



## Uso de un recurso tecnológico para mejora de la comprensión del intervalo de confianza en la inferencia frecuentista

### Use of a technological resource to improve understanding of the confidence interval in frequentist inference

**Rocío Álvarez-Arroyo**

Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, España  
rocioaarroyo@ugr.es  
<https://orcid.org/0000-0002-9397-3439>

**José A. Garzón-Guerrero**

Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, España  
jgarzon@ugr.es  
<https://orcid.org/0000-0002-9397-3439>

#### Resumo:

No estudo da inferência estatística é comum determinar um único intervalo de confiança para cada caso, feito de forma mecânica. Isso dificulta que se alcance uma compreensão aprofundada deste objeto matemático. Este trabalho apresenta a análise de um recurso tecnológico que pode enriquecer o panorama educacional do intervalo de confiança a partir de uma perspectiva frequentista, uma vez que oferece, de forma bastante visual, uma simulação dinâmica de intervalos gerados continuamente com amostras repetidas retiradas de uma população. Supõe-se que esta pode ser uma importante contribuição no ensino do intervalo de confiança, auxiliando os estudantes a compreenderem melhor seu significado e refletirem sobre as relações existentes entre os diferentes parâmetros que o compõem.

**Palavras-chave:** análise didática; inferência estatística; intervalo de confiança; tecnologia.

#### Resumen:

En el estudio de la inferencia estadística es habitual determinar un único intervalo de confianza por caso de estudio y de manera mecánica. Esto dificulta alcanzar una comprensión profunda de este objeto matemático. Este trabajo presenta el análisis de un recurso tecnológico que puede enriquecer el panorama educativo del intervalo de confianza desde una perspectiva frequentista, pues ofrece de forma muy visual una simulación dinámica de intervalos generados continuamente con muestreos repetidos extraídas de una población. Esto puede suponer un importante apoyo en la enseñanza del intervalo de confianza, ayudando al alumnado a comprender mejor su significado y reflexionar sobre las relaciones existentes entre los distintos parámetros que lo componen.

**Palabras claves:** análisis didáctico; inferencia estadística; intervalo de confianza; tecnología.



#### Abstract:

In the study of statistical inference, it is common to determine a single confidence interval per case study and mechanically. This makes it difficult to gain a deep understanding of this mathematical object. This work presents the analysis of a technological resource that can enrich the educational panorama of the confidence interval from a frequentist perspective, since it offers in a very visual way a dynamic simulation of intervals generated continuously with repeated samples taken from a population. This can be an important support in teaching the confidence interval, helping students to better understand its meaning and reflect on the relationships between the various parameters that comprise it.

**Keywords:** didactic analysis; statistical inference; confidence interval; technology.

## Introducción

Los intervalos de confianza surgen como respuesta al problema inferencial, es decir, obtener información de una población a partir de casos particulares de ésta. Y es aquí donde radica la importancia de los intervalos de confianza, al igual que de otras herramientas inferenciales, pues es muy habitual enfrentarse a situaciones en las que es imposible recabar información de la totalidad de una población, pero sí es posible obtenerla de una parte de ella.

Como señalan diversos autores (Clark, 2004; Coulson, Healey, Fidler, & Cumming, 2010; Cumming, 2014; Cumming & Finch, 2005; Klein, 2004), los intervalos de confianza destacan sobre otras pruebas de inferencia estadística, pues se consideran más informativos que los contrastes de hipótesis, cuyo resultado se da de forma dicotómica (aceptar o rechazar la hipótesis nula), brindando más información sobre la precisión del valor del estadístico. Tanto es así que la misma *American Psychological Association* (APA) siempre recomienda la inclusión de los intervalos de confianza como mejor estrategia para cualquier informe de resultados.

