

Recursos y estrategias para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la educación superior

Edith J. Medina-Hernández^{1*}, Jorge L. Muñoz², Diana S. Guzmán-Aguilar³ y Amparo Holguín-Higueta⁴

(1) Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín, Colombia (correo-e: edith.medina@unad.edu.co)

(2) Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia (correo-e: jmuniz@utb.edu.co)

(3) Facultad de Ingeniería, Universidad de Medellín, Colombia (correo-e: dsguzman@udem.edu.co)

(4) Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia (correo-e: holamp02@gmail.com)

* Autora a quien debe ser dirigida la correspondencia

Recibido Nov. 12, 2021; Aceptado Ene. 6, 2022; Versión final Feb. 11, 2022, Publicado Jun. 2022

Resumen

El propósito de este estudio es presentar una reflexión documentada frente a la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la educación superior. Se analiza el papel que cumplen factores como la formación disciplinar y pedagógica de los docentes, sus estilos de enseñanza, las experiencias en el aula de clase, el uso de recursos didácticos y el contexto, como mediadores de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Como resultado de la referenciación de autores realizada, se expone frente a la necesidad de crear y desarrollar ambientes de aprendizaje innovadores que transformen la enseñanza de la estadística a nivel universitario, a partir de repensar los contenidos y currículos para favorecer la dimensión socio humanística y el pensamiento complejo de los estudiantes. Se concluye que actualmente la generalización de medios digitales y las redes sociales constituyen un nuevo reto para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en su integración con ciencia de datos, aprendizaje automático y macrodatos.

Palabras clave: estadística; ciencia; datos; enseñanza universitaria; juegos; simulación

Resources and strategies for teaching statistics and data analytics in higher education

Abstract

The purpose of this study is to present a literature review analysis on the teaching of statistics and data analytics in higher education. The assessment includes examining the role played by specific factors as mediators of teaching-learning processes. These factors include: disciplinary and pedagogical training of teachers, teaching styles, classroom experiences, use of didactic resources, and context. The literature review revealed that there is a need to create and develop innovative learning environments that transform the teaching of statistics at the university level, starting from rethinking the contents and curricula to favor the social dimension and the humanistic and complex thinking of students. It is concluded that, currently, the generalization of digital media and social networks imposes new challenges for teaching statistics and data analytics in the context of data science, machine learning, and big data.

Keywords: statistics; data science; university teaching; games; simulation

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de las distintas disciplinas que conforman los currículos a nivel universitario aparecen sistemáticamente debates de carácter académico, sobre cuál debe ser el rol de docentes y estudiantes, y la interacción que se debe dar entre éstos, en el proceso de enseñanza – aprendizaje. De acuerdo con esto, en el quehacer profesoral se establecen discusiones alrededor de la formación, experiencia y estilos de enseñanza de los maestros, los saberes previos y resultados de aprendizaje de los estudiantes, los recursos didácticos, el sistema de calificaciones y la aplicabilidad práctica de los contenidos estudiados, que posibiliten la creación de procesos de aula adecuados en una concepción moderna sobre el diseño de los currículos universitarios. En el caso específico de la enseñanza de las ciencias exactas en educación superior, preocupa que estos factores estén desatendidos o sean abordados de forma desarticulada, dado que, los planes de estudios de las matemáticas se han centrado tradicionalmente en el contenido (Callingham et al., 2021) y la prevalencia de una enseñanza tradicional regida por la exposición magistral del docente, donde se ignoran los conocimientos previos, las experiencias, intereses y el contexto de los estudiantes. Como consecuencia, las interacciones que se generan en el aula de clase afectan las autopercepciones, la participación y los logros de los estudiantes (González et al., 2018), conduciendo a aprendizajes mecánicos que no son perdurables en el tiempo.

De acuerdo con lo señalado hace más de una década por Rocha-Salamanca (2013), la formación estadística en las universidades, para algunos programas diferentes al de estadística o de una licenciatura en matemáticas, generalmente se enfocan en impartir dos cursos de esta disciplina a estudiantes que ya tienen alguna formación en matemáticas. En la actualidad, estos cursos generalmente se orientan a la revisión teórica de conceptos de estadística descriptiva, probabilidad e inferencia, que con mucha frecuencia carecen de prácticas innovadoras que permitan entender el aula de clase como un lugar para resolver diferentes problemas, y aprender de forma colaborativa (Jordán et al., 2019). Por esta razón, los estudiantes universitarios tienen la tendencia a estudiar reproduciendo mecánicamente (y de memoria) conocimientos que resultan carentes de significados propios y que no se articulan con lo aprendido en cursos anteriores, generándose una percepción desfavorable sobre la estadística y su proceso de aprendizaje. Esto ocurre especialmente entre las disciplinas diferentes de las ciencias exactas o la ingeniería, donde no siempre se utilizan estrategias lúdicas que permiten reforzar y afianzar lo aprendido por los estudiantes.

