comezando a formar a novos profesionais, non deba tamén o Bacharelato renovar os seus contidos e adaptarse a esta corrente?



Novidades na información estatística publicada

ENQUISA ESTRUCTURAL A FOGARES. CAPITAL SOCIAL: BENESTAR

A Enquisa estrutural a fogares (EEF) é unha actividade estatística anual dirixida aos fogares galegos co obxecto de obter información sobre as súas características socio-económicas. Consta de dúas partes: unha primeira, de carácter xeral que se repite todos os anos, deseñada para recoller información sobre variables básicas, e unha segunda, de carácter específico. En 2019 o módulo específico está dedicado ao estudo do capital social. Este módulo ten como principal obxectivo coñecer o nivel de benestar da poboación galega. A valoración media que a poboación galega fai do grao de satisfacción coa súa vida na actualidade sitúase en 7,15 puntos, nunha escala que oscila de 0 (nada satisfeito/a) ata o 10 (plenamente satisfeito/a). Ademais, o 68,36 % desta poboación puntúa a súa satisfacción coa vida actual en 7 ou máis puntos.

Pódese obter máis información en: [web](#)

INDICADORES DEMOGRÁFICOS

A análise dunha poboación require a elaboración de indicadores demográficos de xeito continuo, para establecer comparacións temporais, que ademais permitan facer comparacións a nivel territorial. Cada ano o IGE presenta un conxunto de indicadores demográficos para Galicia, por sexo e ata o nivel municipal, que achegan información acerca da estrutura da poboación, da fecundidade, mortalidade e nupcialidade.

A poboación galega diminuíu no ano 2018 un 0,1 %, segundo as cifras de poboación obtidas da operación estatística [Cifras poboacionais de referencia](#); continúa así o cambio de tendencia iniciado no ano 2011. A evolución por provincias non foi homoxénea. Así, as provincias da Coruña e Pontevedra experimentaron un lixeiro ascenso da poboación no último ano, mentres que en Lugo e Ourense a evolución foi negativa.

Pódese obter máis información en: [web](#)

RENDA MUNICIPAL DO SECTOR FOGARES

A Renda municipal dos fogares achega información da Renda dispoñible bruta dos fogares por concello de residencia. Este agregado é o importe que os fogares teñen

dispoñible para o gasto en consumo final ou o aforro, e constitúe o resultado final da redistribución da renda (principalmente a través de impostos e prestacións sociais) sobre as rendas primarias obtidas polos fogares pola súa participación nos procesos de produción. Oleiros, cunha renda por habitante de 22.545 euros en 2017, é o concello galego cunha maior renda. Neste ano é un 54 % superior á renda media galega (14.643 euros). Outros seis concellos teñen unha renda media por habitante que supera en quince puntos ou máis á media galega no ano 2017: A Coruña, Santiago de Compostela, As Pontes de García Rodríguez, Ourense, Bergondo e Nigrán. Os concellos de Lugo, Teo e Pontevedra completan os 10 concellos con máis renda por habitante.

Pódese obter máis información en: [web](#)

Outras novidades

COLABORACIÓN DO IGE NA ENQUISA DE SEROPREVALENCIA DA COVID-19 EN GALICIA

O IGE colaborou coa Consellería de Sanidade no estudo de seroprevalencia fronte á covid-19 en Galicia. O IGE deseñou a mostra da enquisa con capacidade para estimar a prevalencia de inmunidade nos sete grandes concellos e 38 áreas territoriais que representan ás comarcas ou, nalgún caso, agrupacións delas. A mostra tamén permite estimar a prevalencia en Galicia por sexo e grupos de idade.

CONVENIOS

- En febreiro firmouse o Convenio de colaboración entre a Universidade de Santiago de Compostela, a Universidade de Vigo, a Universidade da Coruña e o Instituto Galego de Estatística para a realización de prácticas de alumnos do Mestrado universitario en Economía.
- En abril firmouse o Convenio entre a Universidade de Santiago de Compostela e o Instituto Galego de Estatística para a realización de prácticas académicas externas curriculares ou extracurriculares dos estudantes da Facultade de Ciencias Políticas e Sociais.
- En maio asinou o Convenio sobre cooperación estatística e intercambio de información entre o Instituto Nacional de Estatística e o Instituto Galego de Estatística (maio 2020).

