

## Revisión sistemática del uso de tecnología para la enseñanza-aprendizaje de la estadística

### Systematic Review of the Use of Technology for the Statistics Teaching-Learning

Montserrat Lino González 

Universidad Autónoma de Querétaro (México)  
[montserrat.lino@uaq.mx](mailto:montserrat.lino@uaq.mx)

Ricardo Chaparro Sánchez 

Universidad Autónoma de Querétaro (México)  
[rchapa@uaq.mx](mailto:rchapa@uaq.mx)

Recibido: 16/11/2021  
Aceptado: 02/05/2022  
Publicado: 01/06/2022

#### RESUMEN

La enseñanza-aprendizaje de la estadística es importante en el currículo escolar de todos los países del mundo en los diferentes niveles educativos, por la necesidad de lograr una alfabetización estadística para formar ciudadanos activos y críticos en las sociedades contemporáneas impulsadas por la información. El artículo ofrece un panorama de lo que hasta el momento se ha investigado sobre el uso de tecnología en la enseñanza-aprendizaje de la estadística y cómo la favorece, con el propósito de distinguir la frontera del conocimiento y ubicar los puntos de oportunidad para aportar nuevas propuestas mediadas por tecnología e innovación educativa. Se utilizó la meta-síntesis de métodos mixtos. La búsqueda de artículos de investigación de acceso abierto, para permitir reproducibilidad, se realizó con la guía para revisiones sistemáticas de Campbell en las bases de datos científicas Redalyc, Base, DOAJ, Science Direct y ERIC en el período de 2010 a 2021 mediante la fórmula: ("statistical education" OR "educación estadística") AND ("Technology" OR "tecnología"). Los 72 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión fueron revisados con las categorías de clasificación: enfoque, tema y tecnología, mediante un análisis de contenido. Entre los resultados más importantes se encontraron 25 artículos (34.72 %) que utilizaron tecnología de la más frecuente, 7 usaron algún programa estadístico para el análisis y procesamiento de datos; 6 artículos algún sitio *Web i-use* y 4 *TinkerPlots* o *Fathom*; todos sugieren el uso de tecnología; los artículos que más la usaron en sus investigaciones fueron de origen europeo (48.15 %). Finalmente, 18 artículos que no usaron tecnología sugirieron su uso en la enseñanza-aprendizaje de la estadística, su incorporación en los currículos y en la formación de docentes. Es necesaria la creación de materiales mediados por tecnología para aumentar la disposición de los estudiantes e impactar de forma positiva la enseñanza-aprendizaje de la estadística.

#### PALABRAS CLAVE

Estadística; Enseñanza; Aprendizaje; Tecnología.

#### ABSTRACT

Teaching-learning of statistics is important in the school curriculum of all countries in the world at different educational levels, due to the need to achieve statistical literacy to train active and critical citizens in contemporary information-driven societies. The article offers an overview of what has been investigated so far on the use of technology in the teaching-learning of statistics and how it favors it, with the purpose of distinguishing the frontier of knowledge and locating the points of opportunity to contribute new proposals mediated by technology and educational innovation. Mixed methods meta-synthesis was used. The search for open access research articles, to allow reproducibility, was conducted with Campbell's guide for systematic

reviews in Redalyc, Base, DOAJ, Science Direct and ERIC scientific databases in the period from 2010 to 2021 using the formula: ("statistical education" OR "educación estadística") AND ("Technology" OR "tecnología"). The 72 articles which met the inclusion criteria were reviewed with the classification categories: focus, topic, and technology, through a content analysis. Among the most important results were 25 articles (34.72 %) that used the most frequent technology, 7 used some statistical program for data analysis and processing; 6 articles were from some i-use website and 4 others from TinkerPlots or Fathom; all suggest the use of technology; the articles that used more technology in their research were from Europe (48.15 %). Finally, 18 articles that did not use technology suggested its use in the teaching-learning of statistics, its incorporation in the curricula as well as in teachers training. It is necessary the creation of materials mediated by technology for increasing students' disposition and its positive impact the teaching-learning of statistics.

### KEYWORDS

Statistics; Teaching; Learning; Technology.

### CITA RECOMENDADA:

Lino, M. y Chaparro, R. (2022). Revisión sistemática del uso de tecnología para la enseñanza-aprendizaje de la estadística. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 12, 175-199. <https://doi.org/10.6018/riite.501531>

### Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Identificación de cómo favorece el uso de la tecnología a la enseñanza-aprendizaje de la estadística en los diferentes niveles escolares y temas.
- La creación de materiales mediados por tecnología para fomentar la disposición de los estudiantes e impactar de forma positiva la enseñanza-aprendizaje de la estadística.

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta revisión sistemática fue dar respuesta a la pregunta de investigación ¿cómo favorece el uso de la tecnología a la enseñanza-aprendizaje de la estadística?, para tener un panorama de lo que hasta el momento se ha investigado en artículos científicos sobre el uso de la tecnología en la enseñanza-aprendizaje de la estadística y de qué manera la favorece, para encontrar los temas, el alcance, los problemas que ya han sido investigados en distintos niveles educativos e instituciones por investigadores de todo el mundo, con la finalidad de vislumbrar la frontera del conocimiento y encontrar así los puntos de oportunidad para aportar nuevas propuestas a esta área de la matemática que cobra cada día más auge e importancia por la necesidad del procesamiento de información que diariamente se genera gracias a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y que requieren de una alfabetización estadística de la ciudadanía para su correcto aprovechamiento y toma de decisiones que impacten de manera positiva en su vida diaria.

La revisión sistemática se realiza como un ejercicio de análisis de antecedentes y estado del arte que pretende vincular los resultados de investigaciones asociadas con la enseñanza de la estadística y el uso de tecnología en los procesos de enseñanza y sus efectos en los aprendizajes significativos de los estudiantes en los diferentes niveles educativos.

## 2. MÉTODO

Se presenta la metodología utilizada en la búsqueda de artículos científicos de acceso abierto, revisada por pares en el periodo de 2010 a 2021, y centrada en la educación estadística y la tecnología; se limitó a los idiomas español e inglés; además, se restringieron las categorías de análisis, siguiendo el análisis de contenido (Krippendorff, 2004), que sirvieron de guía para dar respuesta a la pregunta de investigación.

Esta revisión sistemática de carácter mixto tiene la finalidad de conocer lo que hasta el momento se ha investigado sobre educación estadística mediada por tecnología y encontrar los puntos de oportunidad para aportar nuevo conocimiento a esta línea de investigación mediante tecnología e innovación educativa (Escudero-Nahón y González, 2017). Para ello, se utilizó la meta-síntesis de métodos mixtos, la cual está diseñada para integrar resultados de estudios cualitativos y cuantitativos porque sus diferencias no justifican el análisis y la síntesis de conclusiones por separado, debido a que no se oponen entre sí y en un contexto de investigación pueden abordar los mismos objetivos y preguntas de investigación examinando artículos centrados en la interrogante de investigación, para abordar una mayor comprensión de un concepto (Leary y Walker, 2018).

La búsqueda de los artículos se realizó con la guía para revisiones sistemáticas de Campbell (Kugley et al., 2017), para hacer una compilación de todos los estudios relevantes y representativos de artículos relacionados con esta investigación y evitar sesgos en su selección mediante cinco etapas: 1) búsqueda de documentos, 2) criterios de inclusión y exclusión de documentos, 3) categorías de clasificación de la información, 4) resultados y 5) discusión y conclusiones.

### 2.1. Búsqueda de documentos

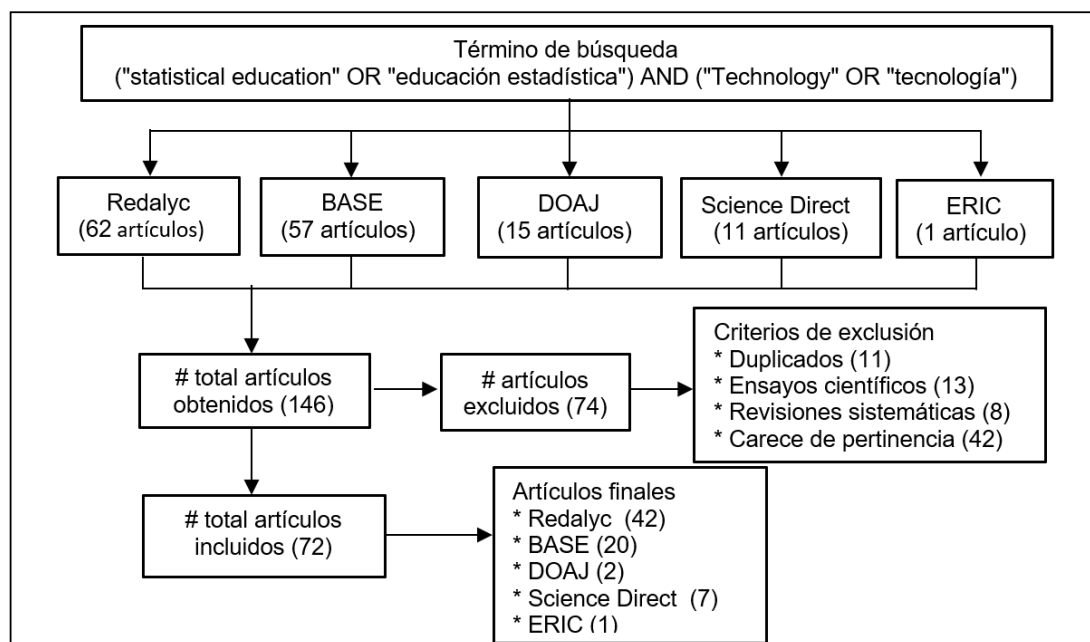
Se realizó una búsqueda sistemática de artículos de investigación en cinco bases científicas, con características de revisión por pares, publicadas en revistas en formato de acceso abierto para asegurar la reproducibilidad sin restricciones mediante la fórmula de búsqueda: ("statistical education" OR "educación estadística") AND ("Technology" OR "tecnología"). La búsqueda se realizó en inglés y español, pues investigaciones doctorales concluidas en esos temas, encontraron el surgimiento de numerosas aplicaciones informáticas como apoyo a la enseñanza de la estadística y la producción de dichas herramientas eran lideradas por Estados Unidos y España (Albert Huerta et al., 2014; Cuétara Hernández et al., 2016). Debido a que se pudo observar que hay un incremento de artículos de investigación publicados referentes al uso de tecnología en la enseñanza estadística a partir del año 2010, la búsqueda se limitó a los artículos de acceso abierto encontrados desde dicho año hasta el 2021.