Una enseñanza como la descrita, desvirtúa el objetivo de la estadística, por lo que muchos estudiantes universitarios no aprovechan sus posibilidades para interpretar la información que tienen disponible, desconociendo que esta disciplina busca potenciar las habilidades analíticas para el tratamiento y exploración de datos, a partir de las experiencias previas que hayan adquirido los estudiantes a lo largo de su vida o desde necesidades específicas de interpretación de información de su entorno. Es preciso entonces, incentivar la pasión por esta disciplina, como una experiencia de vida misma, en la que se aplican conceptos que facultan la investigación e interpretación de situaciones de la vida real. Esta perspectiva es sin lugar a duda, uno de los fundamentos claves para la formación en estadística en la educación superior.

A lo argumentado hasta este punto es preciso agregar que, la problemática no solo se manifiesta en la educación superior, sino que tiende a ser común en todo el sistema educativo, donde desde la educación primaria se adolece de una concepción sistémica de la enseñanza de la estadística que desarrolle habilidades acordes con las exigencias contemporáneas del entorno. Lope-Salvador et al. (2020) plantean que tales habilidades son necesarias para la incorporación social y laboral en el mundo digital, dado que la estadística busca que los profesionales puedan criticar de manera significativa la información que llegue a sus manos. En este sentido, Pinto et al. (2017) agregan que todo ciudadano, independiente de su formación, debería tener un nivel de alfabetización estadística que pueda ayudarle a comprender su contexto.

Sin embargo, la realidad es que en Latinoamérica poco se documenta sobre esto en los distintos niveles educativos, y a pesar de los esfuerzos hechos por los Ministerios de Educación de los diferentes países de la región, por incluir el pensamiento cuantitativo aleatorio y los sistemas de datos en los estándares curriculares del área de matemáticas, en la educación básica y media; aún se identifican limitantes en la enseñanza de la estadística y la analítica de datos, que truncan los espacios de aprendizaje. Esta situación no es diferente en la educación superior, donde cada universidad adapta los contenidos programáticos a conveniencia y cada docente selecciona las temáticas desde las cuales desea hacer énfasis en el aula de clase.

La adaptación de contenidos programáticos para la enseñanza de la estadística, también puede favorecer los procesos de aprendizaje, en la medida en que el docente personaliza su estilo de enseñanza a las necesidades de los estudiantes y del medio en que éstos se desenvuelven. Adicionalmente, porque beneficia las interacciones de los profesores con los recursos curriculares digitales, que se convierten en formas didácticas para el trabajo colectivo (Pepin et al., 2017).

Por la problemática planteada, este artículo se centra en reflexionar frente a cómo la formación disciplinar y en didáctica de los docentes de estadística a nivel universitario y sus estilos de enseñanza, influyen en el uso de recursos y medios educativos innovadores que propicien la formación de profesionales íntegros, con un pensamiento cuantitativo que les permita asumir los desafíos actuales del mercado laboral (Díaz-Levicoy et al., 2021). El cual, está centrado en los ambientes digitales, los grandes volúmenes de información y la multiplicidad de herramientas computacionales y tecnológicas disponibles.

ENSEÑANZA UNIVERSITARIA EN ESTADÍSTICA

Según como especifica Hernández-González et al. (2013), existe diversidad de antecedentes académicos de los profesores que imparten Estadística a nivel de bachillerato y universitario, y tiende a ser escasa o nula su formación en didáctica de la disciplina. Por lo cual, la enseñanza de la estadística tiende a ser tradicional y se basa fundamentalmente en el quehacer magistral, sin integrar otros elementos como la valoración actitudinal y procedimental, y las prácticas contextuales. Diversos autores se refieren esta situación, entre ellos, Ferrari y Corica (2017) que expresan cómo en el modelo didáctico que rige la formación de los futuros docentes de matemáticas, tiende a no concebirse el estudio de la estadística sin las explicaciones del docente. También Zapata-Cardona y González (2017) reflexionan frente a cómo las imágenes que los profesores tienen sobre la estadística y su enseñanza, están fuertemente determinadas por su condición de ser profesores de matemáticas, de forma que, muchas veces se subestima el potencial de la analítica de datos y su aplicación, al privilegiarse la exposición magistral de conceptos.

