Intervalos de confianza en los curriculums del bachillerato LOGSE

Juan Carlos del Pozo Medel

Resumen

En este artículo se pretende analizar los problemas que surgen en el desarrollo de los contenidos referentes a intervalos de confianza en los distintos Bachilleratos en los que están incluidos, y atacar éstos mediante la utilización de herramientas Informáticas, en particular con el Matemática 3.0, incluyendo un posible notebook a partir de unas funciones programadas especialmente para hacer más fácil e intuitiva a los alumnos la comprensión de los conceptos a desarrollar.

Abstract

In this article we pretend to analyse the problems that appear in the development of contents related to confidence intervals in Bachillerato. We also pretend to attack them by using informatic tools especially the Mathematica 3.0. We also include a possible notebook done by using programmed functions which have been chosen to make the pupils' understanding of the concepts easier.

Introducción

La reciente inclusión de nuevos contenidos en los currícula de las asignaturas de matemáticas en las distintas modalidades del bachillerato Logse, nos invita a desarrollar nuevas actividades, valiéndonos de herramientas informáticas, que nos permitan complementar la exposición teórica de los conceptos claves, mostrando éstos de forma clara y precisa, y dando a los alumnos la oportunidad de llegar por sí mismos a la comprensión y al entendimiento de éstos. En este contexto, nos hemos ocupado del análisis de los problemas que se pueden plantear en el desarrollo de los contenidos de estadística, y más concretamente del desarrollo de los conceptos en torno a la estimación mediante intervalos de confianza.

El mayor problema con el que un profesor se puede encontrar a la hora de desarrollar un tema de inferencia estadística a estos niveles, es la pobre base matemática de la que dispone el alumno, hecho que generalmente se solventa exponiéndole los temas mediante el conocido método de las «recetas», o evitando introducir procedimientos que requieran mayores conocimientos de los que éste tiene. Pero este «apaño» puede dar lugar a una serie de confusiones en el alumno, con respecto a algunos de los conceptos fundamentales explicados. Afortunadamente, la mayoría de estas confusiones pueden evitarse presentándolos mediante el uso de computadoras y de un software adecuado.

En los siguientes apartados analizaremos los tipos de intervalos de confianza que pueden construirse, centrándonos en los Intervalos confidenciales para la media y para la proporción. Veremos el enfoque que se hace de éstos en los libros de Bachillerato, e incluso en algún curso introductorio de estadística a nivel universitario. Posteriormente, veremos cuales pueden ser los puntos críticos que surgirán en el desarrollo de los intervalos de confianza, y cuales son los aspectos en los que se debe incidir. También analizaremos una posible alternativa al enfoque clásico, y trataremos de ver que ventajas podría aportarnos. Y, finalmente, mostraremos mediante un notebook[1] para Mathematica 3.0 lo que podía ser una exposición de los conceptos mencionados a lo largo del artículo.

Intervalos de confianza

Podríamos hacer una primera clasificación de los intervalos de confianza para un parámetro desconocido, en dos grupos (Kendall,1979):

- Intervalos de Confianza basados en la teoría frecuencialista de la probabilidad.
- Intervalos Fiduciales, e intervalos desde un punto de vista bayesiano.

El primero de estos grupos se corresponde con el que actualmente se utiliza en los cursos introductorios de estadística, dado que de todos, es el que necesita una menor base matemática. Centrándonos en este tipo intervalos de confianza cabe hacer una segunda distinción atendiendo a si se conoce la ley distributiva de la que proviene la muestra en estudio, o si por el contrario, y como ocurre frecuentemente, ésta es desconocida, caso este último en el que utilizamos lo que podemos denominar Intervalos de Confianza asintóticos (A.A.Borovkov,1988). Con respecto a esta segunda clasificación, y puesto que en el mejor de los casos, el alumno sólo conoce las distribuciones Binomial y Normal, los procedimientos desarrollados se particularizan a la estimación de intervalos de confianza para la proporción, en el caso de la Binomial, y para la media en el caso de la Normal, distinguiendo en éste si la varianza es o no conocida, en cuyo caso y debido al desconocimiento de la distribución T de student se utiliza el mencionado

[1] Notebook es la denominación utilizada en mathematica para los documentos que se crean en él.