El número de artículos encontrados en cada una de las bases científicas se muestra dentro de los paréntesis: Science Direct (11), Redalyc –Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal– (62), DOAJ –directorio de revistas de acceso abierto (por sus siglas en inglés) creado por la Universidad de Lund Suecia– (15), ERIC –Centro de Recursos e Información para la Educación, patrocinado por el Instituto de Ciencias de la Educación del Departamento de Educación de Estados Unidos– (1) y BASE –Bielefeld Academic Search Engine, buscador enfocado especialmente en recursos web académicos, creado por la universidad de Bielefeld Alemania– (57); en total son 146 artículos. La búsqueda se llevó a cabo el 16 de septiembre de 2021 y el análisis se realizó desde esa fecha hasta el 31 de octubre de 2021.

## 2.2. Criterios de inclusión y exclusión de documentos

De los 146 artículos de investigación obtenidos, se eliminaron 11 que estaban duplicados, 13 ensayos científicos, 8 revisiones sistemáticas y 42 artículos por carecer de pertinencia para el objetivo de esta investigación, quedaron 72 artículos científicos que, tras ser minuciosamente revisados, se consideraron aptos para su análisis. La Figura 1 ilustra el proceso de búsqueda y valoración de pertinencia de los textos seleccionados.

**Figura 1.**  
Proceso de recolección y selección de artículo



## 2.3. Categorías de clasificación de la información

Para el análisis de la información, se caracterizaron los artículos mediante tres categorías de clasificación: enfoque, tema y tecnología, las cuales fueron analizadas de modo independiente con todos los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión; dicha caracterización permitió un análisis y síntesis homogénea de los documentos recolectados con la finalidad de contestar la pregunta de investigación. La categoría de clasificación enfoque se refiere a los principios teóricos en función de los cuales se definieron los artículos de investigación; la categoría tema, se refiere al objeto que se investiga en cada artículo y la categoría tecnología a si se utilizó tecnología en la implementación de la investigación, cuál tecnología usaron y lo que se logra, dice o sugiere respecto a la tecnología. Para cada categoría se establecieron subcategorías, en las que se clasificaron los 72 artículos de la muestra.

En la tabla 1, se muestra lo correspondiente a la categoría de enfoque, así mismo, cada subcategoría se presenta con la definición con la que se clasificó cada artículo; en la tabla 2, se presenta la categoría de tema y se explicitan los criterios de selección aplicados para caracterizar cada subcategoría de análisis, en la tabla 3 se establecen los criterios tomados en cuenta para caracterizar las categorías de análisis de lo que dice sobre la tecnología en cada artículo, mediante un análisis de contenido que es una técnica de investigación para formular a partir de datos textuales, inferencias reproducibles y válidas que se pueden aplicar a su contexto, permitiendo clasificar las unidades de análisis a un número reducido de categorías y realizar inferencias sobre su contenido (Krippendoff, 2004).

Tabla 1.

Subcategorías de la categoría Enfoque

Subcategoría	Definición
Cualitativa	Exploran, describen y generan perspectivas teóricas de lo particular a lo general. No se prueban hipótesis, se generan en el proceso y son un resultado del estudio. Hay una realidad que descubrir, construir e interpretar.
Cuantitativa	Es un conjunto de procesos secuencial y probatorio de orden riguroso que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Hay una realidad que conocer.
Mixta	Combina los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio.

Nota. Definiciones basadas en el libro de Hernández Sampieri *et al.* (2014).

Tabla 2.

Subcategorías de la categoría Tema

Subcategoría	Criterio de selección
Actitudes	Artículos que analizan las actitudes hacia la estadística tanto de estudiantes universitarios de distintas carreras, como de profesores.
Alfabetización estadística	Artículos que analizan la alfabetización estadística, el razonamiento científico, habilidades de argumentación y el pensamiento crítico de los estudiantes.
Análisis de contenido	Artículos que hacen análisis de contenidos en secciones que involucran temas estadísticos en los libros de texto o planes de formación según las directrices curriculares.
Aprendizaje superficial	Artículos que analizan respuestas de una prueba aplicada revelando un aprendizaje superficial al evaluar la capacidad, operaciones implicadas, consistencia y conclusiones de los estudiantes.
Capacitación didáctica	Artículos que exponen resultados de docentes durante los procesos de capacitación sobre didáctica de la probabilidad y estadística.
Dificultad en competencias estadísticas	Artículos que investigan sobre los conocimientos y comprensión disciplinar de la estadística en docentes, estudios que analizan y seleccionan actividades para el desarrollo de las competencias estadísticas en los estudiantes.
Educación a distancia	Artículos que implementan cursos virtuales en educación estadística tanto para la formación de estudiantes como profesores para analizar la potencialidad que ofrecen las tecnologías de internet en la formación.
Errores en conceptos	Artículos que identifican y analizan errores que cometen estudiantes en conceptos estadísticos, entendida como falta de dominio al aplicar el concepto, en todos los niveles educativos e incluso los docentes en formación.
Evaluación	Artículos que analizan como evaluar cuando se usa la tecnología como herramienta de aprendizaje.

Subcategoría	Criterio de selección
Inferencia estadística	Artículos relacionados con el análisis de algún tema de estadística inferencial: distribución de una variable aleatoria, prueba de hipótesis, intervalos de confianza y de inferencia informal a formal.
Normativas enseñanza	Artículos que evalúan la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza aprendizaje.
Propuesta/secuencia didáctica	Artículos que examinan metodologías, implementación de Recursos para la enseñanza de algún tema estadístico.
Sesgos de razonamiento	Artículos dirigidos a evaluar los sesgos de razonamiento en temas estadísticos debido a ideas propias previas sobre situaciones que son persistentes e inconsistentes desde el punto de vista normativo y que se dan de manera sistemática.
Trabajo colaborativo	Artículos que analizan la efectividad de la integración del trabajo colaborativo en el aula.

**Tabla 3.***Subcategorías de la categoría Tecnología*

Subcategoría	Criterio aplicado
¿Uso tecnología?	Variable dicotómica (1=SÍ, 0=NO)
¿Qué tecnología uso?	Especifica la tecnología empleada en la investigación.
¿Sugiere su uso?	Variable dicotómica (1=SÍ, 0=NO)
¿Qué dice de la tecnología?	Se clasificó mediante las unidades de análisis qué fue lo que se escribió respecto a la tecnología en cada artículo.
¿Qué sugerencia de la tecnología?	Se clasificó mediante las unidades de análisis qué fue lo que se sugirió respecto a la tecnología en cada artículo.
¿Qué dicen en favor de la tecnología?	La unidad de análisis es lo que se refirió en cada artículo; se vio favorecido en la enseñanza-aprendizaje de la estadística con el uso de la tecnología.

Los artículos fueron categorizados con lo descrito previamente para su análisis y los resultados obtenidos se presentan en la siguiente sección.

### 3. RESULTADOS

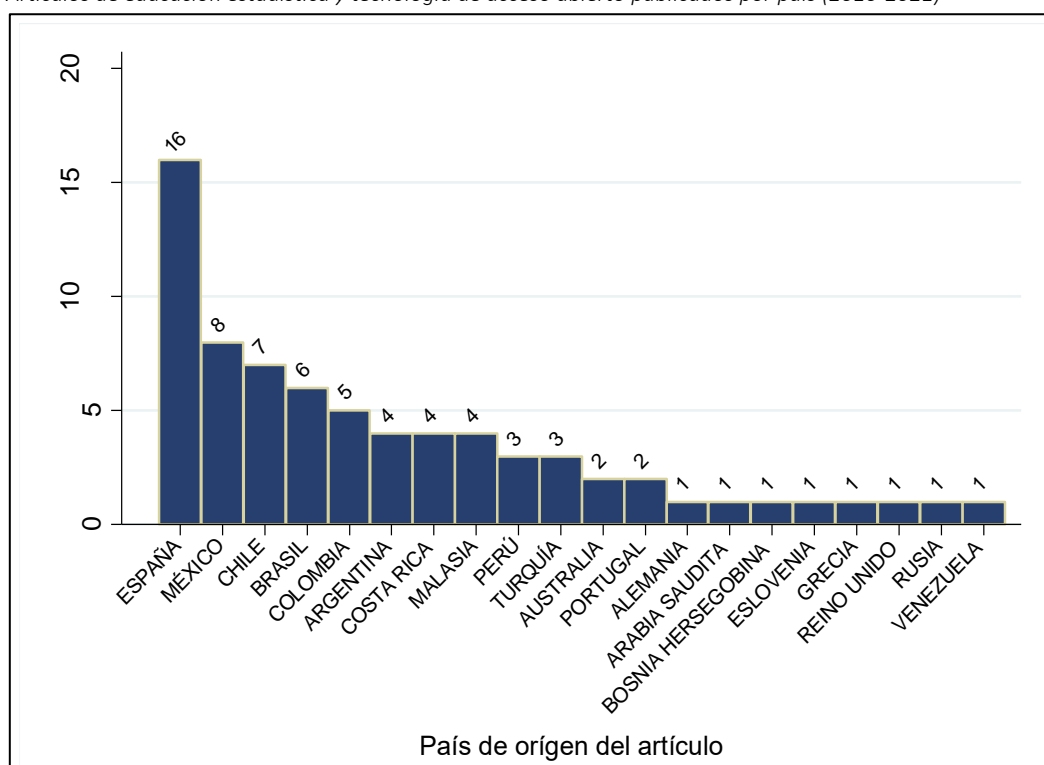
Los años en los que más se publicó respecto a la educación estadística y la tecnología en el período de 2010 a 2021 fueron: 2012, 2014 y 2015 con 9 artículos cada uno (12.50 %); 2018 y 2019 con 8 artículos (11.11 %) y el de menor número fue 2010 con 1 publicación (1.39 %).

