



Revista Educación
ISSN: 0379-7082
ISSN: 2215-2644
revedu@gmail.com
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Educación Estadística: tendencias para su enseñanza y aprendizaje en educación secundaria y terciaria

Zamora Araya, José Andrey; Aguilar Fernández, Eduardo; Guillén Oviedo, Helen Susana
Educación Estadística: tendencias para su enseñanza y aprendizaje en educación secundaria y terciaria
Revista Educación, vol. 46, núm. 1, 2022
Universidad de Costa Rica, Costa Rica
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44068165019>
DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.43494>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 3.0 Internacional.

Educación Estadística: tendencias para su enseñanza y aprendizaje en educación secundaria y terciaria

Statistics Education: Teaching and Learning Trends in High School and College

José Andrey Zamora Araya
Universidad Nacional, Costa Rica
jzamo@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-6050-5850>

DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.43494>
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44068165019>

Eduardo Aguilar Fernández
Universidad Nacional, Costa Rica
eduardo.aguilar.fernandez@una.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-7864-2391>

Helen Susana Guillén Oviedo
Universidad Nacional, Costa Rica
hellen.guillen.oviedo@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-5996-7772>

Recepción: 31 Agosto 2020
Aprobación: 25 Marzo 2021

RESUMEN:

La Estadística se ha convertido en una disciplina importante en la era de la información debido a las herramientas que aporta para el análisis e interpretación de datos, a tal punto que la Educación Estadística es considerada como una disciplina nueva y emergente. Es por ello que el objetivo del presente documento consiste en realizar una revisión bibliográfica que permita obtener información relacionada con el desarrollo de investigaciones de carácter científico sobre diferentes elementos que pueden considerarse en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la Educación Estadística durante el período 2010-2019 y que han derivado en distintos aportes para su implementación en el aula. Para ello, se realizó una búsqueda en revistas indexadas en las bases de datos de Scopus y EBSCO, y mediante un proceso de codificación se asignaron términos claves a cada documento. A partir de esta codificación se proponen cinco tendencias: sentido estadístico, uso de tecnologías, actitudes hacia la Estadística, conocimiento del profesorado y aprendizaje activo. El análisis de los documentos muestra la importancia de promover la alfabetización, razonamiento y pensamiento estadísticos en el aula mediante actividades que involucren el uso de recursos tecnológicos, aprendizaje activo y la necesidad por parte del profesorado de contar con conocimientos disciplinares y pedagógicos que favorezcan actitudes positivas hacia la Estadística. Se espera que esta sistematización favorezca la reflexión y una visión crítica sobre la forma de impartir temas de Estadística, y promueva en las personas docentes la necesidad de impulsar una adecuada formación estadística en sus estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje activo, Tecnología, Sentido estadístico, Actitudes hacia la Estadística, Conocimiento del profesorado, Educación, Estadística.

ABSTRACT:

Statistics has become an important field during the information age since it is used as a data analysis and interpretation tool. Statistics Education is considered to be a new and emerging discipline. A bibliographic review was conducted to probe about existing scientific research related to the teaching of Statistics from 2010 -2019 that have been applied in the classroom. First, a search for indexed journals was performed on two databases - *Scopus* and *EBSCO*. A code was assigned to each of the documents found in the search which were then classified according to five categories: Statistical Sense, Use of Technology, Attitude towards Statistics. Teacher Knowledge and Active Learning. The bibliographic review revealed that there is a need to improve statistical literacy, reasoning and thought in the classroom through activities that tap into technology, active learning and teacher Statistics knowledge. Disciplinary and pedagogical insight is required to foster a positive attitude among students towards Statistics. This systematization effort will encourage critical reflection on how to teach this subject matter and foster satisfactory Statistical training among students.

KEYWORDS: Active Learning, Technology, Statistical Sense, Attitudes towards Statistics, Teacher Knowledge, Education, Statistics.

INTRODUCCIÓN

La Estadística se ha convertido en una disciplina de gran relevancia en las sociedades actuales dado a la forma en la que trata la información con el fin de realizar inferencias y generar predicciones, así como para la toma de decisiones. También ha crecido el interés por incorporar su enseñanza en los diferentes niveles educativos.

Sin embargo, esta inclusión ha generado una serie de discusiones en cuanto a la forma en la que los diferentes cursos de la disciplina deben abordarse. Por ejemplo, para la década de 1990, la Educación Estadística estaba incorporada en los planes de estudio de matemáticas y ciencias en diversas partes del mundo, y se señalaba que esta debía enfocarse en el desarrollo de la alfabetización, el razonamiento y el pensamiento estadístico (Ben-Zvi y Garfield, 2008). Además, aunque se habían realizado esfuerzos por mejorar el aspecto cognitivo de su enseñanza, existía poca atención a elementos de otra naturaleza, como los sentimientos, actitudes, creencias, intereses, expectativas y motivaciones del estudiantado (Gal y Ginsburg, 1994).

Moore (1997) planteaba la necesidad de revisar la forma en que los cursos de Estadística eran planteados, con el fin de modificar el modelo de enseñanza tradicional con la incorporación de un modelo constructivista que consideraba a la persona docente como guía del proceso educativo, así como la recomendación de dar la oportunidad al estudiantado de experimentar con datos reales.

Batanero (2000) destacaba que las teorías del aprendizaje enfocadas en el papel de la resolución de problemas, la actividad del estudiantado en la construcción del conocimiento –así como de la formulación, validación e institucionalización–, el papel de los proyectos estadísticos y la experimentación con fenómenos aleatorios en los procesos educativos, adquieren gran relevancia; pues introducen a las personas en la investigación, despiertan el interés por la Estadística como medio para enfrentar diferentes problemas de la vida cotidiana y les brinda la oportunidad de apreciar el trabajo que se aborda desde esta disciplina.

Además de los diferentes estudios que trataban de comprender cómo el estudiantado aprende Estadística, otro grupo de investigaciones eran propuestas con el fin de estudiar el conocimiento del profesorado, en formación o en ejercicio, sobre temas de Estadística y Probabilidad, y cómo esa comprensión se desarrolla en diferentes contextos (Leavy, 2006; Pfannkuch, 2006).

Por otro lado, a inicios del siglo XXI, la Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report (Aliaga et al., 2005), proyecto auspiciado por la American Statistical Association (ASA), proponía una serie de recomendaciones para la enseñanza y aprendizaje de la Estadística –tanto en cursos universitarios introductorios como a nivel de la educación secundaria– en las que se mencionaba, entre otros aspectos, hacer énfasis en la comprensión de los conceptos, implementar el aprendizaje activo y el uso de la tecnología para el desarrollo de los conceptos y el análisis de los datos.

Dada la cantidad de investigaciones relacionadas con la Educación Estadística, se menciona que esta se ha desarrollado como una disciplina nueva y emergente (Garfield y Ben-Zvi, 2008), considerada como un área de investigación que ha ido creciendo en busca de la implementación de nuevas técnicas de instrucción para lograr un equilibrio apropiado entre la teoría y sus aplicaciones.

De esta manera, el objetivo del presente documento consiste en realizar una revisión bibliográfica que permita obtener información relacionada con el desarrollo de investigaciones de carácter científico sobre diferentes elementos que pueden considerarse en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la Educación Estadística durante el período 2010-2019 y que han derivado distintos aportes para su implementación en el aula.

METODOLOGÍA

Método

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos sobre Educación Estadística en las bases de datos de Scopus y EBSCO (Academic Search Ultimate, Education Research Complete), publicados entre 2010 y 2019 inclusive. La elección de las bases de datos se refiere principalmente a la rigurosidad de las revistas que las componen, algunas de ellas especializadas en Educación Estadística, por ejemplo, *Journal Statistics Education*, *Statistics Education Research Journal* y *Teaching Statistics Trust*, entre otras, y a la calidad en el campo de la educación que poseen, así como la disponibilidad de acceso a ellas.

Criterios de selección

Los criterios de búsqueda para los documentos fueron los siguientes: (a) artículos de acceso abierto, (b) en idioma inglés o español, (c) artículos de revista publicados en línea entre los años 2010 y 2019, y (d) con palabras clave referentes a enseñanza de la estadística (teaching statistics), didáctica de la estadística (statistics education) y tendencia en didáctica de la estadística (teaching statistic trends).