La falta de formación en pedagogía de los docentes de estadística en las universidades latinoamericanas, dificulta el uso de métodos y recursos distintos a la simple exposición de conceptos teóricos, propios de un estilo de enseñanza magistral. Este tipo de enseñanza resulta insuficiente y debería enriquecerse con el desarrollo de un modelo curricular basado en competencias, donde prácticas como el análisis de datos reales, los juegos probabilísticos y los ejercicios de simulación computacional, sustenten el desarrollo del pensamiento cuantitativo aleatorio y permitan una adecuada aprehensión de los conocimientos disciplinares y los procesos académicos. Si solamente se utiliza la clase magistral para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en el nivel superior, los estudiantes podrían lograr sólo una pasajera memorización de información, dejando de lado la comprensión de conceptos, porque no se reflexionarían los contenidos ni sus implicaciones prácticas en torno a realidades del contexto (Gabalán-Coello y Vásquez-Rizo, 2021). En tal caso, la enseñanza de este campo del saber, estaría desviada de su propósito y no potenciaría habilidades de pensamiento, ni se fundamentaría en metodologías participativas en las que pueda llevarse el conocimiento a la acción. Adicionalmente, se limitaría el proceso de promover en el estudiante, el deseo de seguir explorando de forma autónoma los conceptos estadísticos y su aplicación en situaciones de la vida real.

Los docentes de estadística en la educación superior no son pedagogos que forman niños, ni profesionales que ejecutan su labor al contar con formación de postgrado, se requiere que sean facilitadores del aprendizaje, que a través del uso de estrategias de enseñanza y recursos didácticos, ayuden a los estudiantes universitarios a alcanzar sus objetivos de formación, posibilitando el desarrollo del pensamiento variacional y analítico. Por ello, según como especifica Vásquez y García-Alonso (2020), es necesario que el profesorado incorpore y utilice contextos realistas en el diseño e implementación de tareas que involucren conocimiento estadístico, que promuevan el razonamiento y la resolución de problemas. Respecto a la formación básica de los docentes de estadística a nivel superior, es pertinente reflexionar sobre quién recae la responsabilidad de formarlos en su didáctica específica y si los programas de pregrado en estadística o matemáticas aplicadas deberían incluir en su currículo asignaturas que propicien esta formación; o si, por el contrario, tal tipo de formación sólo se requiere en programas de licenciatura para las ciencias exactas. Actualmente no existe una respuesta clara frente a este interrogante, y como efecto, las universidades que forman profesionales en estadística o en matemáticas aplicadas, no suelen enfocarse en potencializar sus recursos pedagógicos.

En contraste, ante el reciente auge del uso de la analítica para resolver problemas de negocios y facilitar la toma de decisiones basadas en datos en el ámbito empresarial (Medina-Hernández, 2021); la formación de profesionales en estadística se enfoca en proporcionar herramientas y métodos que les permitan desempeñarse en el mercado laboral como *Científicos de Datos* y *Analistas de Información*, a partir de diseños curriculares adaptados a tal efecto. Esto es positivo, en la medida en que este campo del saber es adaptable a las necesidades del entorno, aunque el énfasis de tales programas diste cada vez más, de formar docentes. La necesidad de formación integral en el campo de la estadística, actualmente se dirige hacia los desafíos educativos provocados por el advenimiento de la era empresarial impulsada por los datos (Carillo, 2017). Por ello, el desarrollo de competencias en el área de la estadística a nivel universitario, se está dirigiendo hacia el entendimiento de los datos, la comprensión y resolución de problemas prácticos, y el aprovechamiento de la tecnología disponible.

RECURSOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA

En la enseñanza de la estadística, tres de los recursos o medios didácticos más importantes para la formación de conceptos son: los datos, los juegos y el uso de herramientas computacionales. Como consecuencia de los avances de las tecnologías de la información, que han cambiado significativamente las formas de enseñar y aprender (Luk et al., 2018), el posicionamiento de los medios digitales y las herramientas *open source*, el uso de herramientas computacionales se ha generalizado entre los profesores como la estrategia más usada para facilitar la enseñanza-aprendizaje de la estadística a nivel universitario. Por su parte, los dos primeros recursos, aunque suelen ser empleados en la enseñanza básica y media, no todos los docentes consideran que también aplican en la universidad, a pesar de que, potencian la motivación de los estudiantes, facilitan la revisión de nociones teóricas a través de procesos de abstracción e interpretación del contenido, facilitan la adquisición de habilidades procedimentales, y fomentan la formación de actitudes o valores.

Vale la pena reflexionar entonces en relación con cada uno de estos tres elementos didácticos que pueden soportar la labor de los docentes de estadística a nivel universitario, porque en la literatura académica reciente se referencian como recursos que median el aprendizaje de la estadística. Frente a los datos, puede indicarse que la utilidad de las técnicas de modelación deriva en la propuesta de soluciones a problemas reales, bien sean teóricos, investigativos o de aplicación en el mundo empresarial. Esto posibilita el uso de datos como recurso y estrategia para la enseñanza de la estadística, siendo de especial relevancia para las comprensiones que elaboran los estudiantes a partir de la información que pueden recolectar desde situaciones personales.