Esta importancia del intervalo de confianza no solo se da en investigación, sino que también se extiende al ámbito académico. Prueba de ello es su inclusión en el currículo de los estudios de Bachillerato (MEC, 2006) y en las pruebas de acceso a estudios universitarios de la rama de Ciencias Sociales (López-Martín, Batanero, Díaz-Batanero, & Gea, 2016).

Por otro lado, hay que señalar que existen diversas interpretaciones de los intervalos de confianza, que no se detallan en este trabajo por limitaciones de espacio, pero pueden consultarse en Olivo (2008, pp. 28-36). Aquí nos basaremos en la visión *frecuentista* del intervalo de confianza, pues es la empleada en nuestra enseñanza y en la herramienta de estudio.

## Contexto teórico

A pesar de la importancia que tienen los intervalos de confianza dentro de la estadística y su presencia en los niveles educativos anteriormente comentados, son varios los estudios científicos que evidencian una falta de comprensión de este objeto matemático (Batanero, Roldán López



de Hierro, & Álvarez-Arroyo, 2020; Fidler & Cumming, 2005; Kalinowski, 2010; Olivo, Batanero, & Díaz, 2008; Roldán-López Hierro, Batanero, & Álvarez-Arroyo, 2020; Yáñez & Behar, 2009).

Esto revela, por tanto, que el aprendizaje no está siendo del todo adecuado y que es necesario una mejora de la enseñanza sobre intervalos de confianza que facilite la comprensión del estudiante. Y es en este punto donde cabe preguntarse cómo conseguir este reto. Como recogen Biehler, Ben-zvi, Bakker, & Makar (2012) en su monográfico, la tecnología puede ser un apoyo para el desarrollo del razonamiento estadístico del alumnado, pues permite agilizar cálculos, crear representaciones gráficas o hacer simulaciones con datos reales. Por estas ventajas y porque la presencia de la tecnología ya es una realidad en el aula, la investigación está avanzando en esta línea (Lizarte & Gijón, 2019).

En el caso de la enseñanza de intervalos de confianza, hay estudios donde se ha trabajado con programas estadísticos como *R* (Contento, 2012) o programas no específicos como *Fathom* y *TinkerPlot* (Inzunza & Contreras, 2009; Inzunza & Isla, 2019), con hojas de cálculo como *Excel* (Roldán López de Hierro, 2019), e incluso hay quien ha desarrollado aplicaciones para dispositivos móviles para el cálculo de intervalos de confianza (Tapia & Villa, 2014).

En la línea de lo que apuntan Wild, Pfannkuch, Regan, & Horton (2011) sobre propuestas de enseñanza basadas en un enfoque altamente visual con el uso de la tecnología, este trabajo presenta un análisis descriptivo de un recurso de este tipo (tecnológico y puramente visual) como posible propuesta didáctica para un aprendizaje más efectivo y que aporte una comprensión más integral de los intervalos de confianza.

## Metodología

Este trabajo de investigación puede considerarse un estudio exploratorio o descriptivo, según la metodología descrita por Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (1998) y, por tanto, de carácter cualitativo.

Para el análisis del recurso, seguiremos una metodología adaptada de investigaciones previas (Contreras, 2011; Oviedo, 2016; J. L. Á. Rodríguez, 2015; A. F. Rodríguez, 2019), que consiste en:

- 1) Realizar una descripción del recurso, proporcionando el alojamiento en red y la autoría, e indicando el contenido matemático objeto de trabajo.
- 2) Analizar los objetos matemáticos que intervienen en el recurso y las prácticas que deriven de su uso.
- 3) Describir las posibles dificultades o conflictos semióticos que puedan presentar los usuarios al usar la herramienta.
- 4) Analizar las características del recurso en base a los requisitos establecidos por Rodríguez (2015, p.82) para el estudio de intervalos de confianza.

Hay que decir que este trabajo no pretende ser exhaustivo en su análisis, sino mostrar las posibilidades que ofrece un recurso educativo que puede resultar muy útil como apoyo a la enseñanza del intervalo de confianza y ayudar al estudiante a alcanzar una comprensión global del mismo.