Asimismo, se excluyeron los artículos referidos a revisiones bibliográficas o relacionados con la educación primaria o preescolar, pues la búsqueda se concentra en temas relacionados con la enseñanza y aprendizaje de la Estadística en la educación secundaria y universitaria.

Una vez recopilada la información se eligieron un total de 56 documentos que cumplieron con los criterios de selección (44 en idioma inglés y 12 en idioma español). Posteriormente, se tomaron notas acerca de las personas autoras, palabras claves, año de publicación, idioma, resumen del documento, propósitos del estudio, tipo de estudio (cuantitativo, cualitativo, propuesta didáctica), metodologías de trabajo o análisis, principales resultados y conclusiones.

Con base en estos aspectos se asignaron de tres a cinco términos claves para cada artículo, por ejemplo, *pensamiento estadístico*, *ansiedad estadística*, *aprendizaje en línea*, entre otros que surgieron de la repetición de conceptos en las notas. Luego, se realizó una segunda codificación, la cual consistió en agrupar los términos obtenidos de las notas en conceptos más amplios o temáticas generales.

RESULTADOS

Como resultado de la segunda codificación se lograron establecer cinco áreas en las que se han desarrollado las investigaciones en torno a la Educación Estadística, las cuales son consideradas por el equipo investigador como tendencias que orientan las acciones puestas en marcha para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en esta disciplina (Tabla 1).

TABLA 1
Descripción de las tendencias identificadas en la revisión bibliográfica

Codificación previa	Número de artículos	Tendencia
Uso del lenguaje, pensamiento estadístico, cultura estadística, razonamiento estadístico, alfabetización estadística.	13	Sentido estadístico
Aprendizaje en línea, simulaciones, uso de <i>software</i> , visualización, TIC.	9	Uso de la tecnología
Aplicación de instrumentos de medición (SAS, ATS, SATS, STARS), ansiedad, autoeficacia, motivación.	7	Actitudes hacia la estadística
Conocimiento del contenido disciplinar, conocimiento pedagógico, idoneidad didáctica, formación del profesorado, habilidades docentes.	5	Conocimiento del profesorado
Aprendizaje por proyectos, clase invertida, experiencia de aula, estrategias de enseñanza, resolución de problemas.	22	Aprendizaje activo

Fuente: elaboración propia.

La agrupación de términos similares, en determinados artículos seleccionados que se muestra en la Tabla 1, permitió un análisis por parte del equipo investigador que sintetizó dichos conceptos en constructos que reflejaran las principales características de los documentos. Dichos constructos son considerados tendencias en el sentido que representan los temas centrales sobre los cuales tratan los estudios recopilados en esta revisión. Es importante mencionar que varios documentos presentan elementos de dos o más tendencias, por ejemplo, uso de tecnología con aprendizaje activo. Para asignar el artículo a una tendencia en particular se usaron como criterios el objetivo principal del escrito y las conclusiones realizadas.

Asimismo, las metodologías de investigación se clasificaron de acuerdo con el tipo de análisis de la información realizado en cada documento. Una parte de los documentos utilizó, como medio para apoyar sus conclusiones, técnicas de análisis cuantitativo, como regresión lineal múltiple, ANOVAS, modelos jerárquicos, validación de escalas o análisis descriptivos (Brisbin y Maranhao, 2019; Huey et al., 2018; Kulkarni et al., 2019; Nielsen y Kreiner, 2018); o bien técnicas cualitativas, como el estudio de casos, la codificación axial, análisis de discurso y entrevistas a profundidad (Moreira y Samá, 2014; Sánchez y Gómez, 2015; Strayer et al., 2019). Sin embargo, una considerable cantidad de artículos ejecutan propuestas didácticas mediante actividades de aula, o bien, plantean propuestas para ser adaptadas a diferentes contextos, en las cuales destacan: aprendizaje basado en proyectos y desarrollo de aplicaciones para comprender conceptos estadísticos (Brown, 2019; Liu, 2017; Rodríguez y Sánchez, 2016; Ruggieri, 2019). La Tabla 2 muestra un resumen de los tipos de estudio presentes en la revisión.

TABLA 2
Cantidad de estudios por tendencia según el tipo de estudio utilizado

Tendencias	Tipos de estudio			Recursos didácticos y propuestas
	Aplicación de técnicas cuantitativas	Aplicación de técnicas cualitativas		
Conocimiento del profesorado	2	1	2	5
Actitudes hacia la Estadística	6	0	1	7
Tecnología	5	1	3	9
Sentido estocástico	5	4	6	15
Aprendizaje activo	5	3	12	20
Total	23	9	24	56

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta una síntesis de las tendencias en Educación Estadística identificadas en la revisión bibliográfica, sus características y formas de incorporarlas como parte de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de esta área de conocimiento.

SENTIDO ESTADÍSTICO

El término sentido estadístico es definido inicialmente como la unión de la cultura estadística y el razonamiento estadístico (Batanero et al., 2013); se toma en cuenta, para la definición de la cultura estadística, las ideas de Gal (2002) descritas para el término *statistical literacy* (alfabetización estadística), mientras que para describir el razonamiento estadístico consideran los aspectos desarrollados en el modelo de Wild y Pfannkuch (1999), propuesto para el concepto de *statistical thinking* (pensamiento estadístico). Es importante mencionar que el término cultura estadística constituye la denominación en el idioma español del concepto *statistical literacy*, hecha por Batanero (2004) y de uso común en el mundo hispanohablante; sin embargo, para la presente revisión se considera el uso de la expresión *alfabetización estadística*, más cercana a su contraparte anglosajona. Seguidamente se presenta una revisión breve del significado de estos términos.

La alfabetización estadística involucra la habilidad de la persona de interpretar y evaluar críticamente información estadística, argumentos relacionados con datos de investigación y fenómenos estocásticos que pueden encontrarse en diferentes contextos, así como la capacidad de comunicar sus reacciones, interpretaciones y opiniones sobre las implicaciones de la información (Garfield y Gal, 1999). La alfabetización estadística es necesaria en prácticas diarias, como en la lectura de prensa o la interpretación de información en Internet, la participación en encuestas o elecciones, o hasta la interpretación de un diagnóstico médico (Batanero et al., 2013).

Por otra parte, el razonamiento estadístico puede definirse como la forma en que las personas realizan procesos de razonamiento a partir de las ideas estadísticas. Para así dar sentido a la información estadística (Garfield y Gal, 1999). Esto implica realizar interpretaciones basadas en conjuntos de datos, representaciones gráficas y resúmenes estadísticos (Garfield, 2002). Asimismo, en presencia de incertidumbre y con base en la información que se posee, el razonamiento permite la toma de decisiones adecuadas (Batanero et al., 2013). Por lo tanto, el razonamiento estadístico significa comprender y ser capaz de explicar e interpretar adecuadamente los procesos y los resultados estadísticos.

En cuanto al término pensamiento estadístico, Wild y Pfannkuch (1999), mediante la aplicación de una serie de entrevistas, lograron desarrollar un marco de referencia que involucra cuatro dimensiones: (a) el ciclo de investigación, que incluye aspectos relacionados con las formas en cómo se actúa y en lo que se piensa en el momento de llevar a cabo una investigación estadística; (b) los tipos de pensamientos, que consideran aspectos generales del pensamiento, así como elementos centrales del pensamiento estadístico; (c) el ciclo interrogativo, en donde intervienen actividades empleadas en la resolución de problemas, y (d) las disposiciones, que hacen referencia a las cualidades personales que afectan el ingreso a un tipo de pensamiento. Estos aspectos pretenden organizar algunos de los elementos que intervienen en el pensamiento estadístico, presentes también en el proceso de investigación que involucra el manejo de datos.