Intervalo de confianza asintótico, el cual también dará lugar a algunos malos entendidos por parte del alumno.

Tampoco debemos olvidar que el otro bloque de intervalos de confianza nos proporciona una alternativa, que si bien puede ser más difícil de presentar al alumno de estos cursos, si facilitaría una posible aclaración de algunas de las dudas habituales.

Errores más frecuentes

Cuando hablamos de los errores más frecuentes que se producirían al desarrollar los intervalos de confianza desde un punto de vista frecuencialista o clásico, nos estamos refiriendo a los puntos críticos que dan lugar a errores conceptuales en la asimilación por parte de los alumnos. Varios son los que principalmente nos crearán dificultades, pero repetimos, que sin duda se reforzarían mediante la presentación posterior de éstos por medio de la ayuda de un ordenador.

El primer punto susceptible de generar dudas es la imposibilidad de diferenciar claramente cuales son las variables aleatorias que aparecen en el proceso. En primer lugar, el hecho por un lado de que el alumno calcule repetidamente un valor numérico (estimación) de los extremos del intervalo, y por otro que relacione el concepto de «variable...» con algo desconocido o indeterminado, provoca a menudo que entienda que la variable aleatoria es realmente el parámetro desconocido para el cual estamos estimando el intervalo. Y si estamos de acuerdo en que esto es así, deberíamos decir que estamos buscando o estimando un intervalo de confianza que recubra el parámetro con cierta probabilidad $1-\alpha$ y alejar la confusión evitando decir que buscamos los extremos de un intervalo dentro del cual se encuentra el verdadero valor del parámetro desconocido.

Otro punto de confusión está en entender que estimar un intervalo de confianza a un determinado nivel de confianza $1-\alpha$ no implica que el intervalo construido a partir de una determinada muestra va a recubrir al parámetro en el 95% de los casos, sino que realmente y sólo cuando se extrae un número grande de muestras y se calcula el intervalo de confianza de cada uno de estos, aproximadamente, en un 95 % de los casos, el intervalo recubre al parámetro a estimar. Justamente esta cuestión es fácilmente observable, mediante simulación en un ordenador, dando la posibilidad de generar las muestras y estimar los extremos de sus respectivos intervalos, para observar cómo, al aumentar el número de muestras, mejora la proporción de intervalos que recubren al parámetro.

Es más, en el caso de los intervalos para la media de una población Normal cuya varianza nos es desconocida, y como ya se mencionó en el anterior apartado, el desconocimiento de la distribución T de student nos obliga a utilizar una aproximación hacia la normal, mediante intervalos de confianza asintóticos. Y esta aproximación va a repercutir en el verdadero valor del nivel de confianza que obtenemos, cuestión que de nuevo es posible ver mediante simulación.

Otra cuestión es que, en la mayoría de los problemas que se plantean a este nivel, se ha tomado como hipótesis inicial que la muestra que estamos estudiando proviene de una distribución normal, lo cual supone una hipótesis muy fuerte teniendo en cuenta que, en la mayoría de los casos reales que se pueden encontrar, esto no va a ser así. De nuevo, la razón de esta consideración es que, de cualquier otra forma, necesitaríamos disponer del conocimiento de otras distribuciones para una correcta resolución. ¿Cuál es la repercusión de esta hipótesis mal considerada? Esta pregunta es de difícil respuesta, ya que no se incluyen los temarios el planteamiento de otras distribuciones además de la Binomial y la Normal, pero deberíamos incidir en la existencia de éstas y de procedimientos más efectivos de estimación para estos casos.