La mayor producción científica de acceso abierto sobre la enseñanza-aprendizaje de la estadística y la tecnología se dio en el continente americano ( $n=38$ , 52.78 %) encabezada por México en la región de América del Norte, en la región de Centroamérica se destaca Costa Rica y en la región de América del Sur, países como Argentina, Brasil, Chile Colombia, Perú y Venezuela. En segundo lugar, se ubica el continente europeo ( $n=27$ , 37.50 %) en donde España lideró en número de investigaciones; en tercer lugar, se encontró el continente asiático ( $n=5$ , 6.94 %) con Malasia y Arabia Saudita y en cuarto, se

destaca Oceanía (n=2, 2.78 %) en donde Australia fue el único país con publicaciones sobre esta temática; cabe destacar que, el continente africano no tiene presencia investigativa alguna en estadística y tecnología. La Figura 2 muestra los 20 países donde se han publicado estos artículos; el mayor número es en España (n=16, 22.22 %), seguido por México y Chile con 8 y 7 artículos respectivamente; cabe destacar que, de esos 8 artículos, México ha hecho 2 en colaboración con Costa Rica y 1 con Colombia; mientras que Rusia tiene 1 artículo en colaboración con Francia.

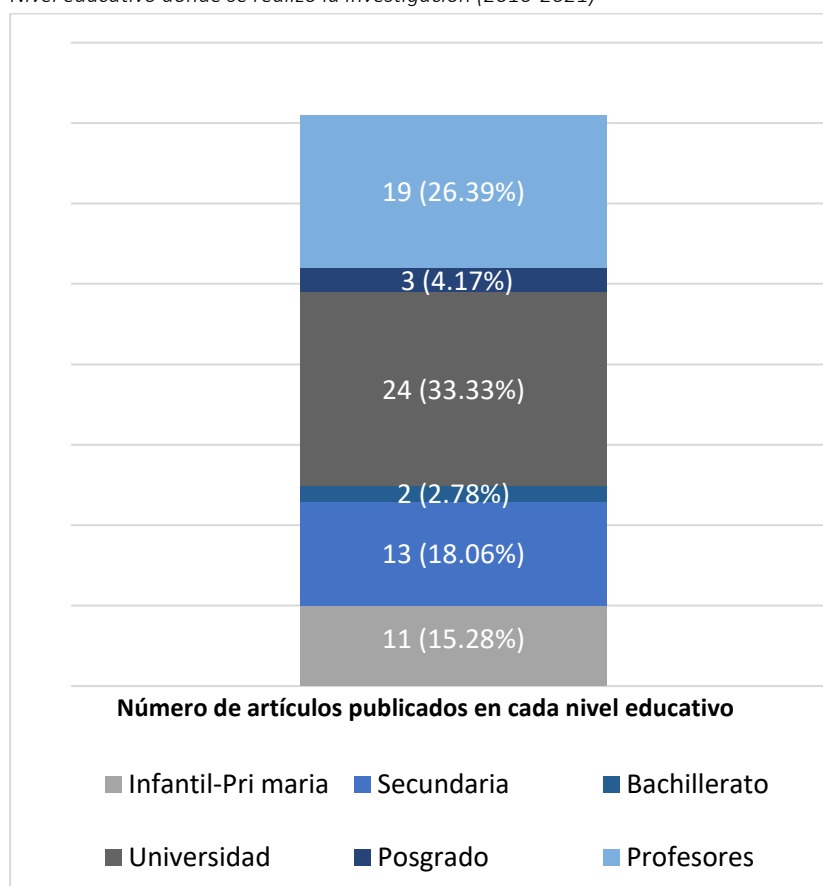
**Figura 2.**

*Artículos de educación estadística y tecnología de acceso abierto publicados por país (2010-2021)*



La universidad fue el nivel educativo donde más investigación se realizó (n=24, 33.33 %); seguido por formación de profesorado (n=19, 26.39 %); después los niveles de secundaria e infantil-primaria con 18.06 % y 13.89 % respectivamente; cabe destacar que, se encontró una investigación de España en la que participaron niños de 5 años, correspondiente al nivel de educación infantil, con el fin de observar su razonamiento probabilístico (Alsina y Salgado, 2019), agregándose a la categoría de primaria. La Figura 3 permite visualizar mejor la producción de investigaciones de estadística y tecnología en cada nivel educativo.

**Figura 3.**  
*Nivel educativo donde se realizó la investigación (2010-2021)*



### 3.1. Primera categoría de análisis

Considerando la primera categoría de análisis correspondiente al principio teórico con que se definió el artículo, se observó que, de los 72 artículos analizados, 41 (56.94 %) fueron investigaciones cualitativas, 24 (33.33 %) cuantitativas y 7 (9.72 %) mixtas.

En lo que respecta a los instrumentos aplicados en las investigaciones analizadas, es decir, en los que se basó la recopilación de información, se observó el cuestionario como el de mayor presencia (n=27, 37.50 %), seguido de las encuestas/entrevistas (n=11, 15.28 %); en tercer lugar lo ocupan tanto el análisis de contenido como las pruebas de lápiz y papel (n=7, 9.72 %); en cuarto y quinto lugar de preferencia están las pruebas en línea con recursos interactivos (n=6, 8.33 %) y la observación participante aunado al análisis de documentos conformados por diario de docente, actividades, trabajos, grabaciones de debates, video (n=5, 6.94 %). Las siguientes en orden de frecuencia corresponden al análisis de tareas/actividades, junto con los que recabaron con proyecto (n=3, 4.17 %) correspondientemente y, por último, donde el instrumento de recolección de datos fue mediante el sitio web, hoja de trabajo de algún software y el gráfico Minard, identificándose 1 artículo cada uno (1.39 %).

La validación del instrumento se llevó a cabo en 71 artículos; el único que no validó el instrumento fue un estudio de principios constructivistas donde las propias alumnas diseñaron el instrumento utilizando la encuesta/entrevista para obtener datos que consideraron necesarios (Rojas, 2011).



La principal forma de validar el instrumento, fue con otras investigaciones ( $n=33$ , 45.83 %); es decir, eran preguntas cuyos conceptos erróneos ya habían sido analizados en otras investigaciones y esos cuestionarios habían sido aprobados por grupos de expertos o avalados por docentes reconocidos; la segunda forma fue utilizando el estadístico Alfa De Cronbach ( $n=14$ , 19.44 %) que ofrece la medida de consistencia interna de los ítems (medidos en escala tipo Likert) para tener el grado de fiabilidad de la escala y, la tercer forma de validación fue por instituciones que evalúan, acreditan y certifican la calidad educativa ( $n=6$ , 8.33 %). La frecuencia de validación de los artículos restantes fue: Norma de Estandarización ( $n=4$ , 5.56%); la misma técnica en otro grupo ( $n=3$ , 4.17 %); por la taxonomía de Curcio, triangulación de datos, juicio de expertos o con una guía de idoneidad didáctica ( $n=2$ , 2.78 %, cada tema); por último, mediante mapas de Google Earth, matriz DAFO, (Debilidades/Amenazas/Fortalezas/Oportunidades) que proveen las actividades seleccionadas para provocar el aprendizaje y desarrollo de las competencias estadísticas, o bien por descriptores epistemológicos ( $n=1$ , 1.39 %) cada uno.

### 3.2. Segunda categoría de análisis

La segunda categoría de análisis referente al tema se muestra en la Figura 4; los artículos científicos que se analizaron en esta revisión sistemática distinguen varias líneas de investigación que parten de la línea principal referente a la educación estadística y tecnología y abarcan los siguientes puntos por orden de frecuencia:

#### 3.2.1. Alfabetización estadística

El creciente interés por asegurar una alfabetización estadística, con la intención de formar ciudadanos activos y críticos en las sociedades contemporáneas impulsadas por la información, se ve confirmado con la producción científica encontrada en 12 artículos de investigación al respecto (16.67 % del total); donde el 50 % enfocaron su investigación empleando alguna Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) y en ellas se hace uso de datos reales, con 4 artículos enfocados al nivel universitario, 1 en secundaria y 1 en bachillerato. España tuvo la mayor producción con 3 artículos (Aymerich Restoy y Albarracín, 2016; Capilla, 2014a; Sánchez-Cruzado y Sánchez-Compañía, 2020) donde el artículo de Sánchez-Cruzado usa el modelo Flipped classroom en educación estadística a nivel universitario, para evidenciar que mediante su uso se fomenta la autorregulación en el proceso de enseñanza-aprendizaje y se alcanza la metacognición. Los 3 artículos restantes fueron publicados en los siguientes países: Alemania, donde mediante una batería de pruebas en línea evalúan la competencia estadística en el nivel universitario (Berndt et al., 2021); En Grecia, usaron un sitio web como instrumento para un proyecto de varias materias recabando información de mapas 3D de su país en tiempo real en nivel secundaria (Rizou y Klonari, 2016) y en Venezuela hicieron un análisis estadístico de un caso de estudio real con los lenguajes de programación R y Python para que los estudiantes contrastaran los resultados estadísticos obtenidos de esos softwares estadísticos (Cuevas et al., 2019).