Por otra parte, aunque inicialmente el término *sentido estadístico* fue definido como la unión de alfabetización estadística y razonamiento estadístico (Batanero et al., 2013), se tomaron en consideración para el razonamiento estadístico las ideas del modelo desarrollado para el concepto de pensamiento estadístico; según delMas (2004), tanto el razonamiento como el pensamiento estadístico pueden presentarse de manera simultánea cuando se resuelve un problema que incluye Estadística; sin embargo, de acuerdo con la naturaleza de la tarea, es posible tener una distinción entre ambos conceptos.

Con base en lo anterior, en esta investigación se considera el sentido estadístico como la unión de la alfabetización, razonamiento y pensamiento estadístico. Se toma en cuenta que la alfabetización estadística involucra el conocimiento de las ideas fundamentales de la Estadística, el razonamiento, como la capacidad para explicar o justificar los resultados o conclusiones que se derivan del estudio de los datos; mientras que el pensamiento constituye la habilidad para decidir el momento y la forma en que debe aplicarse el conocimiento y los procedimientos estadísticos. Por ello, es importante evaluar las investigaciones sobre el sentido estadístico que permitan comprender y entender cómo se está trabajando en el currículo escolar la alfabetización, el razonamiento y el pensamiento estadístico.

Al respecto, las investigaciones relacionadas con el sentido estadístico, consideradas para esta revisión, centran su atención en la comprensión de conceptos, desarrollo y evaluación de competencias, más que en la repetición de procesos algorítmicos, en particular en los cursos introductorios de Estadística en diferentes áreas del conocimiento (Dunn et al., 2016; Rodríguez-Alveal, 2017; White, 2014), en concordancia con las recomendaciones dictadas por la GAISE sobre la enseñanza de la Estadística (Carver et al. 2016).

Es por ello que la mayoría de los estudios realizan propuestas didácticas que consideran como parte fundamental el contexto y la aplicación de los conocimientos a datos reales, en muchas ocasiones recolectados por el propio estudiantado mediante proyectos, o bien, estudios de caso proporcionados por el profesorado (Brown, 2019; Liu, 2017; Weiland, 2016). De esta manera, los estudios en esta tendencia pretenden brindar opciones al profesorado de cómo abordar ciertos contenidos de Estadística y, a su vez, dar evidencia empírica de su aplicabilidad en ambientes de aula.

Por su parte, Rodríguez-Alveal (2017) menciona que la enseñanza de la Estadística no debe limitarse a la memorización de contenidos o la resolución de ejercicios de manera mecánica, provocada muchas veces por actividades que plantean situaciones no empíricas, pues en ocasiones se confunden los objetivos de su enseñanza, ya que se reducen al cálculo de medidas y la construcción guiada de tablas y gráficos, sin realizar una interpretación crítica de las estadísticas o conceptos relacionados.

Por lo tanto, el uso de actividades contextualizadas puede contribuir a captar el sentido y aplicación de la Estadística en el estudiantado. Además, puede entenderse que la Estadística se desarrollara para aprender más sobre las situaciones del entorno, al crear oportunidades para tener experiencias consistentes con la disciplina, no solo como un conjunto de cálculos y rutinas para responder preguntas sin contextualizar, sino orientadas a la adecuada comprensión de los conceptos y la interpretación de los resultados.

USO DE TECNOLOGÍA

Los cambios que ha provocado el fenómeno de la globalización en el ritmo de vida de las personas no han sido ajenos a la Educación, la cual ha incorporado una serie de herramientas con el propósito de contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado, en la actualidad, los análisis de información involucran gran cantidad de datos que se interpretan con el fin de establecer relaciones, ya sea de naturaleza causal o correlacional.

En esta nueva dinámica, el uso de *software* se convierte en un medio de comunicación algorítmica, pero no de interpretación de la información, lo cual hace necesario un replanteamiento de los temas y el enfoque de la Educación Estadística (Kaplan, 2018). Diferentes estudios han señalado que el uso apropiado del *software* estadístico puede hacer que los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Estadística sean más efectivos, ya que fomenta el aprendizaje activo, mejora la comprensión de los conceptos estadísticos por parte del estudiantado y sus habilidades para resolver problemas (Chance et al., 2007).

Entre los aspectos que se han destacado a partir de las experiencias desarrolladas con ayuda de herramientas tecnológicas en las clases de Estadística, se menciona que el uso adecuado de *software* en la enseñanza puede contribuir a una mejora en el aprendizaje de conceptos estadísticos, así como al desarrollo de habilidades para su aplicación. Un ejemplo es el *software* estadístico *GeoGebra*, que representa una oportunidad para la enseñanza de la disciplina, pues al ser libre, gratuito y con una gran comunidad de personas usuarias, es posible encontrar y crear muchos recursos que favorezcan el sentido estadístico. No obstante, también representa un desafío con respecto a su manejo, que tiene que ver con el dominio de habilidades de programación; sin embargo, al experimentar sus fortalezas en el análisis de datos, las personas recomiendan su utilización en las clases de Estadística (Stemock y Kerns, 2019).

Por ello, es importante mencionar que en esta revisión la mayoría de los artículos sobre tecnología plantean el uso de algún tipo de *software* como herramienta de cálculo y como medio para visualizar y entender de forma más simple conceptos de difícil comprensión (Miranda, 2018; Stemock y Kerns, 2019); pues, al dejar el procesamiento de la información al computador, se dispone de mayor cantidad de tiempo para profundizar en los conceptos y las interpretaciones.

Adicionalmente, los estudios señalan que los cursos en línea son cada vez más comunes y cómo la enseñanza virtual e híbrida va ganando terreno en las instituciones, en particular de educación superior. Aunado a esto está la necesidad de análisis de una cantidad cada vez mayor de información, que hace indispensable el uso de plataformas informáticas y *software* especializado para poder desarrollar las competencias requeridas por las personas profesionales en el siglo XXI (Barrera y López, 2019; Obregón y Flores, 2019).

A manera de ejemplo, el paquete *Shiny* en R es una herramienta que puede utilizarse en la construcción de aplicaciones para una variedad de propósitos. Por ejemplo, *Shiny* ha sido utilizado para generar simulaciones interactivas en la enseñanza de temas como los intervalos de confianza y el concepto de función de densidad de probabilidad. Estas propuestas pedagógicas han mostrado que aplicaciones como esta permiten al estudiantado generar discusiones, comprender los conceptos con un enfoque práctico y contribuir a su retención gracias a la ayuda visual que proporcionan (Miranda, 2018).

Asimismo, el uso de aplicaciones puede contribuir a dar una visión intuitiva de un concepto al que se quiere dar un tratamiento formal, y el uso de la visualización dinámica interactiva permite exponer al estudiantado a las variantes a la hora de cambiar los parámetros, así como las diferencias entre los distintos modelos, con lo que se logra una mejora en las experiencias de aprendizaje (Kulkarni et al., 2019).

Por otra parte, el uso de plataformas educativas representa un elemento de apoyo al estudiantado durante su proceso de aprendizaje y contribuye con el trabajo del profesorado, ya que le permite crear contenido que incorpora experiencias que integran en su vida cotidiana. Además, las experiencias que se obtengan de una enseñanza virtual, orientada a la construcción de contenidos pertinentes a un aprendizaje contextualizado, serán de vital importancia en el proceso de objetivación de información (Obregón y Flores, 2019).

Asimismo, los cursos que implementan una variedad de estrategias de instrucción, así como sus características de diseño, ayudan a las personas a aprender Estadística mediante el uso de los entornos en línea. Una preparación más eficiente en el desempeño profesional para la resolución de problemas y el fortalecimiento de las capacidades transformadoras de las personas participantes en este proceso han sido posibles debido a la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el campo de la Educación Estadística (Faustino y Pérez, 2013).

En términos generales, se han logrado identificar progresos en el aprendizaje cuando el método de enseñanza empleado incorpora diferentes recursos didácticos; sin embargo, el uso de recursos tecnológicos también plantea una serie de situaciones que deben ser tomadas en cuenta; por ejemplo, el contexto, la disponibilidad y calidad de los equipos, la infraestructura y el tipo de tecnología que pueden implementarse en las clases de Estadística.

ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA

La Estadística, como disciplina científica, ha cobrado gran importancia debido al auge de la era de la información y comunicación. Por una parte, a medida que se facilita la obtención de datos, cuyo volumen es cada vez mayor, surge la necesidad de describir, clasificar, representar y obtener información útil a partir del análisis de datos; por lo que este campo de estudio se ha vuelto una herramienta indispensable en la formación de profesionales de diversas disciplinas, lo que se evidencia en la presencia que tiene en el currículum académico de las carreras universitarias.

Es aquí donde el estudio de las actitudes hacia esta asignatura cobra vigencia, ya que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje; así como en el comportamiento que el estudiantado tiene hacia la materia una vez que se encuentra fuera del salón de clases. Al mismo tiempo, contribuye en la decisión de las personas por conocer más sobre la disciplina, al percatarse de la utilidad que tiene para su área de conocimiento (Gal et al., 1997).

Por otro lado, el estudio de las actitudes hacia las asignaturas, cuyo contenido lleva implícito un alto grado de razonamiento lógico-matemático o cuantitativo, se ha realizado durante muchos años y sigue vigente. Esto se debe, en parte, al hecho de que investigaciones en el ámbito educacional han mostrado que las actitudes positivas representan un factor que favorece el aprendizaje, el rendimiento académico y, en el caso de la Estadística, aumenta la motivación estudiantil en cursos cuyos contenidos son predominantemente cuantitativos, en especial en áreas ajenas a las ciencias exactas (Zamora-Araya, 2020).

En contraste, actitudes negativas pueden convertirse en obstáculos que limitan las posibilidades de éxito académico y, en particular, la ansiedad ha mostrado tener una relación inversa con las actitudes hacia los campos científicos en general (Ordóñez et al., 2019).

Al respecto, Coetzee y Merwe (2010) expresan que las actitudes hacia la Estadística son un concepto multidimensional, donde en primera instancia se considera un dominio afectivo, como las emociones y la motivación; posteriormente, un dominio cognitivo como las creencias y el conocimiento sobre la disciplina; finalmente, un dominio del comportamiento con respecto a las tendencias en el estudio del contenido.

De igual forma, Estrada et al. (2011) mencionan que las actitudes hacia una materia provienen de: (a) el conocimiento de la asignatura adquirida en la vida cotidiana, (b) experiencias previas al aprendizaje y (c) la conexión que las personas hacen con las demás.

Por otra parte, Peters et al. (2014) afirman que la Estadística, además de involucrar un pensamiento lógico, requiere de un pensamiento crítico, así como de habilidades para representar e interpretar datos, calcular probabilidades, comprender las nociones de distribución, variabilidad, muestreo e inferencia estadística, con el fin de sacar conclusiones a partir de los datos, generalmente mediante un razonamiento de tipo inductivo (Ordóñez et al., 2019).

Pero, ¿qué se entiende como actitudes hacia la Estadística? Para Gal et al. (1997) representan la suma de emociones y sentimientos durante el período de aprendizaje de una materia. Es así como se han diseñado instrumentos para medir las actitudes hacia la Estadística por parte del estudiantado, siendo los más usados: (a) *Statistic Attitude Survey (SAS)*: creada por Roberts y Bilderback (1980) para predecir el rendimiento académico basado en una medida global de actitud hacia la Estadística; no obstante, ha recibido críticas por su carácter unidimensional que no es compatible con la mayoría de las teorías de actitud, y porque algunos ítems evalúan conocimiento estadístico (Gal y Ginsburg, 1994; Wise 1985); (b) *Attitudes Toward Statistics (ATS)*: creada por Wise (1985), que trata de subsanar algunos problemas del SAS; Wise (1985) incluye dos dimensiones que llamó *Campo*, actitudes hacia el campo de la Estadística y Curso, actitudes hacia el curso en que el estudiantado se matriculó; (c) *Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS)*: creada por Shau a principios de los años 1990 en un intento por mejorar las escalas anteriores y que mide cuatro dimensiones: afecto, valor, competencia cognitiva y dificultad, posteriormente se actualizó con 8 ítems más que incluyen las dimensiones de esfuerzo e interés (SATS-36) (Schau et al., 1995).

También se han desarrollado instrumentos para evaluar la autoeficacia del profesorado en temas de Estadística. Uno de ellos es la *Self-Efficacy to Teach Statistics (SETS)*, el cual mide la eficacia de la enseñanza del profesorado en el área de Estadística.

La SETS tiene dos versiones, una para docentes de *middle school* SETS-MS, que posee 26 ítems en escala tipo Likert (de 1 a 6) sobre aspectos relacionados con la lectura de datos y la lectura entre los datos (Harrell et al., 2014). La segunda versión para docentes de *high school* (SETS-HS), que agrega a la escala anterior 18 ítems relacionados con la interpretación de datos cualitativos y cuantitativos, junto con el hacer inferencias y justificación de conclusiones. Ambas escalas, siguen las recomendaciones de la GAISE Pre-k-12 (Franklin et al., 2007; Harrell et al., 2014).

Otra escala es la *Attitudes Scale in relation to Statistics (EAEE)* que, además de actitudes, incorpora elementos pedagógicos que intentan medir el grado de confianza que posee el profesorado sobre su desempeño y capacidad para impartir temas en el área de Estadística (Estrada, 2002).

En cuanto a los artículos analizados, todos utilizan instrumentos ya conocidos como el SAT-36 o el SETS o proponen validar uno propio. Luego de describir las principales características psicométricas de las escalas, ya sea por medio de la teoría clásica de los test o la teoría de respuesta a los ítems, se elaboran análisis multivariados exploratorios y confirmatorios que permitan contrastar las hipótesis de investigación, por lo general relacionadas con el rendimiento académico del estudiantado o las competencias docentes del profesorado en temas de Estadística.

Dentro de los principales resultados de estas investigaciones destaca el hecho de que el nivel de actitud del estudiantado decrece con el tiempo en cuanto a la presencia de comportamientos diferenciales de los ítems en variables como edad y disciplina académica, la confirmación de marcos conceptuales, la correlación de las actitudes con otros constructos, como la autoeficacia o la ansiedad, y, ante todo, el papel relevante que juegan las actitudes en el aprendizaje de la Estadística (de Oliveira et al., 2018; Nielsen y Kreiner, 2018; Rodríguez y Gil, 2019; van Appel y Durandt, 2018).

En resumen, la medición y evaluación de las actitudes reviste importancia en el ámbito de la investigación educativa debido a su relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje; por ello, no es sorpresa que, en la literatura sobre Educación Estadística, diferentes estudios aborden y profundicen sobre esta temática y sus repercusiones en el ámbito académico. Además, las investigaciones se enfocan en dos facetas del fenómeno: las actitudes del estudiantado hacia la Estadística, tanto a nivel de secundaria como de universidad y las actitudes del profesorado hacia la enseñanza de temas relacionados con esta asignatura.

CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESORADO

Esta tendencia se relaciona con los conocimientos y habilidades que debe tener el profesorado para enseñar de una manera efectiva temas de Estadística, pues la base de conocimientos estadísticos y pedagógicos del personal docente para enseñar temas propios de la disciplina debe ser suficiente y adecuada. En esta línea, existen algunos antecedentes al respecto. Por ejemplo, Shulman (1986) propuso el término *conocimiento del contenido pedagógico*, PCK por sus siglas en inglés (Pedagogical Content Knowledge), para referirse al conocimiento requerido por el personal docente para hacer accesible el contenido de una asignatura al estudiantado.

Asimismo, es necesario, aunque no suficiente, que el profesorado conozca de la materia que está impartiendo, lo que es retomado en el modelo de *aprendizaje de la Matemática para la enseñanza*, LMT por sus siglas en inglés (Learning Mathematics for Teaching), y el modelo de *contenido matemático para la enseñanza*, MTK por sus siglas en inglés (Mathematical Teaching Knowledge), que consiste en una combinación tanto del conocimiento disciplinar, en este caso de Matemática, como del pedagógico requerido por el profesorado para dirigir los procesos de enseñanza y aprendizaje (Loewenberg et al., 2008).

