(#424) TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (I)

[MONOTEMA] Durante los próximos meses vamos a ir comentando algunos de los puntos más destacados de una obra extraordinaria: Probability Theory and Statistical Inference, de **Aris Spanos**, un libro que debería ser de obligada lectura para todos los estudiantes e investigadores en ciencias.

Lo haremos con el máximo de los respetos, y con el reconocimiento de que la interpretación aquí mostrada no hará justifica al excelso contenido del libro. Sin embargo, la intención es que ayude a estudiantes a introducirse en el mundo de la investigación, así como diseminar los postulados de este gran investigador.

La idea es ir realizando un pequeño post por capítulo, intentando mostrar algunos ejemplos llevados a campos relacionados con mi actividad investigadora.

Capítulo I. Una introducción a la modelización empírica

Spanos define la **modelización empírica** como una **descripción parsimoniosa de fenómenos estocásticos observables, empleando modelos estadísticos.**

Un modelo estadístico pretende capturar la información estadística sistemática. Por tanto, es importante ya darnos cuenta que modelizar implica proponer una forma de plantear relaciones entre variables que expliquen cómo se han generado los datos, donde el interés reside en el componente sistemático, es decir, en aquello que está fuera de la aleatoriedad.

Los modelos empíricos envuelven un amplio espectro de

procedimientos inter relacionados:

a) Especificación: Elección del modelo estadístico.

b) Estimación: Estimación de los parámetros del modelo.

c) Test de mala especificación: Evaluación de la validez de las asunciones probabilísticas postuladas en el modelo.

d) Re-especificación: Elección alternativa de otro modelo estadístico.

Como muy bien comenta el autor, estas facetas distinguen a los datos observacionales de los experimentales, donde en este último caso el principal objetivo es la estimación, siendo las facetas a) y d) constitutivas del diseño experimental, y donde c) juega un papel más secundario.

Algunas definiciones importantes:

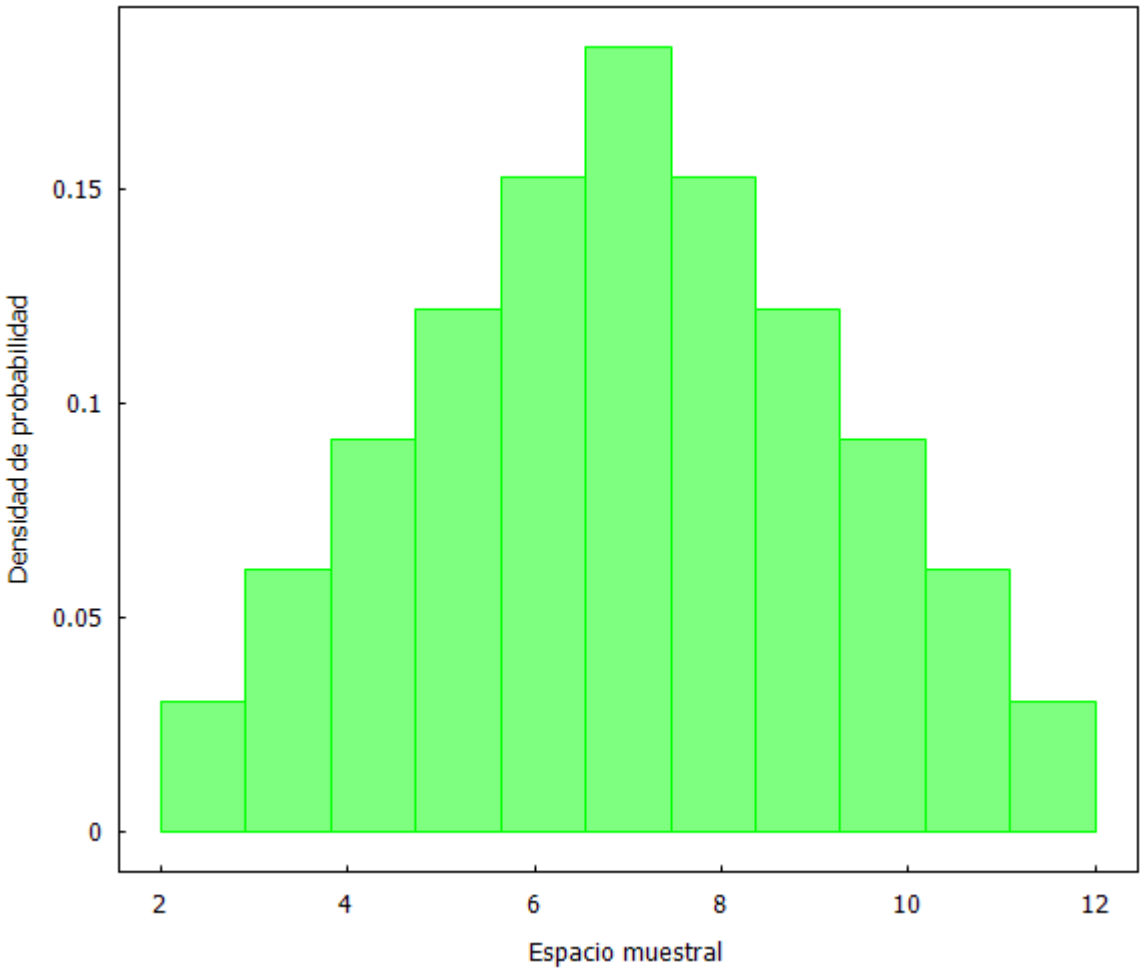
- **Fenómeno estocástico:** Aquel en que los datos observados exhiben patrones de regularidad inciertos (emplea la palabra “chance”).
- **“Chance”:** La incertidumbre inherente a la ocurrencia de un determinado resultado.
- **Regularidad:** Presencia de orden relativo a la ocurrencia de muchos de esos resultados. Es diferente al concepto de aleatoriedad.