## Resultados

En los siguientes apartados se recogen los resultados del análisis descriptivo del recurso tecnológico objeto de estudio, siguiendo el orden de cada uno de los pasos descritos en la metodología.

### Descripción del recurso

El recurso analizado pertenece a la web *Seeing Theory*, una página web creada por Daniel Kunin de la Universidad de Brown (Rhode Island, USA), y de acceso totalmente gratuito. Como se indica en la propia web del recurso (disponible en <https://seeing-theory.brown.edu/index.html>), ésta surge con el objetivo de “hacer la Estadística más accesible usando visualizaciones interactivas”.

La web está disponible en tres idiomas (inglés, chino y español) y cuenta con distintos recursos agrupados en 6 bloques o capítulos:

- Probabilidad básica.
- Probabilidad compuesta.
- Distribuciones de probabilidad.
- Inferencia frecuentista.
- Inferencia bayesiana.
- Análisis de regresión.

Cada uno de estos capítulos contiene 3 recursos interactivos para trabajar algún contenido específico del tema. En el capítulo que atañe a este trabajo (“inferencia frecuentista”) se encuentran los recursos mostrados en la Figura 1.



Figura 1. Recursos disponibles dentro del bloque de *Inferencia Frecuentista*.

Entrando en el recurso denominado “Intervalos de Confianza” se encuentra una breve explicación sobre este objeto matemático. En ella señalan que los intervalos estiman un parámetro especificando un rango posible de valores y que dicho intervalo está asociado a un nivel de confianza definido como la probabilidad de que el procedimiento usado para generar el intervalo produzca un intervalo que contenga el parámetro verdadero. Esto recoge, por tanto, la definición de intervalo de confianza desde un punto de vista frecuentista.

Seguidamente, la aplicación requiere que se elijan los siguientes campos:

- *Distribución de probabilidad para tomar la muestra*: las opciones planteadas por el programa son la distribución Uniforme, Normal, t de Student, Chi cuadrada, Exponencial y F de Fisher-Snedecor.
- *Tamaño muestral (n)*: cuyo rango de valores pueden elegirse entre 3 y 30.
- *Nivel de confianza (1 -  $\alpha$ )*: con valores a elección entre 0,01 y 0,99.

Una vez introducidos estos tres campos y pulsando el botón “Empieza muestreo”, el programa comienza a generar intervalos de confianza continuamente de manera visual tal y como se muestra en la Figura 2.

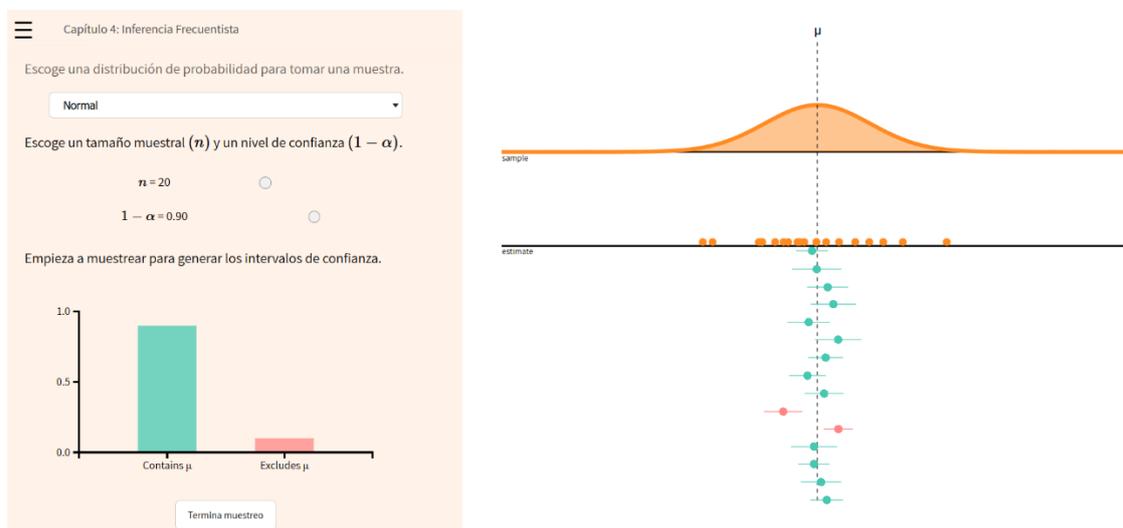
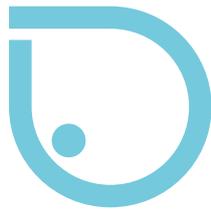