Otra cuestión es que uno de los principales objetivos de los cursos introductorios de estadística es dotar al alumno de herramientas que posibiliten a éste interpretar y concluir ideas a la vista de resultados numéricos como los que habitualmente pueden encontrarse en un periódico cualquiera, o en un programa informativo en cualquier otro medio de comunicación, eliminando de esta forma, entre otras cosas, la dependencia de las conclusiones a veces sesgadas del informador. En tal caso, cabe preguntarse si los intervalos de confianza son ciertamente los más idóneos para resolver los problemas de estimación que al estudiante se le presentarán en la vida cotidiana.

Con respecto a esto, cabe hacer mención de los intervalos de predicción (Vardeman,1992) y de tolerancia, que en muchas ocasiones van a ser más apropiados que los intervalos de confiánza.

Además, otra posible deficiencia estaría en que una excesiva atención por hacer llegar a los alumnos los procedimientos de estimación en sí, podría repercutir en lo que sería una de las cuestiones más importantes: Aprender cuando elegir entre estimación puntual y cuando una estimación por intervalo, para un problema determinado. Realmente, no podemos afirmar que, en general, uno de estos estimadores sea mejor que otro, ni tampoco condenar de partida uno de éstos, sino que en ciertos problemas es más o menos acorde con las necesidades del problema.

También cabría mencionar que, si bien es un gran avance la inclusión de contenidos de estadística en los temarios de las matemática pre-universitarias, también coinciden algunos autores (Hogg, R.V.(1992) & Chromiak, W.(1992)) en que sería conveniente mostrar a estos problemas más cercanos a la realidad, que estimulasen el interés de los alumnos por la estadística, lo que es manifiestamente difícil en el reducido marco de la binomial y la normal. ¿No sería interesante incidir algo más en las distribuciones especiales?

Objetivos pedagógicos

Una vez comentados los puntos de posible confusión, cabría cuestionarse aquellas ideas sobre las que incidir en el desarrollo de los intervalos de confianza.

- En primer lugar, y tras exponer razonadamente cual es el procedimiento de la estimación de los extremos de cada intervalo, habría a nuestro juicio que incidir primeramente en que estos estadísticos, y por tanto su estimación, es una función de la muestra y del nivel de confianza.

- Que considerado un determinado nivel de confianza, la influencia de la muestra en la estimación resultante, es por un lado de la propia muestra en sí, ya que a diferentes muestras el intervalo es diferente, aunque no necesariamente su precisión, y por otro lado del tamaño de ésta, que si que influye determinantemente en la precisión final del intervalo.

- Por su puesto que, tanto la elección a priori del tamaño de la muestra, si ésta se puede elegir, como la del nivel confianza, están determinadas por la necesidad de aportar una cierta precisión en la estimación, y por supuesto, que los niveles de confianza del 95% y del 90%, no son sagrados.

- Que cuando desconocemos la varianza de la población, los intervalos calculados para la estimación de la media sólo son aproximativos, y que difieren de los reales calculados con la T de student.

- Que no siempre los datos observados se corresponden con una normal, y que en tal caso, el intervalo de confianza calculado así, no se corresponde exactamente con el real.

Las funciones

En el momento de elegir algún tipo de software que nos permita trabajar con los conceptos teóricos aprendidos en clase, he optado por Mathematica 3.0, un lenguaje de programación matemática en el que, si bien puede resultar difícil programar, es fácil de utilizar como herramienta de cálculo. Cuando preparamos un notebook para recrear los conceptos de la estimación de la media por intervalos, se nos ofrecía la posibilidad de utilizar el Package[2] 'ConfidenceIntervals' de Statistics, en el que se incluyen unas funciones, con una sintaxis fácil, que permiten el cálculo de los distintos intervalos de confianza posibles. El pequeño problema que se plantea al utilizar estas funciones, es que la salida que generan es únicamente los valores calculados de los extremos de dicho intervalo. Y como el objetivo al utilizar el ordenador es hacer llegar a los alumnos los conceptos teóricos de la forma más clara e ilustrativa posible, generamos unas nuevas funciones, basándonos en estas anteriores, también fáciles de utilizar, pero que a la vez nos mostraran los resultados de forma más completa, e incluso que nos permitieran visualizarlos de forma gráfica.