Spanos emplea el ejemplo de lanzar dos dados, con el fin de tener una primeración noción intuitiva de conceptos fundamentales.

Vamos a emplear Maxima para dibujar un histograma de este ejemplo:

```
numeros_2dados:[2,  3,  4,  5,  6,  7,
3,  4,  5,  6,  7,  8,  4,  5,  6, 7,
8,  9,  5,  6,  7,  8,  9,  10, 6,  7,
8,  9,  10, 11, 7,  8,  9, 10, 11, 12]$
```

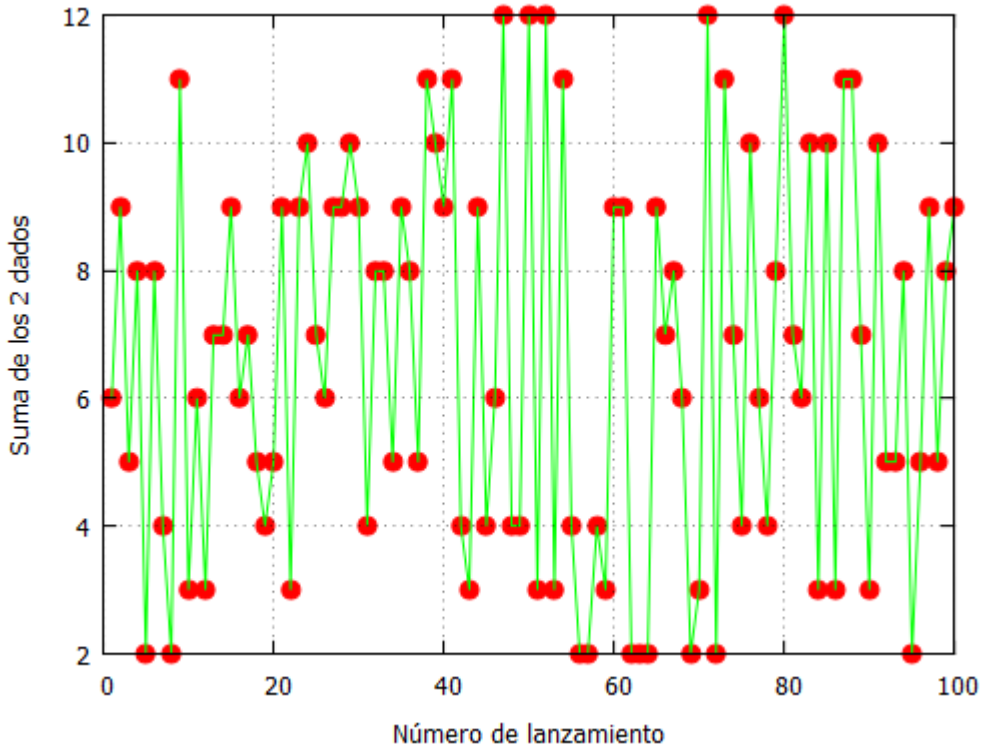
```
histogram (
numeros_2dados,
nclasses=11,
frequency=density,
xlabel="Espacio muestral",
ylabel="Densidad de probabilidad",
fill_color=green,
fill_density=0.5);
```