De los 6 artículos restantes que abordaron el tema de la alfabetización estadística sin el uso de tecnología, 1 sugiere aumentar las competencias gráficas a nivel de primaria y secundaria (Estrella y Olfos, 2012); 1 propone incidir en la enseñanza de la probabilidad a edades tempranas, en particular desde los 5 años (Alsina y Salgado, 2019), y otro sugiere la implementación de semilleros a nivel universitario donde, con proyectos, se vinculen el plan de estudios, el mundo real y la investigación con el fin de dar respuesta a una necesidad surgida de su comunidad, para formar profesionales críticos,

reflexivos y acrecentar gradualmente la alfabetización estadística (Gómez y Jiménez González, 2015); mientras que de los 3 restantes destaca el de Perú, donde haciendo uso de los recibos de luz lograron la participación activa de los estudiantes de secundaria para permitir el estudio de una realidad personal estimulando actitudes hacia el ahorro de electricidad al lograr entender la información analizada (Guerra Véliz et al., 2021; Lipič y Ovsenik, 2020; Rodríguez-Alveal, 2017).

### **3.2.2. Propuestas o secuencia de implementaciones didácticas**

El segundo tema con más investigaciones fue el relacionado con las propuestas o secuencias de implementación didáctica, con 11 artículos encontrados (15.28 %); 6 de ellos usan tecnología; México tiene mayor presencia con 3 artículos, de los cuales 1 se hizo en colaboración con Colombia a nivel secundaria con una propuesta probabilística de fenómenos aleatorios mediada por recursos educativos abiertos diseñados en la plataforma “Edmodo” respecto a la valoración de fenómenos aleatorios de la vida cotidiana, sus conjeturas y la toma de decisiones; otro con Costa Rica a nivel universitario en el que hacen uso de “R Markdown” para el análisis estadístico de la información; el tercer artículo de México se aplicó en nivel universitario y fue una propuesta acerca del análisis de datos bivariados sobre relación y coeficiente de correlación utilizando un ambiente computacional integrado por applets y software dinámico de análisis de datos (Albert et al., 2016; Cuevas & Solís, 2018; Pinzón Triana et al., 2015). Le siguen Turquía con 2 artículos, ambos de aspectos probabilísticos, pero uno a nivel primaria y el otro aplicado a profesores en formación (KAZAK et al., 2016; Kazak & Pratt, 2017), y España que aplicó animación interactiva basada en la librería Javascript D3.js para la enseñanza de las Cadenas de Markov en el nivel universitario (Fernández Morales, 2017).

De los 5 artículos que no usaron TIC, resaltan Brasil y España que hacen propuestas probabilísticas; una para su enseñanza que fue dirigida a profesores en ejercicio y la otra referente a la enseñanza de las distribuciones Poisson como aproximación a la distribución Binomial en estudiantes de ingeniería (Barragués et al., 2015; Cruz-Ramírez et al., 2014).

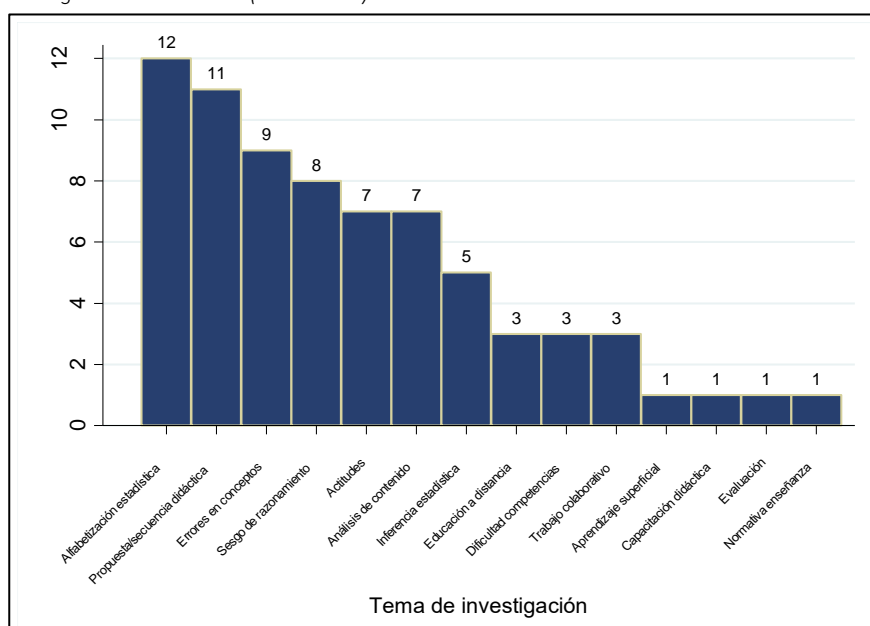
### **3.2.3. Conceptos erróneos de estadística y probabilidad**

Este fue el tercer tema más frecuente en las investigaciones encontradas en la revisión sistemática, con 9 artículos del total (12.50 %) con solo 1 que hace uso de tecnología mediante un simulador y un cuestionario aplicado en línea para evaluar la comprensión del Teorema del Límite Central (Alvarado Martínez y Retamal Pérez, 2012). La razón de lo anterior es que existe un interés por documentar las dificultades y errores comunes de los estudiantes para comprender conceptos de estadística y probabilidad en los diferentes niveles académicos o incluso en los profesores en formación o en ejercicio. Es el punto base para poder proponer una solución que corrija y logre la comprensión correcta del concepto de interés.

De los 8 artículos restantes que no hacen uso de la tecnología, 5 son de conceptos erróneos en las medidas de tendencia central y variabilidad, 3 en nivel secundaria, 1 en posgrado y 1 en profesores en formación (Chan et al., 2014; Chan y Ismail, 2013; Juárez Duarte y Cazares, 2014; Muñoz-Ñungo et al., 2020; Zaidan et al., 2012); 2 artículos son de conceptos probabilísticos aplicados a profesores tanto en formación como en ejercicio (Cuevas y Ramírez, 2018; Moreno et al., 2014) y el último aplicado en la universidad es de tabla de contingencias por ser un recurso frecuente de presentación estadística en varios medios y, sin embargo, es un tema al que no se le suele dar mucha importancia (Cañadas et al., 2013).

**Figura 4.**

Tema que se investiga en cada artículo (2010-2021)



### 3.2.4. Otras líneas de investigación

Las líneas de investigación que siguen en frecuencia de artículos científicos publicados son: sesgos de razonamiento ( $n=8$ , 11.11 %); análisis de contenido y actitudes hacia la estadística, como la ansiedad y variables no cognitivas de los estudiantes, que afectan el aprendizaje hacia la estadística y/o la probabilidad ( $n=7$ , 9.72 % cada uno); inferencia estadística ( $n=5$ , 6.94 %); trabajo colaborativo, dificultad de competencias y educación a distancia ( $n=3$ , 4.17 % cada uno); y con 1 artículo (1.39 %) están los temas de: normativa de enseñanza, capacitación didáctica, aprendizaje superficial y evaluación.

### 3.3. Tercera categoría de análisis

La tercera categoría de análisis fue la tecnología, por lo que se buscaron en cada artículo de esta revisión sistemática las siguientes interrogantes: ¿Usaron tecnología en la implementación de la investigación? ¿Qué tecnología usaron? ¿Sugieren su uso? ¿Qué dice de la tecnología? ¿Qué sugerencias da respecto a la tecnología? Por último, se registraron los aspectos que cada artículo menciona en favor del uso de la tecnología en la enseñanza-aprendizaje de la estadística. En las variables que no se hicieron dicotómicas, se realizó un análisis de contenido para poder clasificar a un reducido número de categorías con la finalidad de poder resumir, homologar e interpretar la información textual recabada de esta sección (Krippendorff, 2004).

#### 3.3.1. Usaron alguna tecnología y sugieren su uso

De los 72 artículos analizados 25 (34.72 %) usaron alguna tecnología en su implementación; sin embargo, son 43 (59.72 %) los artículos que sugieren su uso; es decir, aunque 18 no usaron tecnología en su investigación, sí la sugieren para la enseñanza-aprendizaje de la estadística.

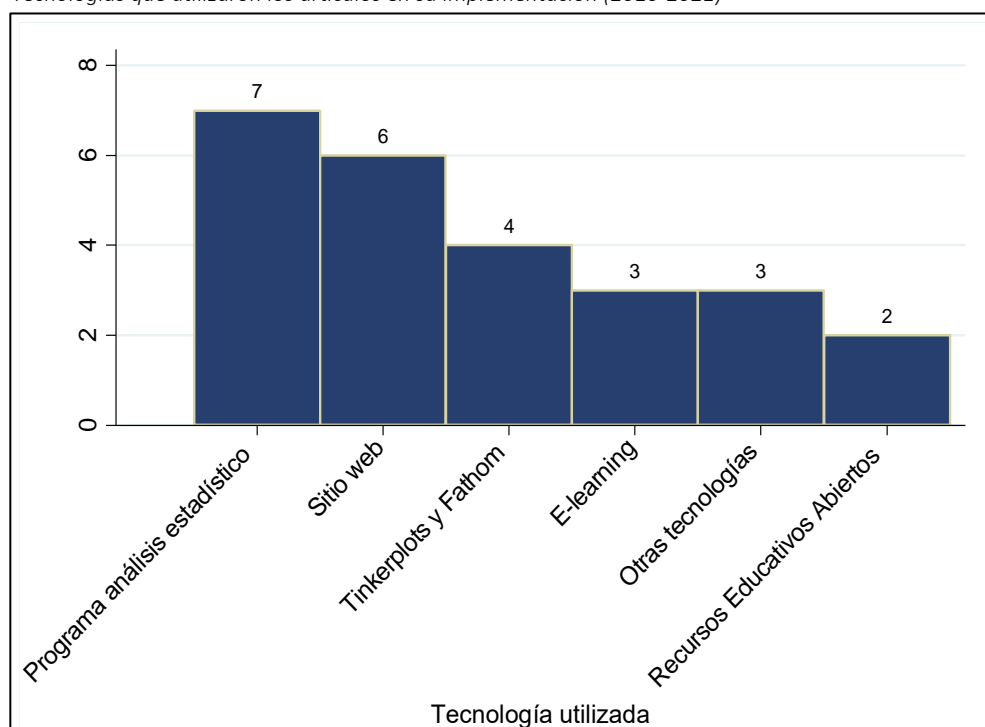
### 3.3.2. Tecnología usada

Como se aprecia en la Figura 5, de los 25 artículos que utilizaron tecnología en su implementación, 7 hicieron uso de algún programa estadístico para el análisis, procesamiento e interpretación de los datos: Statgraphics, SPSS, R, Python y Excel; otros 6 usaron algún sitio Web i-use, que es un software educativo de código abierto, al que cual le hicieron pequeñas adaptaciones según requirieron las investigaciones que los usaron; 4 artículos usaron Fathom o TinkerPlots que son software educativo para la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y estadística en un ambiente para la exploración dinámica de datos, que según sus creadores, son herramientas de modelado y visualización de datos desarrollada para estudiantes de secundaria hasta universitarios y un vínculo tecnológico para entender mejor conceptos de probabilidad y estadística, pues ayudan a desarrollar el razonamiento estadístico (<http://www.tinkerplots.com/overview>).