Figura 2. Ejemplo de generación en tiempo real de intervalos de confianza según especificaciones elegidas (distribución Normal;  $n=20$ ;  $1-\alpha=90\%$ ).

Como puede observarse en la parte derecha de la Figura 2, la aplicación genera una muestra, del tamaño indicado, representada por puntos naranjas que “caen” visualmente de la distribución elegida (sombreada en naranja). Todos esos puntos que conforman una muestra generan un intervalo de confianza que es representado por una línea horizontal y un punto (centro del intervalo). Dicho intervalo tomará un color u otro (verde o naranja) en función de si contiene o no el verdadero



valor del parámetro ( $\mu$ ) que es simbolizado mediante una línea punteada vertical, en este caso centrado en el eje (en distribuciones asimétricas lógicamente aparece desplazado). La generación de muestras, siempre de tamaño  $n$ , y los intervalos que estas muestras generan es continuo hasta el momento en que el usuario quiera terminar la simulación pulsando el botón “Terminar muestreo”.

Por otro lado, en la parte izquierda de la Figura 2 se observa un gráfico de barras dinámico que muestra en tiempo real dos categorías: la barra verde representa la cantidad de intervalos generados que contienen el valor del parámetro (*Contains  $\mu$* ) y la barra naranja los que excluyen dicho valor (*Excludes  $\mu$* ).

### **Análisis de los objetos matemáticos implicados en el recurso**

Se puede decir que son varios los objetos matemáticos que se trabajan con este recurso, bien sea de manera implícita o explícita, y ayuda a visualizar conceptos, procedimientos y argumentos relativos a los intervalos de confianza sin quedarse en el lenguaje ni en la mera determinación de un intervalo, aspecto donde el alumnado presenta menos dificultades con respecto a otros contenidos donde sí presentan más conflictos (Roldán-López Hierro et al., 2020).

Como puede observarse en el ejemplo captado en la Figura 2, el programa ayuda a comprender lo que es el muestreo y sus características, así como el muestreo repetido (propio de una visión frecuentista). También trabaja el concepto de distribución poblacional y las distintas formas que ésta puede tener de manera gráfica. Implícitamente usa los conceptos de parámetro y estadístico, representados por línea negra punteada ( $\mu$ ) y un punto grueso en los intervalos respectivamente.

### **Posibles dificultades derivadas del uso del recurso**

El recurso no presenta dificultad alguna en cuanto a su manejo, pues es bastante sencillo y el usuario solo tiene que elegir los valores de los parámetros dentro de las opciones disponibles y seguir las instrucciones que aparecen en pantalla. Además, la web permite navegar en los 3 idiomas más internacionales, por lo que tampoco es esperable que el usuario tenga dificultades relacionadas con el lenguaje, donde igualmente los términos empleados son de sobra conocidos por los estudiantes de esta materia.

Este recurso dispone de una breve explicación del significado de intervalo de confianza y nivel de confianza, siendo una ayuda más a la hora de comprender la finalidad de la herramienta y sus representaciones en pantalla. Por otro lado, la etiqueta de los ejes en el gráfico lateral también hace que no exista lugar a la duda sobre la interpretación de éste.