Y ahora de nuevo usamos Maxima para dibujar los resultados de lanzar 2 dados 100 veces, en un gráfico que Spanos denomina “**t-plot**“:

```
resultados: makelist(random(11)+2,100);
plot2d([[discrete, resultados],
[discrete,resultados]],
[x,0,100],[y,2,12],[style, points, lines],
```

```
[color, red, green],[xlabel, "Número de lanzamiento"],
[ylabel, "Suma de los 2 dados"], [legend, false]);
```



He aquí los 3 conceptos que debemos comprender a la perfección:

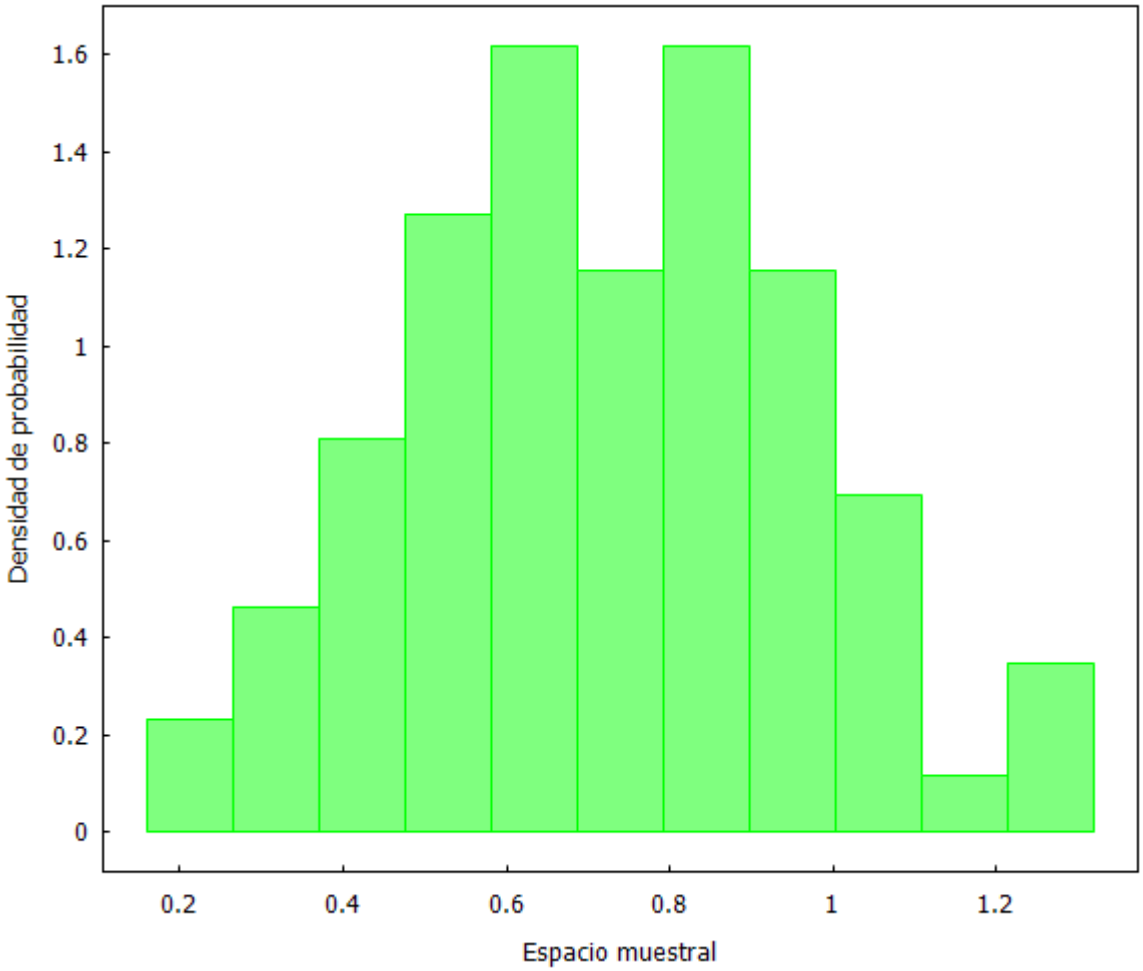
[1] Distribución: El histograma desprende una distribución determinada de los datos empíricos, en este caso con mayor concentración en el centro y menos en los extremos.