Por consiguiente, la ejemplificación de conceptos mediante datos y situaciones prácticas, son determinantes en la enseñanza de disciplina y facilitan el desarrollo de aprendizajes genuinos. Distintos investigadores plantean que la estadística y su enseñanza requieren un manejo adecuado de la información traducida a datos que no son sólo números, sino números propios de un contexto (Caballero-Florez et al., 2020). Esto es especialmente importante en el marco del crecimiento exponencial de información (estructurada o no) que se está evidenciando en las últimas décadas, que abre la posibilidad a nuevas formas de análisis de la realidad. Cuando se utilizan datos del contexto, bien sea porque los estudiantes suelen manipularlos en sus entornos cotidianos, o porque los extraen de bases de datos de libre acceso en la web, éstos logran entender la utilidad práctica de la teoría y comprenden de forma simple su aplicación. A su vez, el docente consigue, sin usar ejercicios de libro, que sus alumnos asuman el papel de investigadores.

Estudios recientes a nivel latinoamericano, sustentan la idea de que el contexto del estudiante determina su desempeño y el desarrollo de competencias en el aprendizaje de la estadística y la matemática. Entre ellos, es posible citar a (Vides-Gómez y Rivera-Vergel, 2015), quienes argumentan cómo el docente crea y propone a los alumnos situaciones estadísticas que ellos puedan vivir y provocan la emergencia de verdaderos problemas, en los cuales, la adquisición del conocimiento emerge como una solución óptima que puede gestionarse mediante proyectos.

Desde otra perspectiva, frente a los juegos como recurso didáctico, diferentes investigaciones académicas se refieren a su importancia en edades tempranas, y esta concepción se ha trasladado también a las aulas universitarias. Actualmente se puede referenciar el concepto de "*gamificación en la educación superior*", como recurso de impacto para la motivación de los estudiantes y el desarrollo de sus competencias sociales y ciudadanas (Campillo-Ferrer et al., 2020). La *gamificación* entendida como el uso de elementos (y técnicas) de juego y en un contexto no lúdico, en las aulas universitarias se convierte en un propulsor de los entornos de aprendizaje y en una forma de motivación que generalmente se media con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's).

Los niños aprenden jugando y los adultos también pueden jugar para comprender la teoría de la probabilidad, el azar y su implicancia en lo cotidiano. Esto pone de manifiesto la importancia del juego como recurso didáctico para la enseñanza de la estadística. A partir de situaciones inciertas en las que se usan fichas, hojas, dados, bolas o dardos para ejemplificar, es posible generar una experiencia de aleatoriedad simple, que transforme el aula de clase en un espacio de aprendizaje divertido, que vaya más allá de la generación de gráficos descriptivos de datos o la aplicación de fórmulas para estimar parámetros de inferencia, niveles de confianza, probabilidades o calcular tamaños de muestras (Mangiero et al., 2021).

Para aprender estadística mediante el juego, sólo se requiere usar materiales didácticos que permitan motivar a los estudiantes, facilitar la planificación de los contenidos y mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos de aprendizaje (Chung et al., 2019). En este sentido, vale la pena aclarar que los materiales didácticos, cualesquiera que sean, sólo revisten importancia en el uso que el docente haga de los mismos, porque son éstos quienes le atribuyen un significado a la luz de la activación del pensamiento que se proponen desarrollar. Así, los nuevos recursos didácticos para la enseñanza a nivel universitario se asocian a las TIC's, y su uso

conlleva a los lenguajes de programación, las simulaciones computacionales y las funciones algorítmicas, cuya versatilidad para ser usadas con datos y en muchos casos, sin costo alguno, las convierten herramientas facilitadoras para los profesores que buscan cumplir su propósito de generar conocimientos, que no podrían obtenerse sin la disponibilidad de los datos y tecnología hoy (Tsai et al., 2020). En la enseñanza de las ciencias exactas el uso de los medios tecnológicos favorece los procesos de aprendizaje en tanto proporcionan a los estudiantes el acceso a distintas fuentes de información y recursos de análisis.