Son 3 las investigaciones que usan e-learning, con cursos virtuales para mejorar el proceso de aprendizaje y potenciar en componente autónomo o para comparar con aprendizaje en el aula; 3 investigaciones usaron otras tecnologías: uso de videos, grabaciones o sistema de respuesta personal (mediados por teléfonos móviles), y los 2 artículos restantes usaron Recursos Educativos Abiertos (REA): uno de ellos uso baterías de probabilidad en línea para evaluar la competencia estadística, habilidades de razonamiento y argumentación; mientras que el otro implemento un curso de enseñanza probabilística diseñado en la plataforma Edmodo. *Figura 5. Tecnologías que utilizaron los artículos en su implementación (2010-2021)*

**Figura 5.**

*Tecnologías que utilizaron los artículos en su implementación (2010-2021)*

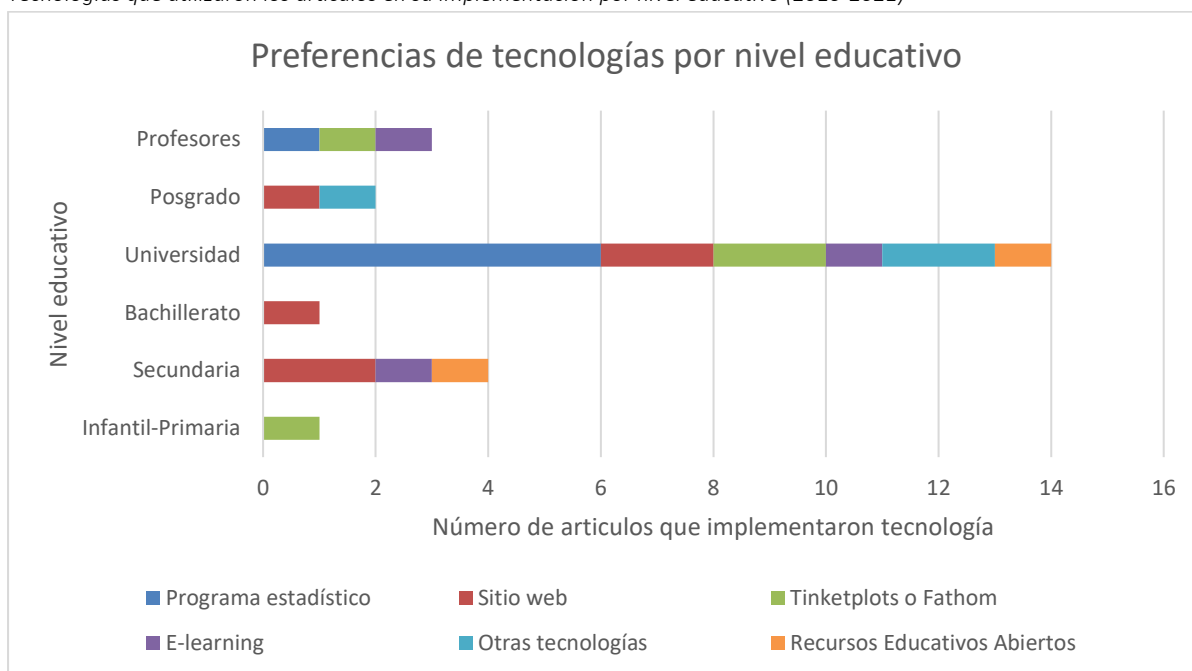


### 3.3.3. Preferencias de uso de tecnología implementada por nivel educativo

La siguiente gráfica (Figura 6) muestra las preferencias encontradas del uso de tecnologías que utilizaron los 25 artículos en su implementación por nivel educativo; en el cual, el nivel universitario tuvo 14 artículos que usaron tecnología, además de que ocuparon todas las tecnologías observadas en esta investigación, hacen un mayor uso de software estadístico para el análisis y procesamiento de los datos; el otro nivel educativo donde se ocupó software estadístico, en 1 solo artículo, fue el de profesores. La tecnología con mayor presencia es el sitio web pues fue implementado en secundaria, bachillerato, universidad y posgrado.

Figura 6.

Tecnologías que utilizaron los artículos en su implementación por nivel educativo (2010-2021)



### 3.3.4. Mencionaron sobre la tecnología implementada

En 25 artículos que usaron alguna tecnología en su implementación, frecuentemente se mencionó lo recabado en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Mencionan sobre la tecnología implementada

Ítem	n (%)	Menciona	Artículos
Desempeño y argumentación estadística	5 (20.0 %)	Se pueden mejorar con un entorno de aprendizaje electrónico basado en problemas reales.	(Berndt et al., 2021; Cazares y Anguiano, 2019b; Fernández Morales, 2017; Inzunza, 2016; Rizou y Klonari, 2016)
Uso de <i>software</i> estadístico	4 (16.0 %)	Para analizar e interpretar datos que obtuvieron los mismos estudiantes, es la mejor forma de evaluar su habilidad en técnicas estadísticas.	(Ali et al., 2011; Batanero et al., 2018; Capilla, 2014b; Huynh et al., 2014a)
Sugieren su uso	3 (12.0 %)	Y características que debe tener la tecnología para la enseñanza estadística.	(Al-Matar, 2015; Cuevas y Solís, 2018; Horzum y Cakir, 2012)

Ítem	n (%)	Menciona	Artículos
La tecnología puede contribuir	3 (12.0 %)	A que los profesores desarrollen habilidades para construir modelos probabilísticos y explorar situaciones aleatorias permitiendo conjuntar la probabilidad clásica y frecuencial.	(Alvarado et al., 2018; Kazak y Pratt, 2017; Pinzón Triana et al., 2015)
Abordar determinados tipos de problemas	3 (12.0 %)	Como nuevas formas de representación y argumentación.	(Capilla, 2014a; Cuevas et al., 2019; KAZAK et al., 2016)
Usar tecnologías	2 (8.0 %)	Enriquece las propuestas en la enseñanza estadística.	(Francis, 2010; Meletiou-Mavrotheris y Serradó Bayés, 2012)
Tecnologías emergentes	1 (4.0 %)	Debido a su naturaleza y contenidos requieren, fomentan y potencializan la didáctica de la estadística y la probabilidad por ser un medio facilitador para abordar su instrucción, permitiendo el desarrollo de competencias matemáticas.	(Pinzón Triana et al., 2015)
La tecnología por sí sola	1 (4.0 %)	No es suficiente para la comprensión debido a que las actividades y enseñanza constructivista tienen un papel importante en su desarrollo e implementación.	(Alvarado Martínez y Retamal Pérez, 2012)
Debe fomentar	1 (4.0 %)	El desarrollo del razonamiento estadístico.	(Zapata-Cardona, 2020)
Aplicada <i>online</i>	1 (4.0 %)	Debe cuidarse la idoneidad de la pregunta en función de los datos de respuesta.	(Titman y Lancaster, 2011)
Permite	1 (4.0 %)	La modelización de datos reales.	(Aymerich Restoy y Albarracín Gordo, 2016)

### 3.3.5. Sugerencias respecto a la tecnología

De los 25 artículos que utilizaron alguna tecnología en su implementación, se desglosan sus sugerencias en la siguiente tabla.

**Tabla 5.**  
*Sugiere sobre el uso de la tecnología*

Sugiere	n (%)	Artículos
Usar tecnología para analizar datos, pues es un medio para conocer y comprender la estadística.	7 (28.0 %)	(Al-Matar, 2015; Ali et al., 2011; Capilla, 2014b; Cazares y Anguiano, 2019b; Huynh et al., 2014a; Maria del Mar López-Martín et al., 2018; Meletiyou-Mavrotheris y Serradó Bayés, 2012)
Puede mejorar la alfabetización, desempeño y argumentación estadística de los estudiantes.	7 (28.0 %)	(Aymerich Restoy y Albarracín Gordo, 2016; Berndt et al., 2021; Fernández Morales, 2017; KAZAK et al., 2016; Kazak y Pratt, 2017; Pinzón Triana et al., 2015; Rizou y Klonari, 2016)
Es una forma exitosa de enseñanza si hay voluntad del estudiante.	3 (12.0 %)	(Horzum y Cakir, 2012; Inzunza, 2016; Sánchez-Cruzado y Sánchez-Compañía, 2020)
Se deben usar métodos distintos a los aplicados en las pasadas tres décadas utilizando lenguajes de programación como R y Python creando un aprendizaje basado en retos.	2 (8.0 %)	(Cuevas et al., 2019; Cuevas y Solís, 2018)
Se debe incorporar al currículo y ser parte de la educación general deseable de un futuro ciudadano, pues le será de utilidad en su vida.	1 (4.0 %)	(Zapata-Cardona, 2020)
La peculiaridad del <i>E-learning</i> al enseñar estadística debe contemplar otros factores: estudiantes, experiencias personales y actitudes hacia la estadística, en un programa educativo particular.	1 (4.0 %)	(Francis, 2010)
Permite manejar y organizar la información facilitando la toma de decisiones como la consideración de predicciones basadas en los datos.	1 (4.0 %)	(Capilla, 2014a)
Contribuye al desarrollo de las habilidades del profesor para construir modelos probabilísticos para su enseñanza.	1 (4.0%)	(Alvarado et al., 2018)
Son escasas las investigaciones que evalúan la efectividad de la simulación en procesos de aprendizaje del Teorema del Límite Central.	1 (4.0%)	(Alvarado Martínez y Retamal Pérez, 2012)
En las preguntas <i>online</i> se debe cuidar su idoneidad en función de los datos de respuesta.	1 (4.0%)	(Titman y Lancaster, 2011)