[2] Independencia: El resultado de un lanzamiento no influye en el siguiente, tal y como muestra el t-plot.

[3] Homogeneidad: Las probabilidades asociadas con los diferentes resultados permanecen idénticas para todos los ensayos realizados.

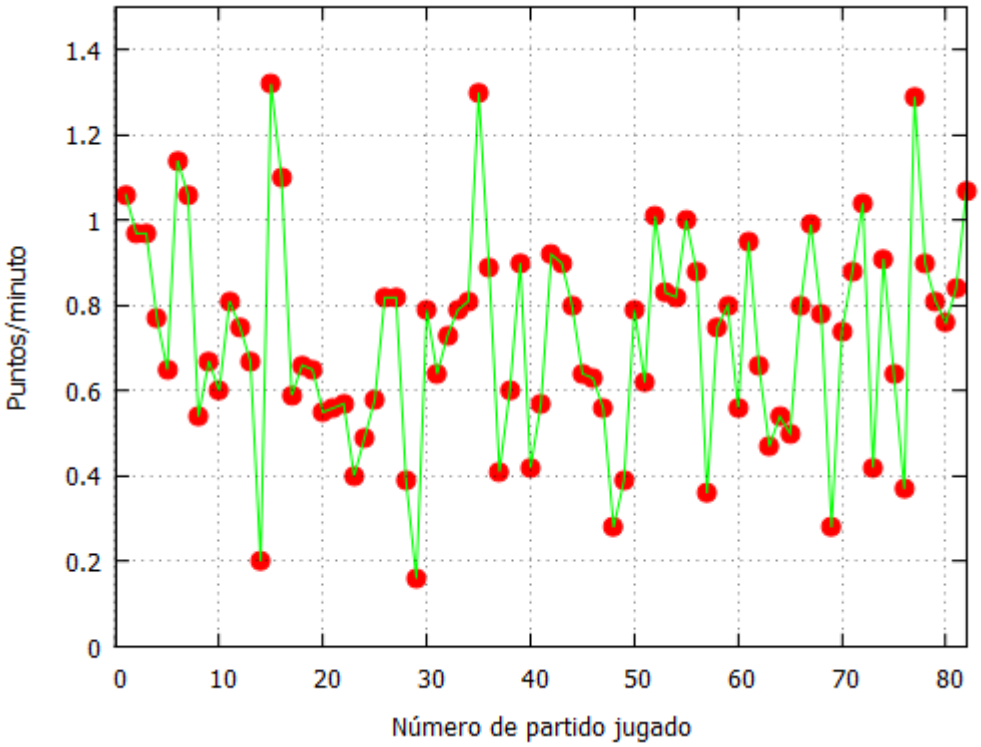
Veamos un ejemplo práctico con datos reales. Cojamos los 82 partidos jugados por Kemba Walker en la temporada regular de la NBA 2018/19, y realicemos los mismos gráficos:

```
data:read_matrix(file_search("RUTADELARCHIVO.txt"));
datatranspose:transpose(data);
walker:datatranspose;
histogram (
walker,
nclasses=11,
frequency=density,
xlabel="Espacio muestral",
ylabel="Densidad de probabilidad",
fill_color=green,
fill_density=0.5);
```




```
plot2d([[discrete,datatranspose[1]],
[discrete,datatranspose[1]]], [x,0,82],[y,0,1.5],
[style, points, lines],[color, red, green],
[xlabel, "Puntos/minuto"],[ylabel, "Número de partido
jugado"],
```