Desde hace varias décadas, el mundo académico investiga cómo hacer uso de las herramientas computacionales para fortalecer los procesos educativos, y en el caso específico de la didáctica de las matemáticas aplicadas y la estadística, se discute el recurso de la simulación como medio facilitador para la comprensión de temáticas probabilísticas. Por ello, los docentes han buscado distintos softwares para ejemplificar nociones conceptuales, modelar y hacer inferencias a partir de simulaciones. Por ejemplo, R, Excel, SAS, SPSS y Python son cinco programas diseñados para ejecutar análisis de datos y gráficos de salida, que se pueden utilizar para la investigación (Ozgun et al., 2019). Como consecuencia, distintos softwares hacen que la tecnología se convierta en un mediador didáctico y contribuya al fortalecimiento del razonamiento lógico-variacional de los estudiantes. El desarrollo de habilidades para el manejo de éstas y otras herramientas tecnológicas y medios digitales, proporcionan posibilidades laborales a los estudiantes universitarios y estudiantes de postgrados, porque, al menos en el campo de las matemáticas aplicadas, cada vez más son las empresas e instituciones que buscan profesionales capaces de interpretar y modelar información.

Moreno y Gutiérrez (2020), sostienen que son numerosos los gobiernos y organismos que tratan de aproximarse al futuro por medio de la tecnología y la utilización de herramientas de prospectiva, con el objetivo, en muchos casos, de mejorar la orientación de la educación y en general, de buscar el desarrollo sostenible de las naciones. Por ello, para terminar esta reflexión sobre la utilidad de las TIC's y las herramientas computacionales en la educación superior, y el campo específico de la estadística, vale la pena mencionar que estos medios además de ser atractivos en la sociedad actual, son un referente de transformación del sistema de educación universitario, en la medida en que resultan oportunos para superar el aprendizaje mecánico de la estadística y en su lugar, facilitan una enseñanza apoyada en la lúdica como estrategia didáctica que responde a las necesidades de la cultura digital.

INTEGRACIÓN DE LA ESTADÍSTICA Y LA CIENCIA DE DATOS

Los recursos hasta aquí mencionados, pese a ser muy útiles para la enseñanza de la estadística y la analítica de datos a nivel universitario, ya pueden ser consideradas dentro de las estrategias convencionales para la enseñanza de esta disciplina, porque, como consecuencia de la proliferación de los medios digitales, el nuevo reto al que estamos abocados es la integración de la estadística con la ciencia de datos, las técnicas de modelación de aprendizaje automático bien sea supervisado o no supervisado, el aprendizaje profundo y la inteligencia artificial, en el mundo de los macrodatos, los datos no estructurados y las redes sociales. Estas nuevas tecnologías exigen una nueva forma de analizar y hacer inferencia frente al significado de los datos y su utilidad práctica. Plantean la necesidad de concebir diferentes maneras de modelar y comparar resultados, que no se limitan a obtener la significancia de un parámetro de estimación, sino que se abren a la posibilidad de explorar y cotejar múltiples valoraciones entre datos provenientes de fuentes heterogéneas y de gran magnitud (Wu, 2021).

Algunos autores como Bzdok et al. (2018), plantean que, así como la estadística extrae inferencias a partir de una muestra específica, el aprendizaje automático encuentra patrones predictivos generalizables, por lo cual, consideran que ambas ramas o disciplinas son diferentes pero complementarias en el campo del análisis de datos. Otros autores tienen una visión más integradora, como Tolsgaard et al. (2020) y refieren una conjunción multidisciplinaria entre todos saberes donde se utilizan algoritmos y técnicas de modelación para obtener conocimientos desde conjuntos de datos que a menudo son complejos, de gran tamaño e involucran multiplicidad de formas de obtener resultados con efecto prospectivo y prescriptivo.

Lo cierto es que, independiente de si la estadística busca o no la misma funcionalidad del aprendizaje automático o el aprendizaje profundo, en la enseñanza de la estadística, comienza a ser latente la necesidad de integrar todos estos conceptos y formas de modelar, para proporcionar a los estudiantes más herramientas que habiliten su formación integral. Es por esto que ya se están dando los primeros pasos para diseñar las teorías, metodologías y recursos didácticos que permitan esta integración, y las universidades desde distintos programas de formación (en pregrado y postgrado) han comenzado a adaptar sus currículos para satisfacer esta necesidad de la sociedad informacional.

Por ello, puede indicarse que actualmente el real desafío para los profesores de estadística en ejercicio a nivel universitario, se dirige hacia la integración de los “me gusta”, comentarios, emoticones, fotos, mensajes

de voz, videos, etiquetas, tuits o historias de las redes sociales, que habitualmente manejan los estudiantes; con los conceptos de inferencia estadística y modelación, que aunque muchas veces son percibidos como menos divertidos que los memes, desarrollan la lógica variacional y la toma de decisiones basadas en datos. Además, también se percibe como desafiante el reto de idear aplicaciones de las técnicas de modelación para datos de gran magnitud, donde no solo se logre ejemplificar la obtención parámetros o estimaciones predictivas con tablas de datos que puedan resumirse en un tablero, sino que sea necesario pensar en cómo estructurar el proceso de obtención, gestión, transformación y visualización de los datos, antes de estimar la técnica apropiada para obtener los análisis que conduzcan a la conclusión práctica requerida.