Por su parte, Groth (2013) describe un marco de referencia sobre el conocimiento necesario para enseñar Estadística y así motivar la investigación empírica sobre el tema, aunque el mismo autor señala que su propuesta es tan solo un punto de partida sobre el campo. En la misma línea y siguiendo las ideas del modelo MTK y la noción de competencia de la enseñanza de las matemáticas de Schoenfeld y Kilpatrick (2008); Godino et al. (2007) proponen el Enfoque *Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática* (EOS), que involucra seis dimensiones: epistemológica, cognitiva, afectiva, interaccional, mediacional y ecológica.

Otro ejemplo de marco conceptual sobre el conocimiento especializado docente, pero centrado en la enseñanza de la Estadística, es el desarrollado por Haines (2015), quien, con base en otros marcos (Groth, 2013; Schoenfeld y Kilpatrick, 2008; Shulman, 1986), plantea el denominado *Advanced Placement Statistics Teaching Knowledge* (APSTK) como un medio para evaluar el nivel de conocimiento del profesorado de Estadística en el nivel de educación secundaria.

El APSTK se basa en investigaciones relacionadas con el contenido matemático, estadístico y pedagógico que debe poseer la persona educadora al momento de enseñar. Se subdivide en dos constructos más específicos: el primero de ellos se denomina *Advanced Placement Statistics Content Knowledge* (APSCK), que consiste en el conocimiento del contenido especializado para enseñar una materia; el segundo de ellos es el *Advanced Placement Statistics Pedagogical Content Knowledge* (APSPCK), que se refiere al aprendizaje del estudiantado en materias específicas y a la habilidad para ajustar las estrategias pedagógicas (Schoenfeld y Kilpatrick, 2008; Shulman, 1986).

Adicionalmente, el APSTK se nutre del marco propuesto por Groth (2013), quien propone un conocimiento especializado del contenido único para la enseñanza de la Estadística, diferente al de la Matemática; si bien considera importante que el profesorado dedicado a la enseñanza de la Estadística conozca de la disciplina, también afirma que es el encargado de hacerle entender y, al mismo tiempo, evaluar al estudiantado el razonamiento estadístico, lo que a su vez involucra la capacidad del personal docente para hacer que el contenido sea comprensible para el grupo de estudiantes.

Consecuentemente, el APSPCK se centra en cómo el personal docente que enseña Estadística combina su conocimiento del contenido y el del estudiantado en un contexto particular para hacer más comprensible los tópicos de Estadística, a la vez que reconoce micro concepciones, errores de procedimiento y conceptuales. También procura hacer más fácil el aprendizaje, interpretación y formulación de preguntas en temas específicos (Haines, 2015).

Los artículos analizados en esta revisión, referentes al conocimiento especializado del profesorado de Estadística, retoman los marcos teóricos mencionados anteriormente y los aplican a dos contextos. El primero de ellos es el del profesorado en formación, para el cual se aplican instrumentos o técnicas que

permitan conocer el grado de dominio en el ámbito disciplinar y pedagógico de temas que posteriormente serán impartidos cuando se incorporen al mundo laboral. Aquí se proponen modelos de instrucción que incorporan elementos de uno o más marcos teóricos para ser aplicados por los formadores de formadores y se brindan recomendaciones para su implementación en las aulas universitarias (Friz et al., 2011; Groth, 2017).

El segundo contexto se refiere al profesorado en ejercicio, en él se concluye que, por diversos motivos, el personal docente no siempre cuenta con la preparación adecuada en cuanto a conocimientos disciplinares y pedagógicos para brindar una Educación Estadística que promueva el sentido estadístico, al tiempo que se brindan recomendaciones sobre estrategias didácticas que favorezcan la comprensión conceptual e interpretativa, y se aboga por la necesidad de espacios de capacitación docente (Haines, 2015; Odom y Bell, 2017).

APRENDIZAJE ACTIVO

En la literatura existen diferentes enfoques que se catalogan bajo el nombre de aprendizaje activo, no obstante, de acuerdo con Page (1990), para diferentes especialistas existen cuatro elementos en común: (1) rechazo a los métodos de enseñanza tradicional, (2) creencia en el paradigma del aprendizaje cognitivo, (3) fe en las habilidades del estudiantado y (4) la importancia de la relación entre la escuela y la sociedad.

Ahora bien, en términos generales, el aprendizaje activo refiere a una serie de actividades o conjunto de enfoques que involucran al estudiantado en hacer algo y luego pensar sobre lo actuado o lo que se está haciendo, esto, a su vez, implica realizar una serie de estrategias que enfatizan la transmisión de información y apoye al estudiantado en el análisis, síntesis y evaluación de ideas mientras recibe retroalimentación durante la clase, es decir, se requiere que la persona estudiante hable, escuche, lea, discuta, reflexione y aporte ideas acerca del contenido propuesto (Bonwell y Eison, 1991; Carver et al., 2016).

El personal docente que implementa estrategias de aprendizaje activo en el aula, lo hace bajo el entendido de que es el estudiantado quien construye una nueva comprensión de los contenidos, pues, en el momento en que puede experimentar situaciones de forma disruptiva, pone en duda sus formas de conocimiento actuales mediante un proceso de reflexión sobre su experiencia, lo que le brinda la oportunidad de comprenderla desde una nueva perspectiva. No obstante, este tipo de actividades requiere de ciertas normas que posibiliten la interacción entre estudiantes y docentes, lo que desafía las nociones tradicionales de autoridad en el aula (Strayer et al., 2019).

Es así como, en el ámbito de la Educación Estadística, el aprendizaje activo permite diseñar e implementar actividades en concordancia con las recomendaciones hechas por la GAISE, en donde se propone el fomento de este tipo de aprendizaje (Carver et al., 2016). Lo anterior puede evidenciarse entre las actividades reportadas en la mayor parte de los artículos analizados, en las cuales se describen experiencias de aula o estrategias que pueden usarse para la enseñanza de un concepto estadístico. Entre los enfoques más recurrentes están: el aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas, la clase invertida (la lectura de contenidos en casa y la resolución de ejercicios en la clase), el juego como estrategia didáctica, debates y discusiones (Lyford et al., 2019).

Entre los principales resultados reportados están: aumento en el nivel de motivación y compromiso del estudiantado con respecto a la materia; mayor rendimiento académico en estudiantes que recibían metodologías basadas en aprendizaje activo, en comparación con quienes recibieron una enseñanza tradicional; mejor comprensión de los conceptos y desarrollo de competencias profesionales (Bonnett y White, 2018; Jones, 2018; McGee et al., 2016; Ruggieri, 2019; Zapatero y Serrano, 2017).

Como puede apreciarse, las ventajas del aprendizaje activo son muchas y no se limitan al campo de la Estadística. Por ejemplo, en un metaanálisis hecho por Freeman et al. (2014), donde se evalúan 225 investigaciones relacionadas con la enseñanza y aprendizaje en estudiantes de pregrado de áreas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), se encontró que entre las estrategias más utilizadas

están las de tipo experimental, como los experimentos puros y cuasiexperimentos, tomadas como punto de referencia con el fin de contrastar el rendimiento y las tasas de fracaso del estudiantado cuando se usan metodologías activas comparadas con las de lectura tradicional.

El metaanálisis de Freeman et al. (2014) concluye que el aprendizaje activo aumenta el rendimiento en las pruebas, en poco menos de la mitad de una desviación estándar (tamaño de efecto de 0,47), en comparación con el aprendizaje pasivo en pruebas regulares y de conceptos; a su vez, este último grupo aumenta las tasas de bajo rendimiento en 55 %.

Además, el aprendizaje activo puede ayudar a reducir las brechas en el rendimiento académico, sobre todo en poblaciones provenientes de contextos sociales vulnerables, como se ha señalado:

...widespread implementation of high-quality active learning can help reduce or eliminate achievement gaps in STEM courses and promote equity in higher education. [...la implementación generalizada del aprendizaje activo de alta calidad puede ayudar a reducir o eliminar las brechas de rendimiento en los cursos STEM y promover la equidad en la educación superior]. (Traducción personal, Theobald et al., 2020, p. 6476).