[legend, false]);



Aquí tenemos ya un poco más de dificultad para interpretar los gráficos, aunque disponemos de los 3 mismos conceptos bien representados:

[1] Distribución: Claramente hay una distribución centrada en los valores medios, aunque no con una apariencia tan “Normal” como en un fenómeno aleatorio:

[2] Independencia: No está tan claro que hay total independencia, parece que puede haber la existencia de rachas, de algún componente sistemático que afecte el rendimiento.

[3] Homogeneidad: Tampoco es diáfano que las probabilidades asociadas a los diferentes resultados se mantengan constantes.

Esto es una mera ilustración de que, para cada conjunto de datos que tengamos, **necesitamos estudiar detenidamente varios aspectos de los mismos que conformarán nuestras asunciones probabilísticas.** Los gráficos son una gran ayuda, pero también

habremos de ayudarnos de test que nos asistan cuando, como en el caso de los datos de Kemba Walker, no lo tengamos tan claro.

El siguiente paso es trasladar los patrones de regularidad con incertidumbre en información estadística con un componente sistemático. Para ello, prestemos atención a la siguiente definición:

Un modelo estadístico es un conjunto de asunciones probabilísticas compatibles que provienen de tres categorías: [D] distribución, [M] dependencia, [H] heterogeneidad.

Obviamente, coinciden con las 3 facetas con las que intepretábamos los datos anteriores.

Spanos incide en que la modelización empírica no trata sobre elegir óptimos estimadores, sino sobre escoger modelos estadísticos adecuados. Así, distingue entre la información estadística y la teoría que hay detrás del modelo. De esta forma, la teoría de la probabilidad funciona como un lenguaje neutral independiente de la teoría económica, psicológica, etc., que hay detrás del modelo. La validez del modelo descansa primeramente sobre la validez de las asunciones probabilísticas.

Por ello, este proceso de análisis es deductivo-inductivo, en el sentido en que el razonamiento toma la forma de modus ponens:

si p, entonces q

Si ciertas premsas son asumidas, ciertas conclusiones necesariamente se obtienen. Si las asunciones probabilísticas no se cumplen, se interpreta como que hay un componente sistemático añadido que hay que tener en cuenta, por lo que hay que re-especificar el modelo.

De nuevo enfatiza la distinción entre un modelo estadístico y

un modelo teórico; el modelo estadístico es un testigo sin prejuicios acerca de la validez de las asunciones, sobre cuyo testimonio se evalúa la idoneidad empírica del modelo teórico. Así, ninguna teoría, por sosfisticada que sea, puede compensar un modelo estadístico mal especificado.

Spanos introduce la siguiente notación:

- Datos transversales:

$$\{x_k, k = 1...n\}$$

donde *k*, representa individuos, empresas, etc.

- Datos longitudinales:

$$\{x_t, t = 1...T\}$$

donde *t* es el tiempo.