Las dos funciones básicas, son:

- CalICM[a,b,c]: Calcula un intervalo de confianza para la media cuando se sabe que sigue una ley distributiva normal, donde:

  a: Es el nombre del vector de datos.

  b: Es la varianza, si es conocida. Si se omite, se calcula el intervalo para varianza desconocida.

  c: Es el nivel de confianza que queremos, $(1-\alpha)$.

- NNORMALICM[a,b,c]: Calcula un intervalo de confianza para la media cuando la ley distributiva no es conocida, donde a, b y c, son como en la función anterior. Además, la función nos avisará cuando el tamaño de la muestra no sea suficientemente grande como para que la aproximación del estadístico utilizado sea buena. Es equivalente, también, a calcular el intervalo de confianza asintótico para la media.

- CalICP [a, b]: Calcula un intervalo de confianza para la proporción de una serie de pruebas Bernoulli. donde:

  a : Es el nombre del vector de pruebas.

---

[2] Package es la denominación en mathematica para un conjunto de funciones programadas que se ha de cargar independientemente del programa principal

b: Es el nivel de confianza pedido, $(1-\alpha)$.

- Histograma[a]: Dibuja un histograma de frecuencias para el vector de datos ´a´.
- DibInt[a, b, c]: Dibuja b intervalos cuyos extremos están contenidos en la matriz a, y una línea vertical en el punto c.
- Funciones[ ]: Recuerda cuales son las funciones incluidas.

Un ejemplo de las salidas generadas por las funciones descritas sería el siguiente:

Generamos en el propio Mathematica una muestra de tamaño 30, Normal a la que llamamos tallas. La sintaxis sería:

mu=169; sigma=7;

tallas=Table[Random[NormalDistribution[mu,sigma]],{30}];

Ejecutamos la función para muestras normales con varianza conocida:

CallCM[tallas,49,0.95]

La salida generada sería:

La media muestral calculada es 167.251

El correspondiente cuantil para una confianza 0.95

es 1.95996

Así que el intervalo será

(164.746,169.755)

Y el radio del intervalo es 2.50487

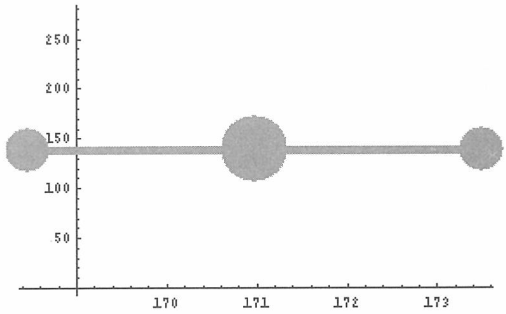

Gráfico 1

Si ejecutamos la función para muestras normales con varianza desconocida:

CallCM[tallas,0.95]

La salida generada sería:

La media muestral calculada es167.251

La varianza muestral calculada es 58.9663

El correspondiente cuantil para una confianza 0.95

es 2.04523

Así que el intervalo será

(164.383,170.118)

Y el radio del intervalo es 2.86737

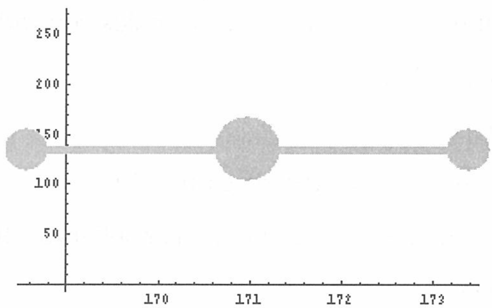

Gráfico 2

También podemos mostrar los dos intervalos simultáneamente, para ver la diferencia entre ambos:

Show[%,%,Axes →True]