Traballos de Estatística e Investigación Operativa no SUG

Teses

Métodos *bootstrap* exactos para a estimación non paramétrica de curvas

Inés Barbeito Cal.

Director: Ricardo Cao Abad.

Data da defensa: 9 de xullo de 2020. UDC.

Esta tese trata sobre a selección do parámetro ventá na estimación non paramétrica de curvas. En concreto, propuxéronse expresións pechadas para algún criterio de erro de estimadores tipo núcleo. Ademais, revisáronse (ou propuxéronse) algoritmos *bootstrap* para establecer fórmulas exactas para a versión *bootstrap* do devandito criterio de erro. Isto é moi útil xa que fai que non se precise da aproximación de Monte Carlo. Así, establécense selectores de ventá para os estimadores non paramétricos das curvas estudadas nesta tese, definidos como os valores que minimizan as fórmulas *bootstrap* exactas. Concretamente, considérase o caso da selección da ventá para a densidade baixo dependencia, para a razón de fallo e para o *matching* estatístico e a predición. Nos últimos dous contextos, introdúcese o concepto de *estimador aproximado*, para poder desenvolver expresións pechadas para a versión *bootstrap* do criterio de erro a considerar. O bo comportamento empírico de todos os métodos propostos nesta tese é analizado mediante uns estudos de simulación. Ademais, a metodoloxía desenvolta é ilustrada coa aplicación a datos reais. Tamén se inclúen os resultados asintóticos no contexto de selección da ventá para a predición considerando a versión aproximada do estimador Nadaraya-Watson.

Coñecéndonos

Coñecendo a unha socia da SGAPEIO: Esther López Vizcaíno.

Esther López Vizcaíno, é Licenciada en Matemáticas pola Universidade de Santiago de Compostela e Doutora en Estatística e Investigación Operativa pola Universidade da Coruña. Empezou a súa andaina profesional no ámbito da sanidade dentro da Dirección Xeral de Saúde Pública alá polo ano 1999. Na actualidade é funcionaria da Escola Superior de Estadísticos do Instituto Galego de Estatística (IGE) onde é a xefa de Servizo de Difusión e Información. Foi presidenta da SGAPEIO no período 2013-2017.



Cantos anos levas traballando en Estatística ou IO?

Dende o ano 1998, cando empecei a traballar como bolseira na Dirección Xeral de Saúde Pública da Xunta de Galicia.

Descríbenos o teu traballo

Dende o ano 1999 traballo no IGE no Servizo de Difusión e información. Neste servizo facemos as tarefas de mantemento e alimentación das bases de datos da información estatística que se poñen a disposición dos cidadáns por parte do IGE. Tamén nos encargamos da difusión desta información estatística a través, principalmente, de internet. Ademais, no servizo temos asignadas tarefas de explotación de rexistros administrativos, agora mesmo estamos traballando nunha base de datos sociodemográfica de Galicia que conecta diferentes fontes de información que están dispoñibles sobre os cidadáns: padrón estatístico, afiliados á Seguridade Social, pensionistas da Seguridade Social, demandantes de emprego,...

Dende cando es socio da SGAPEIO?

Xa non me lembro moi ben, pero penso que dende que acabei a carreira, no ano 1997.

Cal foi o 1º Congreso da SGAPEIO ao que asistiches?

O 1º congreso da SGAPEIO ao que asistín foi o de Lugo, no ano 1997, que era o 3º congreso da SGAPEIO.

O tema do teu próximo proxecto/artigo?

Fai uns meses enviamos, para posible publicación, un artigo conxunto con M^a José Lombardía (UDC) e Cristina Rueda (Universidade de Valladolid) sobre a estimación da fenda salarial en Galicia e segundo as distintas actividades económicas. O tema no que estou a traballar agora está relacionado coa COVID-19, que está tan de moda neste momento (por desgraza). Estou colaborando con profesionais de Saúde Pública de Galicia en buscar un punto de corte nas taxas de casos de COVID-19 que nos determine o momento no que é necesario activar alertas. Por outra parte, tamén estou traballando en métodos que nos permitan determinar erros e *outliers* nas grandes bases de datos de difusión da información estatística que temos dispoñibles no IGE.

Un curso que che gustaría facer?

Gustaríame facer un curso de *Machine Learning*.