Quizá podría suponer una dificultad el hecho de no especificar que los intervalos generados en esta aplicación están referidos a la media y no a cualquier otro posible parámetro. En este sentido, tal vez se espere que el usuario lo deduzca por la simbología empleada, usando  $\mu$  (representativo de la media) en lugar de  $\theta$  (como parámetro en general).



### Análisis de las características del recurso

Rodríguez (2015, p.82) señala las siguientes características didácticas como las mínimas que requiere un software estadístico para el estudio de intervalos de confianza en nivel universitario:

- C1. Tener versatilidad para generar poblaciones relativamente arbitrarias que puedan ocurrir en la vida real.
- C2. Permitir la selección del parámetro de interés, incluyendo como mínimo: la media, con varianza conocida y desconocida; diferencia de medias, con las opciones de varianzas conocidas, varianzas desconocidas pero presumiblemente iguales, o con varianzas desconocidas; de muestras pareadas; de una proporción; diferencia de dos proporciones; de una varianza; y del cociente de dos varianzas.
- C3. Permitir cambios en los valores de la confianza, tamaño de muestra y error relativo.
- C4. Potencialidad de visualización y graficación de los intervalos.

En base a estos requisitos podemos decir que el recurso objeto de análisis presenta casi todas las características aquí recogidas, excepto la segunda. Concretamente, el gran potencial de esta herramienta está en la representación visual y gráfica de los intervalos de confianza (C4), mostrando dinámicamente tanto los intervalos generados como la gráfica proporcional de los que contienen y no contienen el verdadero valor del parámetro. Además, dispone de una gran variedad de poblaciones (C1) que pueden ser representativos de múltiples contextos reales. En este sentido el recurso no se ciñe únicamente a la distribución normal, que por otro lado suele ser la más empleada en el aula, sino que también contempla otras distribuciones sesgadas como pueden ser la Chi cuadrada o la F de Fisher-Snedecor (denominada únicamente como F en su versión en español).

Con respecto al tercer requisito (C3), el recurso permite elegir el valor del nivel de confianza, abarcando todo el rango posible: desde el 1% hasta el 99%, aunque sin poder precisar hasta la décima. También permite cambiar el tamaño muestral, pero en este caso el rango es muy limitado, imposibilitando simular muestreos superiores a 30 elementos, algo que sería muy habitual en experimentos reales y que no supondría un elevado coste computacional. Sin embargo, el recurso no contempla la posibilidad de introducir ni modificar el valor del error relativo del intervalo (relación entre la incertidumbre absoluta y la medición real), siendo opaco al usuario.

Por último, en cuanto a la segunda característica (C2), la herramienta no permite seleccionar el parámetro respecto al cual se construye el intervalo, sino que solamente contempla la generación de intervalos de confianza respecto a la media ( $\mu$ ). Pero en este punto conviene señalar que los requisitos descritos por Rodríguez (2015) son referidos a un nivel universitario, por lo que la deficiencia del recurso en este aspecto no supone ninguna limitación en alumnos de bachillerato, pues su currículo limita el estudio a los intervalos de confianza para la media de una distribución normal de desviación típica conocida (MEC, 2007). Además, si tenemos en cuenta que la tecnología debe ser usada como complemento y no como sustituto del razonamiento estadístico (Batanero & Borovcnik, 2016), igualmente el recurso puede servir de apoyo didáctico a pesar de no disponer de toda esa gama de parámetros listados en "C2", tomando como ejemplo único el intervalo de confianza para el parámetro media.



## Conclusiones

Este trabajo presenta un análisis descriptivo de un recurso tecnológico de la web *Seeing Theory* sobre intervalos de confianza en el campo de la inferencia frecuentista. El recurso simula una generación continua y dinámica de sucesivos intervalos de confianza en base a unos parámetros elegidos por el usuario (distribución de la población, tamaño muestral y nivel de confianza), mostrando gráficamente y con un código de colores aquellos intervalos que realmente contienen el verdadero valor del parámetro y cuáles no.