No obstante, aunque la implementación del aprendizaje activo en las clases de Estadística se considera apropiada, en algunos contextos podría no ser tan simple de llevarse a cabo. Así lo muestra el estudio de Strayer et al. (2019), quienes utilizan una metodología de estudio de caso integrado con docentes que imparten cursos de Estadística introductoria y concluyen que es difícil implementar las metodologías activas en la clase, a pesar de haber mostrado interés por aplicarlas.

Entre las razones para este comportamiento están el hecho de que la mayoría del profesorado tiene poca experiencia con estas estrategias de aprendizaje, incluso mencionan que su aprendizaje no se ha desarrollado en entornos activos.

Por otro lado, se percibe una pérdida en el control del tiempo y del contenido que se planifica para la clase, pues, aunque se cuenten con materiales para el desarrollo de metodologías activas, al personal docente le resulta difícil *ceder la autoridad* en temas relacionados con la Estadística y la Matemática en el salón de clases (Strayer et al., 2019).

A pesar de esto, el uso del aprendizaje activo en las clases de Estadística ha cobrado relevancia en la última década. Distintos artículos en el área de Educación Estadística mencionan la importancia de incorporarlo como una forma de mejorar la comprensión y aplicación de conceptos, aunque no siempre sea sencillo y se requiere del compromiso del profesorado para su implementación efectiva.

Finalmente, a modo de resumen, puede indicarse que esta revisión bibliográfica permitió establecer cinco constructos, a partir de la codificación previa realizada por el equipo investigador, propuestos como tendencias. Es así como a cada documento se le asignó una de las cinco tendencias, clasificadas en: (a) sentido estadístico, (b) uso de tecnología, (c) actitudes hacia la estadística, (d) conocimiento del profesorado y (e) aprendizaje activo. Adicionalmente, como producto de todo este proceso, se plantean para cada uno de los constructos dimensiones asociadas que permiten visualizar de una mejor manera las tendencias antes descritas (Figura 1).

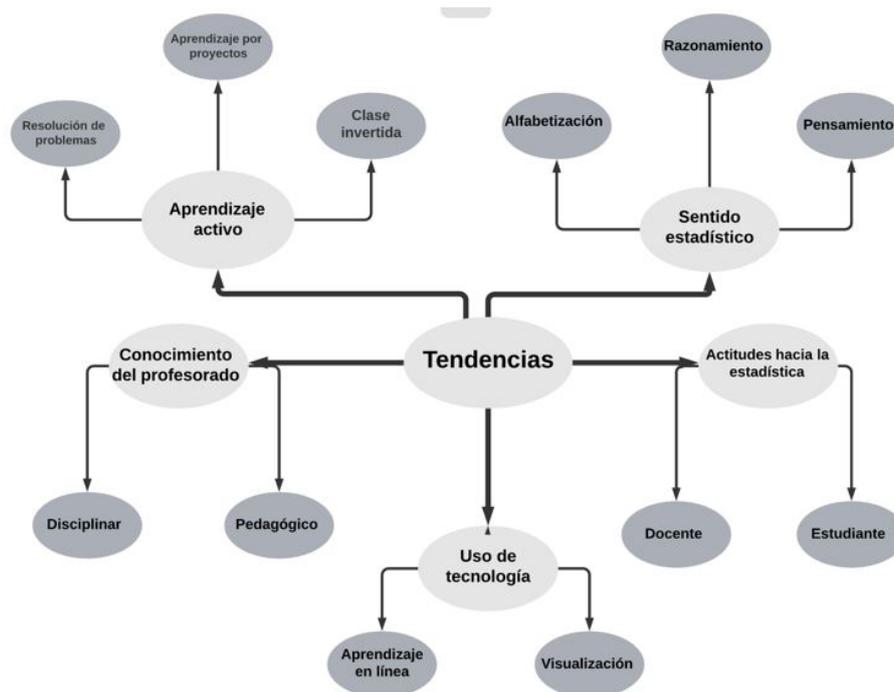


FIGURA 1
Tendencias sobre Educación Estadística identificadas a partir de la revisión bibliográfica, período 2010-2019
Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

En la revisión bibliográfica realizada en este documento se identificó cómo la implementación de estrategias didácticas no tradicionales, frecuentemente asociadas al aprendizaje activo, han ido incrementando su importancia para la enseñanza y aprendizaje de la Estadística. Adicionalmente, los desarrollos tecnológicos también han impactado positivamente en cuanto a la generación y disposición de recursos que posibilitan formas diferentes de exponer los conceptos, entre ellos se destacan los *software* y aplicaciones para teléfonos inteligentes o aprendizaje en línea.

Este desarrollo tiene el potencial de cambiar el enfoque de las clases en la disciplina, muchas veces centrado en la ejecución de cálculos, y trasladarlo a la comprensión de los conceptos y los procesos de interpretación y aplicación de esos resultados. La mayor parte de los artículos de la revisión bibliográfica evidenció que las investigaciones en Educación Estadística se orientan a estos procesos de enseñanza y aprendizaje, donde se promueve el sentido estadístico, entendido como la conjunción de los términos: alfabetización, razonamiento y pensamiento estadístico.

Por otro lado, para poder llevar a cabo este cambio en la forma de enseñar Estadística, parte de la revisión apunta a la necesidad de una formación especializada del profesorado que contemple no solo el área disciplinar, sino un conocimiento profundo de cómo transmitir las ideas y conceptos estadísticos al estudiantado. De esta manera, se abre el camino para motivar a las personas docentes a utilizar diferentes recursos y estrategias didácticas que posibiliten el cambio. Es por ello que se han desarrollado varios modelos que proponen un marco de referencia para explicar cuáles son las habilidades, conocimientos disciplinares y pedagógicos que debería tener el personal docente cuando imparte temas en el área de Estadística.

Asimismo, este estudio resalta la importancia de considerar la actitud que tiene tanto el personal docente como el estudiantado hacia la Estadística, para lo cual se han desarrollado instrumentos que han sido

utilizados en varias investigaciones de esta revisión. El profesorado con una buena actitud hacia la Estadística estará más motivado para implementar metodologías que busquen una mayor comprensión de los conceptos, como pueden ser aquellas basadas en el aprendizaje activo, y no solo la repetición memorística de fórmulas. Además, favorecerá el uso de herramientas tecnológicas que permitan el manejo de gran cantidad de información, de modo que la ejecución de distintos cálculos pueda realizarse de forma más rápida, lo que dejaría más tiempo en la clase para abordar aspectos relacionados con los procesos de interpretación, visualización y análisis de datos.

Es así como, a partir de la codificación hecha en esta revisión, se ha logrado agrupar los elementos esenciales de las investigaciones consultadas en cinco grandes constructos, que el equipo investigador ha denominado *tendencias*, por considerar que son aspectos que orientan los desarrollos teóricos y prácticos para la Educación Estadística. Estas son: sentido estadístico, uso de tecnologías, actitudes hacia la estadística, conocimiento del profesorado y aprendizaje activo, representadas junto con sus dimensiones en la Figura 1.

Estas tendencias tienen relación entre sí, por lo que no tendría sentido su implementación de manera aislada; por este motivo, se recomienda abordarlas de manera conjunta en las clases. No obstante, para efectos del análisis de la información se han mostrado de manera separada, pero sin perder de vista su interrelación.

Por otro lado, la incorporación de los elementos expuestos para desarrollar un razonamiento crítico hacia la Estadística, y sus aplicaciones por parte del estudiantado, requiere de un personal docente con conocimiento de la disciplina que imparte, con capacidad para profundizar en los conceptos, hacerlos comprensibles para el estudiantado y, sobre todo, consciente de los desafíos que esto implica, pero también de los recursos a su disposición para lograrlo.

Todos estos elementos están presentes de una u otra forma en los documentos utilizados para esta revisión, lo cuales son de acceso abierto, es decir, a disponibilidad de cualquier persona interesada en implementar en cada una de sus clases, con diferentes estrategias que promuevan un aprendizaje significativo. Por tanto, se espera que esta revisión ayude a visibilizar el trabajo realizado en Educación Estadística en la última década y, de esta manera, que las personas encargadas de impartir temas relacionados con esta disciplina puedan reflexionar sobre su quehacer e incorporar nuevas metodologías que posibiliten la creación de una verdadera cultura estadística en el estudiantado, que le permita analizar críticamente los datos y así poder tomar decisiones informadas y con fundamento teórico.