Por todo lo anterior, puede resumirse que este trabajo se sustenta en la visión de Horton (2015), quien concibe a la estadística como la ciencia de aprender de los datos para fomentar un pensamiento más multivariable y desarrollar habilidades de resolución de problemas basados en simulaciones computacionales que reflejan los problemas del contexto. Por ello, es necesario garantizar que los estadísticos, y en general, los docentes de estadística a nivel universitario, estén completamente comprometidos con la ciencia de datos y el análisis de información; sólo así será posible formar a los estudiantes universitarios en competencias técnicas y analíticas, que fomenten habilidades de pensamiento estratégico, para responder a las necesidades de la sociedad y la industria.

DISCUSIÓN FINAL

Las reflexiones expuestas en torno a los factores que inciden en la enseñanza de la estadística y la analítica de datos en la educación superior, y las referencias de autores presentadas, permiten concluir frente a cuatro aspectos: El primero referente a los docentes de estadística y su papel en el proceso de enseñanza de esta disciplina, el segundo, relacionado al papel de los estudiantes universitarios; el tercero asociado a los recursos didácticos que se configuran como oportunidad para el proceso de aprendizaje de este saber; y por último, en relación al desafío de enseñar estadística junto a las técnicas de aprendizaje automático, en el mundo de los macrodatos y la sociedad digital.

En el primer aspecto, es importante reconocer que en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística, el docente más que exponer conceptos teóricos asociados a la probabilidad, la inferencia y las técnicas de modelación, es un facilitador de experiencias para sus estudiantes, de forma que éstos puedan desarrollar su pensamiento cuantitativo y construir conocimientos útiles para resolver situaciones problemas de su contexto habitual, potencializando su desempeño académico, personal y profesional. Por ello, se hace necesario fomentar la formación pedagógica de los profesores de estadística a nivel universitario, favoreciendo la disponibilidad de recursos que les permitan guiar su forma de enseñanza y la adaptación de contenidos curriculares a las necesidades de los alumnos y del entorno. De aquí, surge la necesidad de continuar desarrollando investigaciones académicas que permitan identificar, en cuanto a los docentes universitarios de estadística, si en su formación básica reciben asignaturas de educación y didáctica de las matemáticas aplicadas; así como identificar sus estilos de enseñanza prevalentes, para entender si realmente están preparados para aprovechar los medios digitales como facilitadores de la labor educativa.

Adicionalmente, es necesario pensar que se requieren estudios que permitan documentar cómo se diseñan los contenidos programáticos de las asignaturas de estadística en las universidades latinoamericanas, y en especial, para profesiones no pertenecientes a las ciencias exactas o la ingeniería, porque de acuerdo con lo afirmado por Castillo-Riquelme (2020), la enseñanza de la estadística en cursos universitarios ha presentado tradicionalmente mayores desafíos en las disciplinas más alejadas de la matemática. En éstas los estudiantes no siempre encuentran motivación para la aplicación de los contenidos en su contexto social, por tanto, los docentes deben hacer un mayor esfuerzo en el diseño de prácticas de análisis de datos e información contextualizada y en el ámbito específico de la disciplina en estudio.

Respecto a los estudiantes universitarios, se estima conveniente ampliar los estudios que indaguen por un lado, sobre los recursos y las estrategias de aprendizaje de la estadística de mayor preferencia, y por el otro, frente a la percepción de éstos ante cómo el sistema de evaluación integra los conceptos de las técnicas tradicionales de modelación estadística, con la analítica de datos, el aprendizaje supervisado, el no supervisado y los macrodatos. Así mismo, exploraciones para identificar sugerencias que conlleven a concebir la enseñanza de la estadística como una experiencia útil para la vida cotidiana y el óptimo desempeño profesional, donde se puedan encontrar soluciones a problemas del mundo real, a través de la recopilación de macrodatos, el uso de herramientas computacionales y la búsqueda de resultados optimizados.

Para terminar, es importante mencionar la potencialidad y las oportunidades que ofrecen las tecnologías computacionales y los recursos didácticos como el juego y las simulaciones, para facilitar tanto la labor docente, como la formación integral y crítica de los estudiantes. Es preciso enseñar el pensamiento estadístico como un proceso investigativo de resolución de problemas y de toma de decisiones, centrándose en la

comprensión conceptual, la integración de información con un contexto y el fomento aprendizaje activo, que mejora la capacidad de razonamiento y la argumentación (Berlinski y Busso, 2017). Esto se logra usando la tecnología para explorar nociones teóricas y analizar datos, especialmente en el contexto actual, donde las estadísticas de la era de la informática y el aprendizaje automático, están teniendo un profundo impacto en la industria y la sociedad.