### 3.3.6. Aspectos favorables del uso de la tecnología

Los aspectos favorables más destacados sobre el uso de la tecnología que señalaron algunos de los artículos revisados son: el potencial de cálculo que ofrece la tecnología computacional para el procesamiento de grandes cantidades de datos de manera precisa e inmediata evitando errores y el esfuerzo del cálculo manual que se requiere en un ambiente de lápiz y papel tradicional (Inzunza, 2016); la retroalimentación instantánea de respuestas automáticas es beneficiosa para los estudiantes (Epstein et al., 2002; citado por Francis, 2010). La constante evolución de las TIC ofrece una amplia

variedad de recursos interactivos y dinámicos adecuados para el aprendizaje combinado, en línea o móvil que -conjuntamente con enfoques pedagógicos en el contexto de la educación estadística- refuerzan el proceso de aprendizaje y motivan a los estudiantes, pues facilitan la comprensión de conceptos difíciles o abstractos en la educación superior (Fernández Morales, 2017).

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Un aspecto sobresaliente, y que podría considerarse una limitación del estudio, es que de los artículos recabados en los distintos buscadores, sólo hubieron 2 referencias de Estados Unidos, que no eran pertinentes para esta investigación por lo que fueron excluidos, y se esperaban más por lo que han encontrado otras investigaciones (Albert Huerta et al., 2014; Cuétara Hernández et al., 2016); sin embargo, hay que recordar que el acceso abierto era una de las condiciones que debían cumplir los artículos para incluirlos en esta revisión sistemática para fines de reproducibilidad, ya que sí había investigaciones en las bases científicas consultadas referentes a la educación estadística y tecnología producidas en Estados Unidos, pero no eran de acceso abierto.

### 4.1. Hallazgos de implementación con tecnología y sugerencias sobre uso

La producción de artículos científicos de acceso abierto del continente europeo el 48.15% sí usa TIC en sus investigaciones; mientras que América sólo 8 artículos (21.05 %) las usan.

Se encontró interesante que 18 artículos que no emplearon las TIC en la implementación de sus investigaciones sí hicieron sugerencias de su uso; 13 de dichos artículos fueron del continente americano, 4 del europeo y 1 del asiático; en 6 de ellos el tema de la investigación fue el análisis de contenido, y las sugerencias van desde que es necesario incorporarlos en los currículos con el fin de que se usen recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza aprendizaje para el desarrollo de entendimiento conceptual y el análisis de datos, así como su uso en el proceso de formación del docente en estadística con el propósito de que pueda realizar experimentos aleatorios lúdicos y cotidianos, tabular y representar mediante gráficos la información con un software educativo, para ello los docentes deben tener buenas habilidades en informática, emplear un enfoque del mundo real y tener capacidad de poner materiales de las lecciones por su utilidad práctica.

En el tema de alfabetización estadística hay 3 artículos que no usaron tecnología, pero sí sugieren su uso porque otras investigaciones señalan que los recursos tecnológicos enriquecen la enseñanza de la probabilidad y estadística para ayudar a los estudiantes a aprender y entender las ideas matemáticas y razonar matemáticamente permitiéndoles comunicar su pensamiento matemático; analizar los datos usando tecnología para comprender la estadística porque es efectiva y ayuda a transmitir información. Los 9 artículos restantes, referentes a los temas trabajo colaborativo, errores en conceptos, dificultad de competencias, inferencia estadística, normativa de enseñanza y actitudes, coinciden en las sugerencias antes descritas.

De los 25 artículos que usaron alguna tecnología en su implementación, siete usaron algún software estadístico (figura 6), seis a nivel universitario y uno en formación de profesores (Excel). Normalmente referían que el software estadístico usado era el que el campus, donde se realizaba la investigación, tenía licencia para su uso; las preferencias de software estadístico utilizado en las investigaciones fueron: Excel, Statgraphics, R, Python, y en tres artículos se usaron en forma combinada dos de estos softwares en la misma investigación.



La universidad fue el nivel educativo con mayor diversidad de tecnologías empleadas en la implementación de las investigaciones: seis usaron programas estadísticos para el procesamiento y análisis de la información, y mediado por TIC: dos algún sitio web, dos el software educativo Tinkerplot o Fathom, y dos otras tecnologías: videos y/o grabaciones; mientras que, solo hay una investigación en los niveles Infantil-Primaria y Bachillerato que hicieron uso de TIC en su implementación. En primaria, usaron Tinkerplots en una secuencia didáctica para que los estudiantes de 11 años tuvieran un acercamiento informal, basado en un razonamiento intuitivo, a la distribución binomial visualizando los “saltos aleatorios de conejos” aprovechando las bondades del programa para la visualización y simulación que permite comprender ideas y conceptos probabilísticos; por otra parte la única investigación que uso TIC en bachillerato fue mediante un sitio web para promover la modelización matemática a partir de la modificación y adecuación de una actividad de la web del proyecto NRICH a partir de situaciones reales para aumentar su autenticidad.

## 4.2. Hallazgos en líneas de investigación

La temática que muestra resultados positivos en su implementación es el trabajo colaborativo, en las 3 propuestas de investigaciones se usan para cultivar y fomentar esta cultura en los universitarios en el aula, 2 de ellas haciendo uso de tecnologías. Se observó en los 3 artículos publicados que es un recurso que obtiene mejores resultados que el trabajo individual, les ayuda a realizar discusiones grupales como medio para compartir e intercambiar conocimientos, les motiva a completar las tareas, los refuerza en los logros académicos y adquieren conocimientos de un modo eficaz, lo que mejora su rendimiento y facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística; mientras que el trabajo individual les resulta aburrido por el enfoque de lectura y toma de notas para aprender el tema (Ali et al., 2011; Rojas, 2011; Zapata-Cardona, 2020).

En relación con la inferencia estadística que es parte importante de la estadística donde el tiempo asignado es reducido y hay temas que llegan a omitirse o dejarse al final del curso, el análisis de la revisión sistemática realizada, sobre artículos de acceso abierto, da evidencia de que se ha hecho poca investigación sobre enseñanza y aprendizaje significativo de estadística inferencial, solo 5 artículos (6.94 % del total) investigaron el tema en un lapso de 11 años y solo 1 artículo de México utilizó TIC en su implementación al introducir los intervalos de confianza en estudiantes de la carrera de estudios internacionales usando datos en contextos reales y herramientas informáticas dinámicas e interactivas que permitían ver en tiempo real los resultados de muestreo (Cazares y Anguiano, 2019a). De los otros 3 artículos a nivel universitario, 2 son de España y fueron dirigidos a profesores en formación, 1 sobre inferencias informales de una variable aleatoria (Ruiz et al., 2011) y el otro para saber si los futuros profesores conocían los errores previsibles que podrían cometer los estudiantes en la inferencia estadística, investigación llevada a cabo con el contraste de hipótesis e intervalos de confianza (López-Martín et al., 2019); el tercero es 1 artículo de México sobre el aprendizaje de la inferencia estadística en estudiantes de la carrera de matemáticas cuyo fin era determinar su nivel de razonamiento estadístico acerca de los conceptos y procesos involucrados en las pruebas de hipótesis (Insunza y Vidal Jiménez, 2013). El cuarto y último artículo en esta línea de investigación se hizo en Chile mediante el análisis de contenido de una propuesta que mostraba utilidad para integrar componentes de inferencia informal en estudiantes de primaria (Sánchez Acevedo y Ruíz Hernández, 2020).

### 4.3. Tendencias

Hay una clara tendencia a utilizar cada vez con mayor frecuencia datos de la vida real en concordancia con el nivel de educación y perfil profesional del estudiante, donde sea él mismo quien elija el tema de su interés sobre el que quiere estudiar la información y la recabe para su posterior procesamiento y análisis; de esa manera el estudiante ve su utilidad y aplicación práctica, lo que le permite y motiva a entender la estadística, logrando así aprendizajes significativos y no solo memorísticos que podrá usar en su vida diaria y profesional.

### 4.4. Futuras líneas de investigación

A partir del análisis realizado se detectan oportunidades de investigación en varios ámbitos educativos: 1) Ajustar la posición de la materia en el currículo, con el fin de generar mayor oportunidad de relacionarla con el ámbito profesional; 2) Fortalecer los modelos de enseñanza mediante metodologías de enseñanza-aprendizaje basadas en las observaciones de diferentes autores; 3) Dar sentido al uso de tecnología en el aula: software, aplicaciones, vídeos como estrategias de enseñanza o como elementos de práctica experimental; 4) Políticas educativas institucionales, creación de materias de marco común formativo -multidisciplinaria-, y 5) Revisión, análisis y curación de materiales disponibles como recursos abiertos para la enseñanza de la probabilidad y estadística.