- Datos de panel:

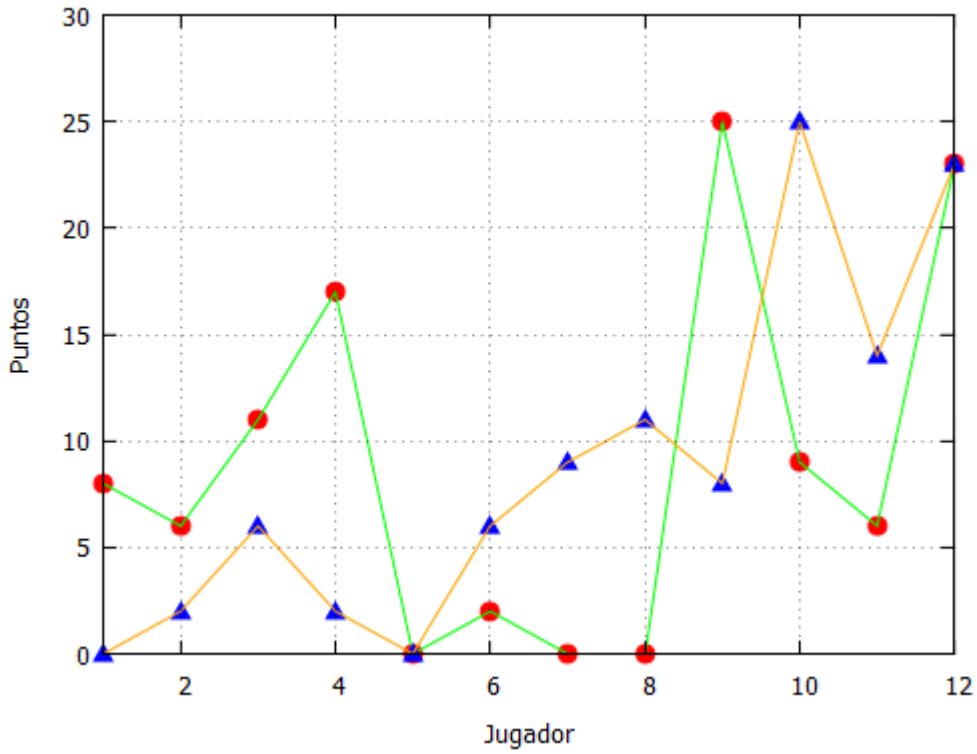
$$\{x_K, K := (k,t), k = 1..n; t = 1...T\}$$

Es importante señalar que los datos transversales no tienen un orden natural temporal, pero sí que lo pueden tener a nivel espacial o de cualquier otra dimensión:

Para mostar esto gráficamente, podemos emplear los [puntos obtenidos por los jugadores de los Warriors en el segundo partido de la final de la NBA 2019.]

```
kill (all);
data:read_matrix(file_search("RUTADELARCHIVO.txt"));
datatranspose:transpose(data);
plot2d([[discrete,datatranspose[1]],
[discrete,datatranspose[1]],
[discrete,datatranspose[2]],
[discrete,datatranspose[2]]],
[x,1,12],[y,0,30],
[style, points, lines, points, lines],
```

```
[color, red, green, blue, orange],
[xlabel, "Jugador"],[ylabel, "Puntos"],
[legend, false]);
```



Los puntos rojos y línea verde representan los datos ordenados alfabéticamente, pero los datos con puntos azules y línea naranja lo hacen en función creciente de los minutos jugados. Por tanto, aunque estos datos sean claramente transversales porque se han obtenido como una foto instantánea al terminar el partido, existe un ordenamiento en (al menos) una dimensión.

Seguiremos próximamente con el **Capítulo II**.

Todos los posts relacionados

(#449). AUMENTO DE CASOS DE GLIOBLASTOMA TAMBIÉN EN FRANCIA

(#448). INCREMENTO DE LA INCIDENCIA DE GLIOBLASTOMA

(#446) RENDIMIENTO EN BASE A VICTORIAS PRODUCIDAS POR LOS JUGADORES

(#445) LOS JUGADORES MÁS PRODUCTIVOS DE LA ACB 2019/20

(#443). LOS JUGADORES MÁS PRODUCTIVOS DE LA NBA 2019/20

(#438).TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIIe)

(#437). TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIId)

(#436). TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIIc)

(#435).TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIIb)

(#434).TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIIa)

(#428) TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIc)

(#427) TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIb)

(#426) TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (IIa)