CONCLUSIONES

De acuerdo al trabajo presentado y a los resultados obtenidos, se pueden plantear las siguientes conclusiones principales:

1. Los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística y la analítica de datos en educación superior deben incluir mucho más que la simple revisión de contenidos, porque en tal caso, el conocimiento que se genera simplemente es transmitido y asimilado, no se analiza a conciencia, no incluye al individuo que aprende, y se acepta tal y como se presenta. Por tanto, los estudiantes no generan pensamiento crítico, ni desarrollan las competencias necesarias para enfrentar problemas reales de los contextos en los cuales están inmersos. Para que esto último sí ocurra, la labor del docente universitario de estadística debe ir más allá de la enseñanza magistral promoviendo el desarrollo de habilidades de pensamiento reflexivo e investigativo.
2. En la enseñanza de la estadística se recomienda el uso de la investigación estadística desde el aula, para que el estudiante sea el centro del proceso de enseñanza, y se vea alentado a generar procesos de pensamiento para solucionar problemas reales, considerando más allá de la lógica determinística, la variabilidad y la incertidumbre. En este sentido, las herramientas computacionales y los análisis de datos de contextos cotidianos, se configuran como recursos que facilitan la investigación y la construcción de conceptos y conocimientos acordes a las necesidades de la era de las tecnologías digitales y los macrodatos.
3. Tanto la enseñanza como el aprendizaje de la estadística deben tener en cuenta la dimensión humana de las personas. Por ello, la revisión de contenidos de probabilidad, modelación y predicción a nivel universitario, debe complementarse con procesos investigativos donde se discutan y analicen las realidades sociales y culturales, incentivando a los estudiantes a expresar sus opiniones, inferencias y recomendaciones sobre estas situaciones analizadas. Esto permite que el aula de clase se convierta en un espacio de generación de ideas y competencias de pensamiento estratégico que faculten la transformación del entorno.

REFERENCIAS

- André-Carillo, K., Let's stop trying to be "sexy" – preparing managers for the (big) data-driven business era, <https://doi.org/10.1108/BPMJ-09-2016-0188>, *Business Process Management Journal*, 23(3), 598-622 (2017)
- Bzdok, D., Altman, N., y Krzywinski, M., Statistics versus machine learning, <https://doi.org/10.1038/nmeth.4642>, *Nature Methods*, 15(4), 233-234 (2018)
- Berlinski, S., y Busso, M., Challenges in educational reform: An experiment on active learning in mathematics, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.05.007>, *Economics Letters*, 156, 172-175 (2017)
- Caballero-Florez, R., Rondon-Meza, M., Baleta-Palomino, L., y García-Romero, T., La modelación matemática, una estrategia para la enseñanza de la estadística, <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i3.940>, *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 153-159 (2020)
- Callingham, R., Watson, J., y Oates, G., Learning progressions and the Australian curriculum mathematics: The case of statistics and probability, <https://doi.org/10.1177/00049441211036521>, *Australian Journal of Education*, 65(3), 329–342 (2021)
- Campillo-Ferrer, J., Miralles-Martínez, P., y Sánchez-Ibáñez, R., Gamification in Higher Education: Impact on Student Motivation and the Acquisition of Social and Civic Key Competencies, <https://doi.org/10.3390/su12124822>, *Sustainability*, 12, 4822, 1-13 (2020)
- Castillo-Riquelme, V., Enseñanza de la estadística inferencial mediante una aplicación móvil, <https://doi.org/10.12802/relime.20.2324>, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 23(2), 233-258 (2020)
- Chung, C., Shen, C., y Qiu, Y., Students' Acceptance of Gamification in Higher Education, <http://doi.org/10.4018/IJGBL.2019040101>, *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 9(2), 1-19 (2019)
- Díaz-Levicoy, D., Marjorie, S., y Rodríguez-Alveal, F., Conocimiento especializado sobre gráficos estadísticos de futuras maestras de educación infantil, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000500029>, *Formación Universitaria*, 14(5), 29-38 (2021)
- Ferrari, C., y Corica, A., Concepciones sobre la estadística, su enseñanza y aprendizaje: Un estudio exploratorio con estudiantes para profesor en matemática, *IKASTORRATZA e-Revista de Didáctica*, ISSN 1988-5911, 19, 62-90 (2017)