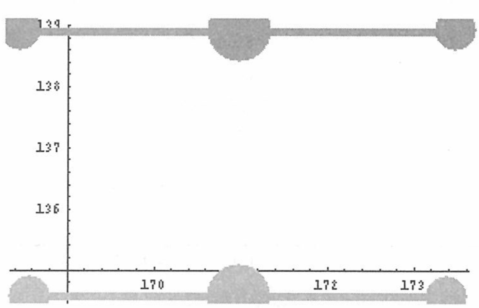

Gráfico 3

La experiencia en el aula

Una vez que tenemos generadas las funciones a utilizar, se trata de proponer a los alumnos una experiencia que nos de pie a desarrollar las ideas que mencionábamos en el apartado 2. Para esto proponemos el siguiente esquema:

- Una primera sesión para que conozcan el funcionamiento de las funciones, y de los comandos básicos de Mathematica, que tendrán que utilizar.
- En una segunda sesión, intentarán contestar por sí mismo a las siguientes interrogativas:

  1. Partiendo de una muestra normal generada calculamos, con una determinada confianza, el I.C. para la media con varianza conocida.
  2. ¿Qué ocurre cuando pedimos un intervalo con una confianza mayor?Cómo afecta esto al radio del intervalo?
  3. ¿Qué ocurre si cambiamos la muestra?
  4. ¿Qué ocurre si la varianza es desconocida?
  5. ¿Qué ocurre si aumentamos el tamaño de la muestra?
  6. ¿Qué ocurre si las observaciones no son Normales?
  7. ¿Qué ocurre cuando introducimos un dato atípico?
  8. ¿Cómo calcular un intervalo semiabierto?

Por supuesto, acompañadas de los comentarios del profesor. Esta experiencia podría hacerse de muchas formas; aquí proponemos una mediante el siguiente notebook evaluable.

El notebook

En primer lugar, al comenzar la sesión es necesario cargar los siguientes "packages standars" de Mathematica.

```
Needs["Statistics`ConfidenceIntervals`"]

Needs["Statistics`ContinuousDistributions`"]

Needs["Statistics`DiscreteDistributions`"]

Needs["Graphics`Graphics`"];
```

```
Needs["Statistics`DataManipulation`"];
```

Luego, hay que asegurarse que estamos en el directorio correcto; para ello utilizamos dos funciones, Directory, y SetDirectory.

```
Directory[ ]
SetDirectory["Ruta de la carpeta de trabajo"]
```

Finalmente, cargamos el archivo donde tenemos almacenadas las funciones construidas para este notebook.

```
<<fun_Intervalos.m;
```

Comenzamos la sesión.

Ejemplo 1:

Supongamos que se van a realizar unas elecciones, y un candidato a Senador está interesado en conocer cuál es el tanto por ciento de votantes que le van a entregar su voto. Para ello, encarga a una empresa de sondeos electorales que haga un estudio de intención de voto. Los encuestadores de la empresa escogen aleatoriamente una muestra de 1000 personas del total de posibles votantes, y sobre esa muestra estudian la proporción de votantes de dicho candidato. Tras realizar las entrevistas, han obtenido que 520 personas están a favor de votar al candidato.

Las respuestas de los votantes están almacenadas en un vector, que guarda un uno si el individuo encuestado estaba a favor de nuestro candidato, y cero en otro caso. Cargar el archivo ejemplo1.dat.

```
votos=Get["ejemplo1_1.dat"];
```

Al Senador le gustaría conocer el intervalo que cubrirá al verdadero valor de la proporción de votantes, pero no se decide por la confianza deseada. Estima tú cuatro intervalos de confianza, 95%, 90%, 83% y 99%, ¿Cuál de ellos proporciona un intervalo con menos error? ¿Cuál de ellos cubre con más seguridad al verdadero valor de la proporción de votantes? En consecuencia, ¿Cuál escogerías tú?

```
CalICP[votos,0.95], CalICP[votos,0.9], CalICP[votos,0.83], CalICP[votos,0.99]

Show[%,%,%,%]
```

En efecto, el Senador también ha descubierto que, si pretende tener un intervalo de confianza más pequeño para la proporción de votos, es necesario disminuir el nivel de confianza y, por tanto, la seguridad de que el intervalo esté en lo cierto. ¿Cuál es la forma de aumentar la precisión dejando fijo el nivel de confianza? En vista de esto, la empresa decidió hacer de nuevo un sondeo y unir a las anteriores 1000 entrevistas más.