Los resultados del análisis en base a los requisitos recogidos por Rodríguez (2015) para programas de estudio del intervalo de confianza han mostrado que este recurso es perfectamente útil como apoyo a la enseñanza y aprendizaje de este complejo objeto matemático, a pesar de no cubrir completamente una de sus características.

De manera más concreta, esta herramienta tan visual puede ayudar mucho al alumnado a mejorar la comprensión sobre los siguientes tópicos:

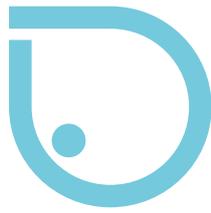
- Aprender a apreciar visualmente que no todos los intervalos de confianza contienen el verdadero parámetro de la población.
- Observar que los límites de los intervalos son aleatorios, y no constantes.
- Aprender a apreciar el efecto que tiene una variación del tamaño muestral o del nivel de confianza sobre la amplitud del intervalo, construyendo así un razonamiento adecuado sobre la relación existente entre ellos.
- Comprender gráficamente que, en una interpretación frecuentista, el nivel de confianza representa la proporción de intervalos, generados a partir de muchas muestras aleatorias independientes de igual tamaño, que contienen el parámetro poblacional.

Todo ello nos hace recomendar el uso de la herramienta tecnológica "Intervalo de Confianza" de Daniel Kunin, de acceso libre, como un buen recurso didáctico de apoyo a la docencia sobre intervalos de confianza, pues creemos que por su naturaleza visual y sus características computacionales facilitarán al alumnado tener una comprensión más integral de este concepto matemático y la interrelación de todos los objetos implicados en él. Además, por su manejo simple y su carácter visual, pensamos que el uso del recurso no tiene por qué limitarse a un nivel universitario, sino que también puede ser adecuado como aproximación informal a la inferencia estadística para estudiantes preuniversitarios.

El análisis realizado en este trabajo plantea una línea de investigación a continuar, llevando al aula la puesta en práctica de este recurso que nos permita obtener información sobre las dificultades reales que plantea su uso por parte de los estudiantes.

## Agradecimiento

Proyecto PID2019-105601GB-I00 (MICIN) y Grupo de Investigación FQM-126 (Junta de Andalucía).



## Referencias

- Batanero, C., & Borovcnik, M. (2016). Educational Principles for Statistics and Probability. En *Statistics and Probability in High School* (pp. 1-23). Rotterdam: SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-624-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-624-8_1)
- Batanero, C., Roldán López de Hierro, A. F., & Álvarez-Arroyo, R. (2020). Dificultades en la construcción de intervalos de confianza por estudiantes de Bachillerato y de Psicología. *Revista Paradigma, XLI*, 685-705.
- Biehler, R., Ben-zvi, D., Bakker, A., & Makar, K. (2012). Technology for Enhancing Statistical Reasoning at the School Level. En C. M. A., B. A. J., K. C., K. J., & L. A. Y. L. (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 643-689). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2>
- Clark, M. L. (2004). Los valores P y los intervalos de confianza: ¿en qué confiar? *Revista Panamericana de Salud Publica / Pan American Journal of Public Health, 15*(5), 293-296.
- Contento, R. M. (2012). *Construcción del concepto de intervalo de confianza mediante simulación en R*. Universidad Nacional de Colombia.
- Contreras, J. M. (2011). *Evaluación de conocimientos y recursos didácticos en la formación de profesores sobre probabilidad condicional*. Universidad de Granada.
- Coulson, M., Healey, M., Fidler, F., & Cumming, G. (2010). Confidence intervals permit, but do not guarantee, better inference than statistical significance testing. *Frontiers in Psychology, 1*(26), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00026>
- Cumming, G. (2014). The New Statistics: Why and How. *Psychological Science, 25*(1), 7-29. <https://doi.org/10.1177/0956797613504966>
- Cumming, G., & Finch, S. (2005). Inference by Eye: Confidence Intervals and How to Read Pictures of Data. *American Psychologist, 60*(2), 170-180. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.2.170>
- Fidler, F., & Cumming, G. (2005). Teaching Confidence Intervals: Problems and Potential Solutions. En *ISI 2005 : the 55th Session of the International Statistical Institute*. Sydney.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Inzunza, S., & Contreras, M. (2009). Desarrollo de ambientes de aprendizaje para promover el razonamiento estadístico: El caso de los intervalos de confianza. En *I encuentro de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos* (pp. 40-49). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Inzunza, S., & Isla, E. (2019). Diseño y Evaluación de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje para Intervalos de Confianza basada en Simulación y Datos Reales. *Bolema, 33*(63), 1-26. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a01>
- Kalinowski, P. (2010). Identifying misconceptions about confidence intervals. En C. Reading (Ed.), *8th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS 8)* (p. 4). Ljubljana, Slovenia: International Association of Statistical Education (IASE).
- Klein, D. F. (2004). *Beyond Significance Testing: Reforming Data Analysis Methods in Behavioral Research*. Washington, DC: American Psychological Association. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.162.3.643-a>
- Lizarte, E. J., & Gijón, J. (2019). Ambientes de aprendizaje para las nuevas -y viejas- metodologías en la Educación Superior. En S. Alonso, J. M. Romero, C. Rodríguez-Jímenez, & J. M. Sola (Eds.), *Investigación, innovación docente y TIC. Nuevos horizontes educativos* (pp. 689-701). Madrid: Dykinson.