Que libro de estatística ou I.O. recomendarías?

Para alguén que queira iniciarse na estatística parécenme ideais os libros de Estatística I e II de Francisco Javier Martín Pliego e Luís Ruíz Maya.

Se non foses estatístico, que che gustaría ser?

Penso que me dedicaría á informática. A min o que me apaixona é automatizar procesos.

Se oes “estatística”, que é o primeiro que che vén á cabeza?

Toma de decisións baseadas en datos obxectivos.

Que é o que máis valoras do labor da SGAPEIO?

O que máis me gusta da SGAPEIO é que sexa un nexo de unión entre todos os que traballamos coa estatística en Galicia. Valoro moito os congresos bianuais porque é o momento de pór en valor e de coñecer o traballo que fan os estatísticos que estamos en Galicia, que, se non fose por estes congresos, ao mellor, nin chegas a saber o que se está facendo ao teu carón. Tamén é moi importante o traballo de achegamento que se está a facer dende hai anos aos profesionais que traballan na ensinanza secundaria. Penso que hai que seguir nesa liña ata conseguir que non se sintan estraños cando van a un congreso da SGAPEIO.

En que cres que deberíamos mellorar?

Creo que a Sociedade está a facer un labor de divulgación da estatística estupendo, con actividades para alumnos universitarios, profesores de ensino secundario e profesores de universidade. Penso que ao mellor habería que achegarse máis ao mundo empresarial, tarefa, que admito, que me parece moi difícil. Teño a impresión de que nas Facultades preparan máis aos alumnos para ser investigadores que para traballar nunha empresa pública ou privada. Polo tanto, creo que aí hai un oco que podería ser cuberto pola SGAPEIO.



Estatística recreativa

Mabinogion por Antonio Vaamonde Liste

O *Mabinogion*, conxunto de contos galeses da tradición oral anteriores ao século XII, describe as viaxes de Peredur, fillo de Evrawk, nunha das cales chega á beira dun río e atopa un rabaño de ovellas brancas, e, do outro lado do río, un rabaño de ovellas negras. Cando unha ovella branca bala, unha ovella negra cruza o río e vólvese branca, e cando unha ovella negra bala, unha ovella branca cruza o río e vólvese negra. O azar decide cantas ovellas brancas e negras hai en cada momento, máis o número total de ovellas non cambia.

Todas as ovellas pertencen de xeito comunal aos veciños que, de cando en vez, interveñen no proceso aleatorio sacrificando algunha ovella para a súa alimentación, e que decidiron fixar como obxectivo prioritario, mesmo por riba da súa fame, acadar o número máis grande posible de ovellas negras.

Cal é a estratexia óptima para lograr o seu obxectivo?

A solución estará dispoñible, proximamente, nesta [ligazón](#). Permanecedes atentos!

Dirección:

Paula Raña Míguez.

Equipo editorial:

M^a José Ginzo Villamayor, María Gómez Rúa,
María Martín Vila, Carlos Neira Cortizas,
Javier Roca Pardiñas,
Covadonga Rodríguez-Moldes Rey,
Alejandro Saavedra Nieves,
César Andrés Sánchez Sellero e
Javier Tarrío Saavedra.

Revisión lingüística:

María Miragaya Pereira.

Coa colaboración de:

Esther López Vizcaíno, Antonio Vaamonde Liste
e os socios e socias participantes
na investigación contra a Covid-19.

Comunicación coa SGAPEIO:

Facultade de Matemáticas, Campus Vida, 15706-
Santiago de Compostela, A Coruña.

www.sgapeio.es

secretaria@sgapeio.es boletin@sgapeio.es

Twitter @sgapeio

LinkedIn SGAPEIO

Depósito Legal: LU-191-1995 - I.S.S.N.:1695-7083

COLABORA!!!

Informest é unha publicación cuatrimestral da SGAPEIO que podes atopar na web da sociedade, www.sgapeio.es/, no apartado PUBLICACIONES.

Se queres participar cun artigo de divulgación para a sección "Colaboracións" ou cunha curiosidade estatística para o "Sabías que?", contacta con nós no correo boletin@sgapeio.es onde te informaremos das normas de edición.

Anímate!!

#SGAPEIO

Sociedade Galega para a Promoción da
Estatística e da Investigación de Operacións