Estima de nuevo los cuatro intervalos para la proporción de votantes y compáralos con los anteriores.

votosdos=Get["ejemplo1_2.dat"];

CallCP[votosdos,0.95],CallCP[votosdos,0.90], CallCP[votosdos,0.83]

CallCP[votosdos,0.99]

Después de ver los resultados, ¿qué intervalo aconsejarías al candidato?

De todas formas, éste no ha quedado muy convencido y ha pedido que se le dé un intervalo, que con un error menor que 0.01, cubra al verdadero valor de la proporción de votos, con una probabilidad del 90%. ¿Podrías ayudarle? Recuerda que el error, o precisión del intervalo, es igual al radio de dicho intervalo, y que conoces la ecuación que lo da. Basta entonces despejar n.

n = Mean[votosdos]×(1 - Mean[votosdos])×(1.6449/0.01)^2

Por tanto, deberíamos encuestar al menos a .... personas para conseguir esa precisión.

Ejemplo 2:

Se ha tomado una muestra de 31 individuos y se les ha tallado. Los resultados medidos en centímetros están contenidos en el fichero ejemplo2_1.dat.

tallas=Get["ejemplo2_1.dat"];

El encargado de obtener la muestra sabe por experiencia que ésta sigue una ley normal con varianza igual a 49.

Resolver las siguientes cuestiones:

Suponiendo que el encargado está en lo cierto, calcula un intervalo de confianza para la media de la población, con un nivel de confianza del 95%.

CallCM[tallas,49,0.95]

¿Qué les ocurre a los extremos del intervalo, si queremos que la confianza sea del 83%?

CallCM[tallas,49,0.83]

Show[%,%]

Pero el encargado de realizar la talla no está seguro de que la varianza sea 49. ¿Cuál sería el nuevo intervalo de confianza al 95%, si suponemos que la varianza es desconocida?. ¿Qué diferencia hay entre los radios de este intervalo y el de varianza conocida?

```
NNORMALICM[tallas,0.95]

Show[%,%]
```

Tras realizar este primer análisis, el oficial de reclutamiento observa que 31 datos pueden ser insuficientes, así que decide escoger 100 más y unirlos a los que ya tenía. Si calculamos los mismos intervalos que con la muestra anterior. ¿Qué diferencias podemos observar?

```
tallasdos=Get["ejemplo2_2.dat"];

CallCM[tallasdos,49,0.95]

Show[%38,%56]

NNORMALICM[tallasdos,0.95]

Show[%59,%42]
```

Ejemplo 3:

En efecto, cuando tenemos una muestra con un tamaño mayor, el intervalo calculado para un nivel de confianza fijo es más pequeño; además también se produce una pequeña variación del centro de éste, puesto que el tamaño también afecta a la estimación puntual de la media, que es el valor que actúa como centro del intervalo. Pero veamos mejor que el tamaño de la muestra afecta en gran medida al radio del intervalo, sea el que sea. A continuación, carguemos el archivo ejemplo3_1.dat en la variable tallastres.

```
tallastres=Get["ejemplo3_1.dat"];
```

En ella tenemos contenidos los datos de 10 muestras que siguen una ley normal con igual media y distintos tamaños (10, 15, 20, 35, 50, 100, 150, 250, 500, 1000), de las que conocemos su varianza que es 9. Para generar simultáneamente los 10 intervalos de confianza y una tabla con los datos obtenidos, basta evaluar la siguiente celdilla:

```
Array[RADIO, {10}];

INTER = Table[0, {i, 10}, {j, 2}];

Do[

INTER[\([i]\)] = MeanCI[tallastres[[i]], KnownVariance -> 9,
ConfidenceLevel -> 0.95];

RADIO[i] = (INTER[[i]][[2]] - INTER[[i]][[1]]) / 2;
```

```
, {i, 10}]

Print["El resultado es"]

Print["muestra (extremo izq.,extremo der.)   Radio"]

Do[Print[" ",i, "     (",INTER[[i]][[1]]," , ",INTER[[i]][[2]],")",

RADIO[[I]],{I,10}]

DibInt[INTER,10,50]
```