(#424) TEORÍA DE PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA SEGÚN ARIS SPANOS (I)

(#422). JUGADORES ACB AL NIVEL DE NBA EN LA TEMPORADA 2018/19

(#421). LOS JUGADORES MÁS PRODUCTIVOS DE LA ACB 2018/19

(#420). LA PARADOJA DE CHEVALIER DE MERE Y LOS ESTUDIANTES DE MARKETING

(#412). LOS JUGADORES MÁS PRODUCTIVOS DE LA NBA 2018/19

(#411). LOS ROOKIES MÁS PRODUCTIVOS DE LA NBA 2018/19

(#410) ¿QUIÉN HA SIDO EL MEJOR ANOTADOR DE LA FASE REGULAR DE LA EUROLIGA 2018/19?

(#409). ALGUNAS CONSIDERACIONES EN LA ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POR MINUTO EN BALONCESTO (II)

(#408). ALGUNAS CONSIDERACIONES EN LA ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POR MINUTO EN BALONCESTO (I)

(#407). AVANCE DE LOS NOVATOS MÁS PRODUCTIVOS DE LA NBA 2018/19

(#398). AJUSTE DE FUNCIONES (II): CAPACIDAD EXPLICATIVA Y PARTICIÓN DE LA FUNCIÓN

(#397). AJUSTE DE FUNCIONES (I): SPLINES VS MÍNIMOS CUADRADOS

(#396). INTERPOLACIÓN (IV): MÉTODO DE SPLINE CÚBICO

(#395). INTERPOLACIÓN (III): MÉTODO DE DIFERENCIAS DIVIDIDAS

(#394). INTERPOLACIÓN (II): MÉTODO DE NEVILLE

(#393). INTERPOLACIÓN (I): POLINOMIO DE LAGRANGE

(#391). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (V): MÉTODO DE LA POSICIÓN FALSA

(#390). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (IV): MÉTODO DE LA SECANTE

(#389). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (III): METODO DE NEWTON

(#388). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (II): METODO DEL PUNTO FIJO

(#387). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (I): MÉTODO DE LA BISECCIÓN

(#384). MEJOR UN SÓLO ITEM QUE VARIOS PARA MEDIR ACTITUDES

(#381). TABLAS DE TUMORES TOTALES EN EL ESTUDIO DEL NTP SOBRE EFECTOS DE LA RADIACIÓN DE TELÉFONO MÓVIL

(#380). ÍNDICES APROXIMADOS FLEXIBLES EN ECUACIONES ESTRUCTURALES

(377). AVANZANDO EN LA COMPLEJIDAD: DOBLE DEPENDENCIA

(#376). CAMPOS DIRECCIONALES, COMENZANDO A REPRESENTAR LA COMPLEJIDAD

(#373). PREDICCIONES CON BUENAS APROXIMACIONES

(#366). MODELO DE HOMOGENEIDAD EN TABLAS DE 2X2

(#365). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (V): MATRIZ DE DATOS BRUTOS

(#358). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (IV): REGRESIÓN LINEAL SIMPLE CON FIABILIDADES DIVERSAS

(#354). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (III): COVARIANZA Y CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES LATENTES

(#353). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (II): VARIABLES LATENTES Y FIABILIDAD