- Gabalán-Coello, J., y Vásquez-Rizo, F., Una propuesta metodológica didáctico-constructivista para fomentar el aprendizaje de la modelación estadística a nivel universitario, <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss76.3>, *Actualidades Pedagógicas*, 76, 1-20 (2021)
- González, A., Conde, Á., y otros tres autores, Instructors' teaching styles: relation with competences, self-efficacy, and commitment in pre-service teachers, <https://doi.org/10.1007/s10734-017-0160-y>, *High Educ*, 75, 625–642 (2018)
- Hernández-González, S., Ruiz-Hernández, B., y otros dos autores, Retos para la enseñanza y la formación de profesores de estadística en México, <https://doi.org/10.15517/rmta.v20i2.11665>, *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 20(2), 257-273 (2013)
- Horton, N., Challenges and Opportunities for Statistics and Statistical Education: Looking Back, Looking Forward, <https://doi.org/10.1080/00031305.2015.1032435>, *The American Statistician*, 69(2), 138-145 (2015)
- Jordán, C., Magreñán, Á.A., y Orcos, L., Considerations about Flip Education in the Teaching of Advanced Mathematics, <https://doi.org/10.3390/educsci9030227>, *Educ. Sci*, 9, 227 (2019)
- Lope-Salvador, V., Mamaqi, X., y Vidal-Bordes, F., La Inteligencia Artificial, <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i1.1434>, *Revista Icono*, 14, 18(1), 58- 88 (2020)
- Luk, C.H., Ng, K.K., y Lam, W.M., The Acceptance of Using Open-Source Learning Platform (Moodle) for Learning in Hong Kong's Higher Education. *Technology in Education. Innovative Solutions and Practices. ICTE 2018. Communications in Computer and Information Science*, Springer Nature Singapore Pte Ltd, https://doi.org/10.1007/978-981-13-0008-0_23, 843, 249-257, Singapur (2018)
- Mangiero, G., Qayyum, A., y Cante, C., Teaching statistics – A dynamic excel approach, <https://doi.org/10.1080/08832323.2021.1974815>, *Journal of Education for Business* (2021)
- Medina-Hernández, E., Analítica: Tendencia para optimizar la toma de decisiones a nivel empresarial, <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.29.7864>, *Dictamen Libre*, 29, 1-16 (2021)
- Moreno, G., y Gutiérrez, R., Estudio prospectivo de la tecnología en la educación superior en Colombia al 2050, <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.7583>, *Universidad y Empresa*, 22(38), 160-182 (2020)
- Ozgun, C., Booth, D., y Alam, P., Analytics Software Languages for Problem Solving, *Engineering and Technology Quarterly Reviews*, ISSN 2622-9374, 2(2), 108-113 (2019)
- Pepin, B., Gueudet, G., y Trouche, L., Refining teacher design capacity: Mathematics teachers' interactions with digital curriculum resources, <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0870-8>, *ZDM Mathematics Education*, 49, 799–812 (2017)
- Pinto, J., Tauber L., y otros 4 autores., Alfabetización Estadística en Educación Superior, en *Acta Latinoamericana de Educación Matemática*, Serna, L.A. (Ed.), 227-235, Ciudad de México, México (2017)
- Rocha-Salamanca, P., La educación estadística en la formación de ingenieros, <https://doi.org/10.14483/23448350.4563>, *Revista científica*, 17, 33-45 (2013)
- Tsai, Y., Rates, D., y otros ocho autores, Learning analytics in European higher education—Trends and barriers, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103933>, *Computers & Education*, 155, 103933, 1-16 (2020)
- Tolsgaard, M., Boscardin, C., y otros tres autores, The role of data science and machine learning in Health Professions Education: practical applications, theoretical contributions, and epistemic beliefs, <https://doi.org/10.1007/s10459-020-10009-8>, *Adv in Health Sci Educ*, 25, 1057–1086 (2020)
- Vásquez, C., y García-Alonso, I., Los objetivos de desarrollo sostenible. Aportes desde la investigación educativa comprometida, <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15214>, *Profesorado: Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 3(24), 125-147 (2020)
- Vides-Gómez, S., y Rivera-Vergel, J., La ingeniería didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística, *Omnia*, ISSN: 1315-8856, 21(2), 96-104 (2015)
- Wu, J., Learning analytics on structured and unstructured heterogeneous data sources: Perspectives from procrastination, help-seeking, and machine-learning defined cognitive engagement, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104066>, *Computers & Education*, 163, 104066 (2021)
- Zapata-Cardona, L., y González-Gómez, D., Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza, <https://doi.org/10.24844/EM2901.03>, *Educación matemática*, 29(1), 61-90 (2017)