Es posible realizar ajustes en la ubicación curricular de la materia pensando en su aplicación en el área disciplinar al final del currículum, de manera que se dé énfasis al uso de ejemplos asociados a la disciplina, o bien si la intención es que sea una materia que ayude a formar ciudadanos con un nivel de alfabetización en la estadística elemental, entonces podrá quedar al inicio del currículo, pero el modelo de enseñanza deberá orientarse a problemas genéricos de fácil comprensión. Ambos modelos impactarán en ámbitos de la vida cotidiana del profesional, atendiendo con ello la fundamentación curricular.

A pesar de la gran existencia de materiales, aplicaciones, ejemplos que están desarrolladas como materiales de autoaprendizaje, o de acompañamiento, disponibles en la red, es necesario realizar una fuerte vinculación entre el proceso de enseñanza-aprendizaje, los conocimientos disciplinares previos, los objetos de aprendizaje y su vinculación al proceso de enseñanza-aprendizaje, así como su asociación a un currículo formal.

Por lo antes mencionado y lo comentado en la sección 4.2, nos da un punto de oportunidad para generar un modelo de enseñanza-aprendizaje de estadística inferencial fundamentado a través de la tecnología educativa para medir el efecto en el aprendizaje en estudiantes universitarios, tal vez incidiendo en los puntos críticos de su enseñanza, con el propósito de evaluar los aprendizajes mediados por las tecnologías propuestas, como una solución integral a las diferentes oportunidades localizadas.

## 5. ENLACES

Matriz de búsqueda de la revisión sistemática en formato Introducción, Métodos, Resultado y Discusión (que contiene la bibliografía consultada): <https://bit.ly/3HslP4f>

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Matar, N. (2015). Advancing Statistical Education using Technology and Mobile Devices. *IOSR Journal of Mobile Computing y Application*, 2(1), 18–26. <https://doi.org/10.9790/0050-0211826>
- Albert Huerta, J. A., Ruiz Hernández, B., Álvarez Alfonso, I. y Hugues Galindo, E. (2014). Educación estadística en Latinoamérica: sobre el pensamiento inferencial. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 262–269. <https://bit.ly/3Po7oDq>
- Albert, J. A., Ruiz, B., Inzunza, S., Hernández, S. y López, J. (2016). *Hacia la innovación en educación estadística*. <https://bit.ly/3szsoNp>
- Ali, Z. M., Shahabuddin, F. A., Abidin, N. Z., Suradi, N. R. M. y Mustafa, Z. (2011). Teamwork Culture in Improving the Quality of Learning Basic Statistics Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 18, 326–334. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.046>
- Alpizar Vargas, M., Chavarría Oviedo, L. y Oviedo Rodríguez, C. (2015). Percepción de un grupo de docentes de I y II ciclo de educación general básica de escuelas públicas de Heredia sobre los temas de estadística y probabilidad. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas En Educación,"* 15(1), 1–23. <https://doi.org/10.15517/aie.v15i1.17728>
- Alsina, Á. y Salgado, M. (2019). Ampliando los conocimientos matemáticos en Educación Infantil: la incorporación de la probabilidad. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, 18(36), 225–240. <https://doi.org/10.21703/rexe.20191836alsina6>
- Alvarado, H., Estrella, S., Retamal, L. y Galindo, M. (2018). Intuiciones probabilísticas en estudiantes de ingeniería: implicaciones para la enseñanza de la probabilidad. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 21(2), 131–157. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2121>
- Alvarado Martínez, H. y Retamal Pérez, L. (2012). Dificultades de comprensión del teorema central del límite en estudiantes universitarios. *Educación Matemática*, 24(3), 151–171. <https://bit.ly/3lbS4vA>
- Anton Pérez, J. M. y Rodas Cabanillas, J. L. (2019). Validez y confiabilidad de una escala de actitudes hacia la Estadística. Ucv Hacer. *Revista de Investigación y Cultura*, 8(1), 11–19. <https://doi.org/10.18050/revucvhacer.v8n1a1>
- Aymerich Restoy, À. y Albarracín Gordo, L. (2016). Complejidad en el proceso de modelización de una tarea estadística. *Modelling in Science Education and Learning*, 9(1), 5. <https://bit.ly/38p4zRW>
- Barcarolo, P. H., Votto, T., Braz, G. y Porciuncula, M. (2020). *Apoyo tecnológico para una educación lúdica e interactiva de la estadística - ATELIE*. <https://bit.ly/3PnqWHM>
- Barragués, J. I., Morais, A. y Guisasola, J. (2015). Aspectos Epistemológicos, Históricos y Didácticos del Conocimiento Profesional del Profesorado Universitario de Probabilidad. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 29(51), 183–205. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n51a10>

- Bashina, O., Minashkin, V. y Smelov, P. (2014). Educación estadística: estado actual y áreas de mejora. *Voprosy statistiki*, 10, 68–74. <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2014-0-10-68-74>
- Batanero, C., Gea, M., Arteaga, P., Contreras García, J. M. y Díaz, C. (2018). Conocimiento del contenido de correlación y regresión en futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 21(3), 325–348. <https://bit.ly/3Ng9LGf>
- Berndt, M., Schmidt, F. M., Sailer, M., Fischer, F., Fischer, M. R. y Zottmann, J. M. (2021). Investigating statistical literacy and scientific reasoning y argumentation in medical-, social sciences-, and economics students. *Learning and Individual Differences*, 86, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101963>
- Callingham, R. A. (2010). Issues for the Assessment and Measurement of Statistical Understanding in a Technology-Rich Environment. *International Association of Statistical Education (IASE)*. <https://bit.ly/3LhJSoe>
- Cañadas, G. R., Díaz, C., Batanero, C. y Estepa, A. (2013). Precisión de los Estudiantes de Psicología en la Estimación de la Asociación. *Boletín de Educación Matemática*, 27(47), 759–778. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000400004>
- Capilla, C. (2014a). A case study of applied statistics education in an environmental science degree. *IATED*, 1–9.
- Capilla, C. (2014b). A First Course in Statistics for Computer Engineering Undergraduate Students. *IATED*, 1–9. <https://bit.ly/3sCwbtk>
- Cazares, S. I. y Anguiano, E. I. (2019). Diseño y Evaluación de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje para Intervalos de Confianza basada en Simulación y Datos Reales. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(63), 1–26. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a01>
- Chan, S. W. y Ismail, Z. (2013). Assessing misconceptions in reasoning about variability among high school students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 1478–1483. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.067>
- Chan, S. W., Ismail, Z. y Sumintono, B. (2014). A Rasch Model Analysis on Secondary Students' Statistical Reasoning Ability in Descriptive Statistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 129, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.658>
- Chaves Esquivel, E. (2016). La enseñanza de la Estadística y la Probabilidad, más allá de procedimientos y técnicas. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 0(15), 21–31. <https://bit.ly/3PkFKXM>
- Comas, C., Martins, J. A., Nascimento, M. M., y Estrada, A. (2017). Estudio de las Actitudes hacia la Estadística en Estudiantes de Psicología. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 479–496. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a23>

- Cruz-Ramírez, M., Álvarez-Reyes, S. E. y Pérez-Santos, F. J. (2014). Sobre la Enseñanza de la Distribución de Poisson en Carreras de Ingeniería. *Boletín de Educación Matemática*, 28(50), 1117–1134. <https://bit.ly/3Mm06xT>
- Cuétara Hernández, Y., Salcedo Estrada, I. M. y Hernández Díaz, M. (2016). La Enseñanza de la Estadística : Antecedentes y Actualidad en el Contexto Internacional y Nacional. *Atenas*, 3(35), 1–12. <https://bit.ly/3sDPFxl>
- Cuevas, H. y Ramírez, G. (2018). Desempeño en estocástica entre profesores de educación secundaria: un estudio exploratorio en dos regiones de Costa Rica y México. *Educación Matemática*, 30(1), 93–132. <https://doi.org/10.24844/EM3001.04>
- Cuevas, H. y Solís, C. (2018). Reproducibilidad de la investigación y educación estadística con R Markdown. *Revista de Pedagogía*, 39(105), 57–81. <https://bit.ly/3wrylrH>
- Cuevas, H., Solís Moreira, C. y Silva Contreras, I. (2019). Programación computacional y análisis de datos en educación estadística. *Areté: Revista Digital Del Doctorado En Educación de La Universidad Central de Venezuela*, 5(9), 11–27. <https://bit.ly/39RbdAv>
- Díaz-Levicoy, D., Osorio, M., Arteaga, P. y Rodríguez-Alveal, F. (2018). Gráficos Estadísticos en Libros de Texto de Matemática de Educación Primaria en Perú. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(61), 503–525. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n61a10>
- Escudero-Nahón, A. y González, D. (2017). Propuesta para identificar la investigación de frontera en la Investigación Basada en Diseño sobre nuevos modelos educativos. *Posibles Retos Del Diseño Ante Grandes Cambios*, 932–944.
- Estrella, S. y Olfos, R. (2012). La taxonomía de comprensión gráfica de Curcio a través del gráfico de Minard: una clase en séptimo grado. *Educación Matemática*, 24(2), 123–133.
- Estrella, S., Olfos, R. y Mena-lorca, A. (2015). El conocimiento pedagógico del contenido de estadística en profesores de primaria. *Educ. Pesqui.*, 41(02), 477–493. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022015041858>
- Fernández Morales, A. (2017). Enriqueciendo la experiencia del aprendizaje de Estadística con animaciones interactivas D3.js: Aplicaciones para seguros de las cadenas de Markov. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 7, 25–37. <https://bit.ly/3MkPgS4>
- Francis, G. (2010). Online learning materials: are they put to different uses by online and on campus students? *Actas de La Octava Conferencia Internacional Sobre Estadísticas de La Enseñanza*, 8.
- García-Martínez, J. A., Fallas-Vargas, M. A. y Romero-Hernández, A. (2015). Las actitudes hacia la estadística del estudiantado de orientación. *Revista Electrónica Educare*, 19(1), 25–41. <https://doi.org/10.15359/ree.19-1.2>
- Godino, J. D., Hernán, R. y Arteaga, P. (2012). Inferencia de indicadores de idoneidad didáctica a partir de orientaciones curriculares. *Praxis Educativa*, 7(2), 331–354. <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.7i2.0002>