Finalmente, una síntesis de las principales conclusiones y recomendaciones de las tendencias planteadas en este documento se muestran en la Tabla 3:

TABLA 3
Conclusiones y recomendaciones de las tendencias identificadas en la revisión bibliográfica

Tendencia	Conclusiones o recomendaciones
Sentido estadístico	La importancia de fortalecer habilidades que desarrollen en el estudiantado la alfabetización, el pensamiento y razonamiento estadístico, debido a la gran cantidad de información que se genera día a día (noticias, periódicos, internet, etc.), esto con el fin de incentivar la criticidad y la capacidad de análisis.
Uso de tecnología	En concordancia con las recomendaciones de la GAISE (2016), cada vez es más importante el uso de la tecnología, no como un fin en sí mismo, sino como una herramienta que facilite la comprensión de conceptos y reduzca el tiempo dedicado a cálculos aritméticos.
Actitudes hacia la estadística	Las actitudes hacia la estadística pueden condicionar los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo que se han desarrollado test específicos para su medición. Además, están relacionadas de forma directa con el rendimiento académico.
Conocimiento especializado del profesorado	Debido a la relevancia que tiene la Educación Estadística, se han propuesto modelos que abordan las habilidades y competencias que debe tener el personal docente que imparte esta asignatura, tanto a nivel de conocimiento disciplinar como pedagógico, para desarrollarlas desde la formación inicial.
Aprendizaje activo	Se critica a las metodologías tradicionales fundamentadas en la mera transmisión de conocimientos y se plantea la necesidad de incluir actividades que fomenten la reflexión, el razonamiento y el pensamiento crítico.

Fuente: elaboración propia.

En términos generales, las conclusiones y recomendaciones apuntan hacia un cambio en la forma de enseñar la Estadística desde la preparación del cuerpo docente, la cual incluye una formación disciplinar y pedagógica sólida, que favorezca la difusión de los fines de la disciplina y su aplicación en el mundo moderno. Además, la inclusión del uso de la tecnología como recurso que posibilite la implementación de esas aplicaciones y el uso de estrategias didácticas relacionadas con el aprendizaje activo que, por una parte, promueva una actitud positiva hacia la asignatura y, por otra, ayude al entendimiento de los conceptos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue elaborado en el marco del proyecto de investigación: Una propuesta didáctica, desde el enfoque por competencias, para la enseñanza de la Estadística y Probabilidad en la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de la Matemática de la Universidad Nacional, código SIA 0064-19, Universidad Nacional, Costa Rica.

REFERENCIAS

Aliaga, M., Cobb, G., Cuff, C., Garfield, J., Gould, R., Lock, R., Moore, T., Rossman, A., Stephenson, B., Utts, J., Velleman, P y Witmer, J. (2005). Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE): College report. *American Statistical Association*. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/2005GaiseCollege_Full.pdf

- Barrera, D. A. y López, N. D. L. (2019). Las aulas virtuales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística. *Revista Científica*, 2(35), 183–191. <https://doi.org/10.14483/23448350.14368>
- Batanero, C. (2000). *¿Hacia dónde va la educación estadística? Blaix*, 15, 2-13. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/BLAIX.pdf>
- Batanero, C. (2004). Los retos de la cultura estadística. *Yupana. Revista de Educación Matemática de la UNL*, 1, 27–36. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/CULTURA.pdf>
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 83, 7–18. http://www.sinewton.org/numeros/numeros/83/Monografico_01.pdf
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2008). Introducing the emerging discipline of statistics education. *School Science and Mathematics*, 108(8), 355–361. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17850.x>
- Bonnett, L. J. y White, S. R. (2018). May the odds be ever in your favour. *Teaching Statistics*, 40(3), 94–97. <https://doi.org/10.1111/test.12162>
- Bonwell, C. C. y Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>
- Brisbin, A. y Maranhao, E. (2019). Reading versus doing: Methods of teaching problem-solving in introductory statistics. *Journal of Statistics Education*, 27(3), 154–170. <https://doi.org/10.1080/10691898.2019.1637801>
- Brown, K. M. (2019). More questions and fewer contexts: Designing exercises for statistics courses. *Journal of Statistics Education*, 27(3), 216–224. <https://doi.org/10.1080/10691898.2019.1669508>
- Carver, R., Everson, M., Gabrosek, J., Horton, N., Lock, R., Mocko, M., Rossman, A., Roswell, G. H., Velleman, P., Witmer, J. y Wood, B. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) college report 2016*. <https://commons.erau.edu/publication/1083>
- Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J. y Medina, E. (2007). The role of technology in improving student learning of statistics. *Technology Innovations in Statistics Education*, 1(1). <https://escholarship.org/uc/item/8sd2t4rr>
- Coetzee, S. y Merwe, P. V. D. (2010). Industrial psychology students' attitudes towards statistics. *SA Journal of Industrial Psychology*, 36(1), 1–8. <https://hdl.handle.net/10520/EJC89212>
- delMas, R. C. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.) *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 79–95). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_4
- de Oliveira A. P., Rosental, P., Azevedo, L. y Costa, T. (2018). Student's attitudes towards probability and statistics and academic achievement on higher education. *Acta Didactica Napocensia*, 11(2), 43–56. <https://doi.org/10.24193/adn.11.2.4>
- Dunn, P. K., Carey, M. D., Richardson, A. M. y McDonald, C. (2016). Learning the language of statistics: Challenges and teaching approaches. *Statistics Education Research Journal*, 15(1), 8–27. [http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ15\(1\)_Dunn.pdf](http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ15(1)_Dunn.pdf)
- Estrada, A., Batanero, C. y Lancaster, S. (2011). Teachers' attitudes towards statistics. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.) *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education* (pp. 163–174). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_18
- Estrada, M. A. (2002). *Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en la formación del profesorado* [tesis de doctorado inédita]. Universitat Autònoma de Barcelona. <http://hdl.handle.net/10803/4697>
- Faustino, A. y Pérez, L. S. (2013). Utilización de las TIC en la enseñanza de la estadística en la educación superior angolana. *Prisma Social*, (11), 0–31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353744535001>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report. a pre-k–12 curriculum framework*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/gaise/gaiseprek-12_full.pdf
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