Hemos comentado que el hecho de que un intervalo sea calculado con un 95% de confianza no significa realmente que este recubre al verdadero valor del parámetro estimado el 95% de las veces, pero si extraemos muchas muestras, se cumplirá que el 95% de ellos lo recubrirán. Veamos que existe una relación entre el número de muestras y el verdadero valor del nivel de confianza. Para coger, 200 muestras generadas todas con la misma ley distributiva. contenidas en el archivo ejemplo3_1

```
Datos=Get["ejemplo3_2.dat"];

Intervalos=Table[.0,{i,200},{j,2}];

cont=0;

Do

[(Intervalos[[i]]= MeanCI [Datos[[i]], KnownVariance ->1,
ConfidenceLevel -> 0.95];

If[Intervalos[[i]][[1]]>=0,cont=cont+1];

If[Intervalos[[i]][[2]]<=0,cont=cont+1];)

,{i,200} ]

cont

DibInt[Intervalos,50,0]
```

El notebook original se puede solicitar a la dirección "dragon78@eresmas.com"

Bibliografía

Borovkov, A. A. (1988): *Estadística Matemática*. Mir, Moscú.

Chromiak, W., Hoefleter, J.; Rossman, A.; Tesman, B. (1992): "A Multidisciplinary Conversation on the First Course in Statistics", en

Statistics for the Twenty-First Century, The Mathematical Association of America, USA.

Gordon, F. S.; Gordon, S.P. (1992): "Sampling + Simulation = Statistical Understanding: Computer Graphics Simulations of Sampling Distributions", en *Statistics for the Twenty-First Century*, The Mathematical Association of America, USA.

Hogg, R. V. (1992): "Towars Lean and Lively Courses in Statistics", en *Statistics for the Twenty-First Century*, The Mathematical Association of America, USA.

Kendall, M.; Stuart, A. (1979): *The Advanced Theory of Statistics*, Vol. 2. Griffin. Great Britain.

Krieger, H.; Pinter-Lucke, J. (1992): "Computer Graphics and Simulations", en *Statistics for the Twenty-First Century*, The Mathematical Association of America, USA.

Snell, J.L; Peterson, W.P. (1992): "Does the Computer Help Us Understand Statistics?", en *Statistics for the Twenty-First Century*, The Mathematical Association of America, USA.

Tanis, E.A. (1992) "Computer Simulations to Motivate Understanding", en *Statistics for the Twenty-First Century*, The Mathematical Association of America, USA.

Tijms, H. (1992): "Exploring Probability and Statistics Using Computer Graphics", en *Statistics for the Twenty-First Century*, The Mathematical Association of America, USA.

Vardeman, S.B. (1992). "What About the Other Intervals?". The American Statistician. n.º 46, 193-197.

Vizmanos, J.R.; Anzola, M. (1997): *Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales 2*. SM. Madrid.

Juan Carlos del Pozo Medel es Licenciado en Matemáticas, especialidad de Estadística e Investigación Operativa por la universidad de Valencia en 1997. Fue colaborador honorario del departamento de Estadística de la Universidad de Córdoba en 1998, donde publicó su primer trabajo en las actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Biometría, titulado. *"Implementación Mathematica y algunas observaciones del T3-Plot.Un nuevo método gráfico para detectar la no Normalidad"*. Posteriormente colaboró con el departamento de Óptica de la Universidad de Valencia en la publicación de *"Asymetric Colour Matching: Memory Matching Versus Simultaneous Matching"*. Publicado en *"COLOR, research and application"*. Volumen 26. Actualmente ejerce como profesor de Enseñanza Secundaria. Correo electrónico: pequenodragon78@hotmail.com