- Gómez, N. Y. y Jiménez González, A. E. (2015). La estadística como apoyo en los proyectos de investigación universidad-comunidad. reflexiones de una experiencia con semilleros de investigación. *Revista Logos, Ciencia y Tecnología*, 7(1), 27–34. <https://bit.ly/3lfN75a>
- Guerra Véliz, Y., Aguilar García, A. y Leyva Haza, J. (2021). Aprendizaje de la estadística descriptiva en secundaria básica con datos provenientes del consumo de energía. *Horizonte de La Ciencia*, 11(21), 201–215. <https://bit.ly/3Li6KUp>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw Hill.
- Horzum, M. B. y Cakir, O. (2012). Structural Equation Modeling in Readiness, Willingness and Anxiety of Secondary School Students About the Distance Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 369–375. <https://bit.ly/39pxBRk>
- Huynh, M., Baglin, J., y Bedford, A. (2014a). Improving the attitudes of high school students towards statistics: An Island-based approach. *Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics*, July 2014, 9, 1–4. <https://bit.ly/3Mn5XTD>
- Insunza, S. y Vidal Jiménez, J. (2013). Caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes universitarios acerca de las pruebas de hipótesis. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 16(2), 179–211. <https://bit.ly/3Pmgpgb>
- Inzunza Cazarez, S. y Guzman Reyes, M. C. (2011). Comprensión que muestran profesores de secundaria acerca de los conceptos de probabilidad: un estudio exploratorio. *Educación Matemática*, 23(1), 63–95. <https://bit.ly/3sCSGyx>
- Inzunza, S. (2016). Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educacion Matematica*, 28(3), 61–89. <https://bit.ly/3wy73Fk>
- Juárez Duarte, J. A. y Cazares, S. I. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de Matemáticas de bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. *Perfiles Educativos*, 36(146), 14–29. [https://doi.org/10.1016/S0185-2698\(14\)70125-4](https://doi.org/10.1016/S0185-2698(14)70125-4)
- Kazak, S., Fujita, T. y Wegerif, R. (2016). students' informal inference about the binomial distribution of "bunny hops": a dialogic perspective. *statistics education research journal*, 15(2), 46–61. <https://bit.ly/3PqAT7m>
- Kazak, S. y Pratt, D. (2017). Pre-service mathematics teachers' use of probability models in making informal inferences about a chance game. *Statistics Education Research Journal*, 16(2), 287–304. <https://bit.ly/3PqAWQA>
- Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis. An Introduction to its Methodology*. In SAGE.
- Kugley, S., Wade, A., Thomas, J., Mahood, Q., Jørgensen, A. K., Hammerstrøm, K. y Sathe, N. (2017). Searching for studies: a guide to information retrieval for Campbell systematic reviews. *Campbell Systematic Reviews*, 13(1), 1–73. <https://doi.org/10.4073/cm.2016.1>

- Leary, H. y Walker, A. (2018). Meta-Analysis and Meta-Synthesis Methodologies: Rigorously Piecing Together Research. *TechTrends*, 62(5), 525–534. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0312-7>
- Lipič, N. y Ovsenik, M. (2020). The Effect of Statistical Literacy on Response to Environmental Change. *Organizacija*, 53(2), 147–163. <https://doi.org/10.2478/orga-2020-0010>
- López-Martín, María del Mar, Batanero, C., y Gea, M. M. (2019). ¿Conocen los futuros profesores los errores de sus estudiantes en la inferencia estadística? *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 33(64), 672–693. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n64a11>
- Meletiou-Mavrotheris, M. y Serradó Bayés, A. (2012). Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics. *Revista de Universidad y Sociedad Del Conocimiento*, 9(1), 150–165. <https://bit.ly/3wihLAV>
- Menéndez Acuña, E., Cuesta Borges, A. y Sergio, S. S. F. (2013). Una propuesta basada en datos de un ejemplo en contexto para la enseñanza del coeficiente de correlación lineal. *Atenas*, 4(21), 134–146. <https://bit.ly/3MmmzuG>
- Moreno, A., Cardeñoso Domingo, J. M. y González García, F. (2014). La Aleatoriedad en Profesores de Biología y de Matemáticas en Formación: Análisis y Contraste de Significados. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 11(2), 198–215. <https://bit.ly/3sFzUGF>
- Muñoz-Ñungo, O., Maz-machado, A. y Pedrosa-Jesús, C. (2020). Estudio exploratorio de los conocimientos sobre la media en alumnos de educación secundaria. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(1), 22–32. <https://bit.ly/38A1MFj>
- Pinzón Triana, Y. P., Poveda Segura, O. y Pérez Hernández, A. (2015). Un estudio sobre el desarrollo del pensamiento aleatorio usando recursos educativos abiertos. *Revista de Innovación Educativa*, 7(1), 1–13. <https://bit.ly/3lgus93>
- Régnier, J.-C. y Kuznetsova, E. (2014). Teaching of Statistics: Formation of Statistical Reasoning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 154, 99–103. <https://bit.ly/3lbuAXA>
- Rizou, O. y Klonari, A. (2016). Introducing 3D Visualization of Statistical Data in Education Using the i-Use Platform: Examples from Greece. *Review of International Geographical Education Online (RIGEO)*, 6(3), 253–270. <https://bit.ly/3Lh9GAH>
- Rodríguez-Alveal, F. E. (2017). Alfabetización Estadística en Profesores de Distintos Niveles Formativos. *Educación y Realidad*, 42(4), 1459–1477. <https://doi.org/10.1590/2175-623662610>
- Rojas, Y. M. (2011). Problemas del entorno y de la comunidad como fuentes de aprendizaje de la estadística. *Revista de Estudios Sociales*, 38, 143–154. <https://bit.ly/38xwGy3>
- Ruiz, B., Batanero, C. y Arteaga, P. (2011). Vinculación de la Variable Aleatoria y Estadística en la Realización de Inferencias Informales por parte de Futuros Profesores. *Boletim de Educação Matemática*, 24(39), 431–449. <https://bit.ly/3LnOaue>

- Ruíz López, N. (2015). La enseñanza de la Estadística en la Educación Primaria en América Latina. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 13(1), 103–121. <https://bit.ly/3whDwki>
- Ruz, F., Molina-Portillo, E. y García, J. M. C. (2019). Guía de Valorización de la Idoneidad Didáctica de Procesos de Instrucción en Didáctica de la Estadística. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(63), 135–154. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a07>
- Sánchez-Cruzado, C. y Sánchez-Compañía, M. . T. (2020). El modelo flipped classroom, una forma de promover la autorregulación y la metacognición en el desarrollo de la educación estadística. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado. Continuación de La Antigua Revista de Escuelas Normales*, 34(2), 121–142. <https://bit.ly/3FPiBs1>
- Sánchez Acevedo, N. A. y Ruíz Hernández, B. R. (2020). Análisis de las actividades propuestas en dos programas de estudio chilenos en el eje de Estadística y Probabilidad. *IE Revista de Investigación Educativa de La Rediech*, 11, 1–24. <https://doi.org/10.33010/ierierediech.v11i0.776>
- Sánchez, E. (2009). La probabilidad en el programa de estudio de matemáticas de la secundaria en México. *Educación Matemática*, 21(2), 39–77.
- Sepúlveda, A., Díaz-Levicoy, D. y Jara, D. (2018). Evaluación de la comprensión sobre Tablas Estadísticas en estudiantes de Educación Primaria. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(62), 869–886. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a06>
- Silva, M. J., Lima, R. F. y De Sá, P. F. (2019). educación estadística en la educación de jóvenes y adultos. *Revista Brasileña de Educación Científica y Educación Matemática*, 3(2), 514–534.
- Soledad, E. (2014). El formato tabular: Una revisión de literatura. *Actualidades Investigativas En Educación*, 14(2), 1–23. <https://bit.ly/3MjevLq>
- Titman, A. C. y Lancaster, G. A. (2011). Personal Response Systems for Teaching Postgraduate Statistics to Small Groups. *Journal of Statistics Education*, 19(2), 1–20. <https://bit.ly/3wzvVxb>
- Zaidan, A., Ismail, Z., Yusof, Y. M. y Kashefi, H. (2012). Misconceptions in descriptive statistics among postgraduates in social sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 3535–3540. <https://bit.ly/3wuAg4e>
- Zapata-Cardona, L. (2020). Colaboración entre Profesores de Estadística e Investigadores: Aportes al Desarrollo Profesional. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(68), 1285–1303. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68a21>



---

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### Montserrat Lino González

Facultad de Informática de la Universidad de Querétaro

Licenciada en Matemáticas Aplicadas y Computación egresada de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México, con especialidad en Estadística Aplicada por parte del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México y con el grado de Maestra en Didáctica de las Matemáticas por la Universidad Autónoma de Querétaro. Actualmente, cursa el Doctorado en Tecnología Educativa, con línea de investigación en enseñanza estadística inferencial y desarrollo en tecnología educativa.

### Ricardo Chaparro Sánchez

Facultad de Informática de la Universidad de Querétaro

Doctor en Innovación y Tecnología Educativa con mención honorífica, por la Universidad Autónoma de Querétaro. Actualmente es docente investigador de tiempo completo con reconocimiento del perfil deseable PRODEP-SEP, miembro del Cuerpo Académico consolidado "Innovación Educativa y Tecnología" y de los núcleos académicos básicos de los programas del Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa y Maestría en Innovación en Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje, además de participar en los programas de Doctorado y Maestría en Ciencias de la Computación, todos acreditados por el CONACYT. Tiene los reconocimientos de Senior Member del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y del ACM (Association for Computing Machinery), además de ser miembro asociado del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE). Sus áreas de investigación son calidad y acreditación en la educación no presencial e innovación educativa mediante tecnología, Inteligencia Artificial.



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).