(#352). TESTOSTERONA Y CONSUMO CONSPICUO EN HOMBRES

(#350). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (I): COVARIANZAS Y DESVIACIONES SOBRE LA MEDIA

(#346). MODELO NO LINEAL EN LAS VARIABLES PERO LINEAL EN LOS PARÁMETROS CON STATA Y MAXIMA

(#337). EXPLORANDO LA PREDICCIÓN LINEAL EN MARKETING CON MAXIMA

(#336) EXPLORANDO EL DETERMINISMO Y EL AZAR CON C Y MAXIMA

(#335). EXPLORANDO EL COMPORTAMIENTO CAÓTICO CON MAXIMA

(#334). EXPLORANDO LA NO LINEALIDAD CON MAXIMA

(#331). LOS CONSTRUCTOS FORMATIVOS NO REFLEJAN ESTADOS PSICOLÓGICOS

(#314). REDUCIR EL SESGO EN ESTUDIOS SOBRE EFECTIVIDAD DE VACUNAS

(#313). EL SISTEMA PLANETARIO DE TRAPPIST-1

(#310). MÁS ALLÁ DEL REDUCCIONISMO EN BIOLOGÍA

(#307). LA CRISIS DE LA INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA

(#302). CONSTRUCTOS EN PSICOLOGÍA E IMPLICACIONES ESTADÍSTICAS

(#301). CENSURA EN EL LENGUAJE CIENTÍFICO

(#298). ¿CAMBIAR DE ENTRENADOR A MITAD DE TEMPORADA?

(#294). NEUROLOGÍA DE LA MALDAD: PISTAS SOBRE LAS RAÍCES DE LA MALDAD INDIVIDUAL

(#287). MEDIAS VERDADES Y OCULTACIÓN: ACEPTACIÓN DEL ENGAÑO DE CORPORACIONES

(#283). INTERPRETACIÓN FRECUENTISTA DE LA PROBABILIDAD: EL PAPEL DE LOS MODELOS

(#276). LA IRRACIONALIDAD, SCHRÖDINGER, Y EL EFECTO TÚNEL

(#265). DEFENDIENDO EL P-VALOR A TRAVÉS DE SU CORRECTA INTERPRETACIÓN

(#264). MÁS ALLÁ DE LOS ENSAYOS CONTROLADOS ALEATORIZADOS

(#263). CAUSALIDAD EN CASOS INDIVIDUALES: ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA SU ESTUDIO

(#260). PROPONEN SER 10 VECES MÁS EXIGENTES CON EL P-VALOR

(#257). ERRORES DE CODIFICACIÓN DE EMBOLIAS PULMONARES AL USAR EL ICD-10

(#252). LA PREGABALINA NO SE ASOCIA A MALFORMACIONES EN EL EMBARAZO

(#243). LOS DEPORTISTAS DE ÉLITE VIVEN MÁS, PERO CON MATICES

(#232). LA OTRA HISTORIA DE NIKE

(#191). LA TRIADA OSCURA, LOS ANTICONCEPTIVOS Y LA PREFERENCIA SEXUAL

(#163). CRECEN LAS DUDAS SOBRE PLS (PARTIAL LEAST SQUARES)

(#159). ENTENDER LA NATURALEZA DE LOS DATOS Y DE LOS TEST ESTADÍSTICOS

(#128). INDICADORES FORMATIVOS EN ECUACIONES ESTRUCTURALES

(#127). AJUSTE EXACTO EN ECUACIONES ESTRUCTURALES

(#104). CORRUPCIÓN Y DESIGUALDAD ENTRE LOS MUY RICOS

(#100). DESCREÍDOS DE LA EPIDEMIOLOGÍA

(#90). REDES EN PSICOPATOLOGÍA Y EN MARKETING

(#76). EL 85-90% DE LOS NUEVOS MEDICAMENTOS SON INNECESARIOS

(#33). CLUSTERS DE CÁNCER PEDIÁTRICO

(#31). TRÁFICO Y CÁNCER DE PULMÓN

(#26). FOTOVOLTAICAS HIPERGEOMÉTRICAS

(#24). ROMPER EL CRISTAL

(#22). COMPLEJIDAD DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

(#20). DECISIONES HEURÍSTICAS

(#17). RADICALES DE LAS VACUNAS

(#13). 24755 CACAS EN EL PARQUE

(#12). ESTADÍSTICAS SIN ESTADÍSTICA

(#10). EL DESCUBRIMIENTO DEL ARGÓN

(#6). ¿VIVIMOS MÁS Y CON MEJOR SALUD?

(#5). ¿ES LA ECONOMÍA UNA CIENCIA?

(#3). HEZONJA Y LAS PREDICCIONES ESTADÍSTICAS

(#1) ¿CÓMO JUGARÁ MARIO HEZONJA SU PRÓXIMO PARTIDO?