- Friz, M., Sanhueza, S. y Figueroa, E. (2011). Concepciones de los estudiantes para profesor de matemáticas sobre las competencias profesionales implicadas en la enseñanza de la estadística. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(2), 113–131. <http://redie.uabc.mx/vol13no2/contenido-frizsanhueza.html>
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1–25. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>
- Gal, I. y Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2). <https://doi.org/10.1080/10691898.1994.11910471>
- Gal, I., Ginsburg, L. y Schau, C. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics education. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.) *The Assessment Challenge in Statistics Education* (pp. 37–51). IOS Press. <https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/assessbk/chapter04.pdf>
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676>
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer Science & Business Media.
- Garfield, J. y Gal, I. (1999). Teaching and assessing statistical reasoning. *Developing Mathematical Reasoning in Grades K, 12*, 207–219. <http://apps3.cehd.umn.edu/artist/articles/Garfield01.pdf>
- Godino, J. D., Baranero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *Zdm*, 39(1), 127–135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- Groth, R. E. (2013). Characterizing key developmental understandings and pedagogically powerful ideas within a statistical knowledge for teaching framework. *Mathematical Thinking and Learning*, 15(2), 121–145. <https://doi.org/10.1080/10986065.2013.770718>
- Groth, R. E. (2017). Developing statistical knowledge for teaching during design-based research. *Statistics Education Research Journal*, 16(2). [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16\(2\)_Groth.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16(2)_Groth.pdf)
- Haines, B. (2015). Conceptualizing a framework for advanced placement statistics teaching knowledge. *Journal of Statistics Education*, 23(3). <https://doi.org/10.1080/10691898.2015.11889747>
- Harrell, L. M., Sorto, M. A., Pierce, R. L., Lesser, L. M. y Murphy, T. J. (2014). Validation of scores from a new measure of preservice teachers' self-efficacy to teach statistics in the middle grades. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32(1), 40–50. <https://doi.org/10.1177/0734282913486256>
- Huey, M. E., Champion, J., Casey, S. y Wasserman, N. H. (2018). Secondary mathematics teachers' planned approaches for teaching standard deviation. *Statistics Education Research Journal* 17(1), 61–84. [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ17\(1\)_Huey.pdf?1526485267](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ17(1)_Huey.pdf?1526485267)
- Jones, R. C. (2018). Statistical investigation measuring intelligence and creativity. *Teaching Statistics*, 41(1), 36–40. <https://doi.org/10.1111/test.12169>
- Kaplan, D. (2018). Teaching stats for data science. *The American Statistician*, 72(1), 89–96. <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1398107>
- Kulkarni, S. S., Mai, B., Amirkiaee, S. Y. y Tarakci, H. (2019). Dynamic interactive visualizations: Implications of seeing, doing, and playing for quantitative analysis pedagogy. *INFORMS Transactions on Education*, 19(3), 121–142. <https://doi.org/10.1287/ited.2018.0203>
- Leavy, A. (2006). Using data comparisons to support a focus on distribution: Examining preservice teachers' understandings of distribution when engaged in statistical inquiry. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 27–45. [http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ5\(2\)_Leavy.pdf](http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ5(2)_Leavy.pdf)
- Liu, Z. (2017). Teaching reform of business statistics in college and university. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(10), 6901–6907. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78537>
- Loewenberg, D., Thames, M. H. y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Lyford, A., Rahr, T., Chen, T. y Kovach, B. (2019). Using camels to teach probability and expected value. *Teaching Statistics*, 41(1), 18–24. <https://doi.org/10.1111/test.12176>

- McGee, M., Stokes, L. y Nadolsky, P. (2016). Just-in-time teaching in statistics classrooms. *Journal of Statistics Education*, 24(1), 16–26. <https://doi.org/10.1080/10691898.2016.1158023>
- Miranda, S. (2018). Using shiny to illustrate the probability density function concept. *Teaching Statistics*, 41(1), 30–35. <https://doi.org/10.1111/test.12176>
- Moore, D. S. (1997). New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 123–137. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1997.tb00390.x>
- Moreira, M. P. y Samá, S. (2014). Teaching statistics through learning projects. *Statistics Education Research Journal*, 13(2). [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ13\(2\)_daSilva.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ13(2)_daSilva.pdf)
- Nielsen, T. y Kreiner, S. (2018). Measuring statistical anxiety and attitudes toward statistics: The development of a comprehensive danish instrument (HFS-r). *Cogent Education*, 5(1), 1521574. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1521574>
- Obregón, O. y Flores, D. M. C. (2019). Diseño instruccional de una plataforma educativa para la formación de conceptos en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de estadística. *Revista Internacional de Tecnologías en la Educación*, 6(1), 9–21. <https://conferences.eagora.org/index.php/educacion-y-aprendizaje/2017/paper/view/2952/0>
- Odom, A. L. y Bell, C. V. (2017). Developing PK-12 preservice teachers' skills for understanding data-driven instruction through inquiry learning. *Journal of Statistics Education*, 25(1), 29–37. <https://doi.org/10.1080/10691898.2017.1288557>
- Ordóñez, C. X. G., Romero, S. J. y Ruiz, C. (2019). Actitudes hacia la estadística en alumnos de educación: Análisis de perfiles. *Revista de Educación*, 385, 173–200. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-385-421>
- Page, M. (1990). *Active learning: Historical and contemporary perspectives*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338389.pdf>
- Peters, P., Smith, A., Middledorp, J., Karpin, A., Sin, S. y Kilgore, A. (2014). Learning essential terms and concepts in statistics and accounting. *Higher Education Research & Development*, 33(4), 742–756. <https://doi.org/10.1080/07294360.2013.863838>
- Pfannkuch, M. (2006). Comparing box plot distributions: A teacher's reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 27–45. [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ5\(2\)_Pfannkuch.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ5(2)_Pfannkuch.pdf)
- Roberts, D. M. y Bilderback, E. W. (1980). Reliability and validity of a statistics attitude survey. *Educational and Psychological Measurement*, 40(1), 235–238. <http://www.personal.psu.edu/users/d/m/dmr/papers/statatt003.pdf>
- Rodríguez, J. y Gil, J. (2019). Actitudes hacia la estadística en estudiantes de ciencias de la educación: Propiedades psicométricas de la versión española del survey of attitudes toward statistics (SATS-36). *Relieve*, 25(1), 1-17. <https://doi.org/10.7203/relieve.25.1.12676>
- Rodríguez, J. L. Á. y Sánchez, M. (2016). Using context variety and students' discussions in recognizing statistical situations. *Teaching Statistics*, 38(1), 22–24. <https://doi.org/10.1111/test.12086>
- Rodríguez-Alveal, F. E. (2017). Alfabetización estadística en profesores de distintos niveles formativos. *Educação & Realidade*, 42(4). <https://doi.org/10.1590/2175-623662610>
- Ruggieri, E. (2019). Statistics in the world around us—a group project for an introductory statistics course. *Universal Journal of Educational Research*, 7(4), 1061–1073.
- Sánchez, E. A. y Gómez, A. L. (2015). La negociación de significado como proceso de aprendizaje: El caso de un programa de desarrollo profesional en la enseñanza de la estadística. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 18(3), 387–419.
- Schau, C., Stevens, J., Dauphinee, T. L. y Vecchio, A. D. (1995). The development and validation of the survey of attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 55(5), 868–875. <https://doi.org/10.1177/0013164495055005022>
- Schoenfeld, A. H. y Kilpatrick, J. (2008). Toward a theory of proficiency in teaching mathematics. En D. Tirosch y T. Wood (Eds.) *International handbook of mathematics teacher education* (Vol. 2, pp. 321–354). Sense Publishers. <https://bit.ly/2VwH4zR>

- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Stemock, B. y Kerns, L. (2019). Use of commercial and free software for teaching statistics. *Statistics Education Research Journal*, 18(2). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1235433>
- Strayer, J. F., Gerstenschlager, N. E., Green, L. B., McCormick, N., McDaniel, S. y Rowell, G. H. (2019). Toward a full (er) implementation of active learning. *Statistics Education Research Journal*, 18(1). [http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ18\(1\)_Strayer.pdf](http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ18(1)_Strayer.pdf)
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., 2nd, Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- van Appel, V. y Durandt, R. (2018). Dissimilarities in attitudes between students in service and mainstream courses towards statistics: An analysis conducted in a developing country. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(8), em1565. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91912>
- Weiland, T. (2016). The importance of context in task selection. *Teaching Statistics*, 39(1), 20–25. <https://doi.org/10.1111/test.12116>
- White, D. (2014). Active learning and threshold concepts in multiple testing that can further develop student critical statistical thinking. *Teaching Statistics*, 37(2), 48–53. <https://doi.org/10.1111/test.12069>
- Wild, C. J. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>
- Wise, S. L. (1985). The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 45(2), 401–405. <https://doi.org/10.1177/001316448504500226>
- Zamora-Araya, J. A. (2020). Las actitudes hacia la matemática, el desarrollo social, el nivel educativo de la madre y la autoeficacia como factores asociados al rendimiento académico en la matemática. *Uniciencia*, 34(1), 74–87. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.5>
- Zapatero, E. y Serrano, E. (2017). *Herramientas de tecnologías de la información aplicadas a la innovación didáctica de la estadística: Una propuesta interdisciplinaria e interniveles de secundaria y universidad*. Memorias de la Decimasesta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernetica e Informatica (CISCI 2017). Orlando, Estados Unidos. <http://www.iiis.org/CDs2017/CD2017Summer/papers/CA938TN.pdf>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Cómo citar: Zamora-Araya, J. A., Aguilar-Fernández, E. y Guillén-Oviedo, H. S. (2022). Educación Estadística: tendencias para su enseñanza y aprendizaje en educación secundaria y terciaria. *Revista Educación*, 46(1). <http://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.43494>