- López-Martín, M. del M., Batanero, C., Díaz-Batanero, C., & Gea, M. M. (2016). La inferencia estadística en las pruebas de acceso a la Universidad en Andalucía. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 5(8), 33-59.
- MEC (Ministerio de Educación y Ciencia). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, BOE núm. 5 § (2006). Madrid.
- MEC (Ministerio de Educación y Ciencia). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, BOE núm. 266 § (2007). Madrid.
- Olivo, E. (2008). *Significado de los intervalos de confianza para los estudiantes de ingeniería en México*. Universidad de Granada.
- Olivo, E., Batanero, C., & Díaz, C. (2008). Dificultades de comprensión del intervalo de confianza en estudiantes universitarios. *Educación Matemática*, 20(3), 5-32.
- Oviedo, K. (2016). *Análisis de recursos de Internet para la educación secundaria en el tema de medidas de tendencia central*. Universidad de Granada.
- Rodríguez, A. F. (2019). *Análisis de recursos de internet para la enseñanza de correlación y regresión*. Universidad de Granada.
- Rodríguez, J. L. Á. (2015). *Análisis didáctico del uso de herramientas informáticas en la resolución de problemas estadísticos sobre intervalos de confianza*. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional de México.
- Roldán-López Hierro, A. F., Batanero, C., & Álvarez-Arroyo, R. (2020). Conflictos semióticos relacionados con el intervalo de confianza en estudiantes de Bachillerato e Ingeniería engineering students. *Educação Matemática Debate*, 4(e202010), 1-25. <https://doi.org/10.24116/emd.e202010>
- Roldán López de Hierro, A. F. (2019). Uso de Excel para mejorar la enseñanza del intervalo de confianza para la proporción. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*.
- Tapia, F. J., & Villa, H. A. (2014). Aprendizaje ubicuo de estadística descriptiva e inferencial. *EPISTEMUS*, 17, 5-9.
- Wild, C. J., Pfannkuch, M., Regan, M., & Horton, N. (2011). Towards more accessible conceptions of statistical inference. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 174(2), 247-295.
- Yáñez, G., & Behar, R. (2009). Interpretaciones erradas del nivel de confianza en los intervalos de confianza y algunas explicaciones plausibles. En M. J. González, M. T. González, & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los grupos de investigación. XIII Simposio de la SEIEM* (p. 14). Santander.