

# DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS: REFERENTES PREVIOS AL DISEÑO DE UN CURSO DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA CON R STUDIO COMO SOFTWARE DE APOYO EN EL AULA

**Guízar Ruíz, Juan Ignacio**

Tecnológico Nacional de México / CIIDET  
Querétaro, México  
ignacio.gr@ciidet.tecnm.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9388-5834>

**Moreno Reyes, Hugo**

Tecnológico Nacional de México / CIIDET  
Querétaro, México  
hugo.mr@ciidet.tecnm.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7284-9754>

**Álvarez López, José Luis**

Tecnológico Nacional de México / CIIDET  
Querétaro, México  
jose.al@ciidet.tecnm.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4163-1568>

## RESUMEN

Los estudiantes de ingeniería presentan dificultades para desarrollar habilidades de pensamiento estadístico en los cursos de Probabilidad y Estadística, lo que resulta en altos índices de reprobación, retrasos en el egreso y una baja cultura estadística. Esta problemática, evidente en el aula, surge cuando los estudiantes deben relacionar teoría, procedimientos e interpretación de resultados. La falta de claridad en sus conclusiones afecta su desempeño profesional en el mercado laboral, especialmente en áreas que demandan habilidades estadísticas.

El estudio tiene como objetivo final diseñar un curso de Probabilidad y Estadística que use R Studio como herramienta de apoyo para mejorar el desarrollo del pensamiento estadístico. Este enfoque se basa en los principios de que el trabajo ocurre en sistemas de procesos interconectados, existe variabilidad en todos los procesos y que comprender y reducir esta variabilidad es clave. Incorporar R Studio permite a los estudiantes aprender un lenguaje de programación relevante y adquirir competencias útiles en asignaturas futuras y en su carrera profesional. En esta etapa se presentan los referentes previos al diseño y desarrollo del curso.

**Palabras clave:** Formación de ingenieros, Pensamiento estadístico, Probabilidad y estadística, R Studio.



### ABSTRACT

Engineering students have difficulties developing statistical thinking skills in Probability and Statistics courses, which results in high failure rates, delays in graduation, and a low statistical culture. This problem, evident in the classroom, arises when students must relate theory, procedures and interpretation of results. The lack of clarity in their conclusions affects their professional performance in the labor market, especially in areas that demand statistical skills. The final objective of the study is to design a Probability and Statistics course that uses R Studio as a support tool to improve the development of statistical thinking. This approach is based on the principles that work occurs in interconnected systems of processes, variability exists in all processes, and that understanding and reducing this variability is key. Incorporating R Studio allows students to learn a relevant programming language and acquire useful skills in future subjects and in their professional career. In this stage, the references prior to the design and development of the course are presented.

**Keywords:** Engineering education, Statistical Thinking, Probability and Statistics, R Studio.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes presentan dificultades para desarrollar habilidades propias del pensamiento estadístico durante sus cursos de probabilidad y estadística, lo cual conlleva a que dicha asignatura tenga altos índices de reprobación, los estudiantes retarden su egreso de la licenciatura en ingeniería (o bien Universidad), además de egresar con poca cultura estadística lo cual limita su incorporación a empleos relacionados con la industria o en general en empresas que empleen la Estadística y el Análisis de datos como principal herramienta de trabajo para la mejora de procesos. El estudio está enfocado en estudiantes de nivel superior que estudien en instituciones de corte científico-tecnológico del Tecnológico Nacional de México, en carreras de Ingeniería. Esta es la primera etapa del trabajo.

La Problemática antes mencionada se presenta directamente en el aula, a lo largo de las clases que conforman el curso de Probabilidad y Estadística o Estadística (según sea el caso), cuando los estudiantes requieren hacer el vínculo entre la parte probabilística teórica, procedimental y la interpretación de los resultados a la luz de los cálculos realizados, los estudiantes no pueden dar conclusiones concretas y claras en el contexto de la problemática tratada.

El propósito final del trabajo es diseñar y desarrollar un curso de Probabilidad y Estadística que incorpore R Studio como herramienta tecnológica de apoyo en el aula, que permita al estudiante el desarrollo del pensamiento estadístico, el cual es una filosofía de aprendizaje y acción basada en tres principios inevitables que son:

- Todo trabajo ocurre en un sistema de procesos interconectados;
- Hay variación en todos los procesos;
- Entender y reducir la variación son las claves del éxito.

Resolver dicha problemática permite al estudiante adquirir una serie de habilidades propias del pensamiento estadístico de las cuales podrá hacer uso en asignaturas posteriores, más aún, dichas habilidades serán cruciales para la vida laboral en la industria. Así también, adquiere nuevas habilidades que le permiten comprender procesos en los cuales el azar y la variabilidad juegan un papel importante, además de que bajan los índices de reprobación y, por último, se benefician todas aquellas empresas que contraten al estudiante y requieran de las habilidades estadísticas adquiridas.

Los beneficios que se esperan al incorporar R Studio al curso de Probabilidad y Estadística son:

- Los estudiantes potenciarán su pensamiento estadístico y aprenderán un lenguaje de programación y cómputo estadístico de gran relevancia a nivel mundial.
- Profesor y estudiantes se verán beneficiados al mejorar el curso de Probabilidad y Estadística mediante el uso de diseño instruccional incorporando el software.
- La institución, al lograr estudiantes con una sólida formación Estadística les posibilita continuar con estudios de posgrado o bien incorporarse a la vida profesional con éxito.

Los objetivos y preguntas que nos hemos planteado, previo al estudio y desarrollo del curso se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Objetivos y preguntas orientadoras previas para las diferentes etapas del estudio y diseño del curso*

<b>Objetivos</b>	<b>Preguntas</b>
Diseñar y desarrollar un curso de Estadística con <i>R Studio</i> como herramienta tecnológica para potenciar el razonamiento estadístico (OG).	¿Cómo lograr potenciar el pensamiento estadístico en los estudiantes de ingeniería? ¿Qué es el pensamiento estadístico?
Definir el contenido temático del curso (OE).	¿Cuál es el contenido temático del curso de Probabilidad y Estadística a abordar?
Delimitar las herramientas propias de <i>R Studio</i> que serán utilizadas durante el curso (OE).	¿Qué herramientas de <i>R Studio</i> son las más adecuadas para el diseño de actividades en el curso?
Definir el diseño instrucción más apropiado con el que se abordará el curso (OE).	¿Cuál es el diseño instruccional más adecuado para los fines que se quieren alcanzar en la investigación?
Diseñar las actividades a desarrollar durante el curso (tareas, prácticas, ejercicios, etc.) que mejor favorezcan el aprendizaje de los estudiantes (EO).	¿Cuáles son las actividades más adecuadas o pertinentes para el desarrollo del curso y que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes?
Diseñar secuencias didácticas apropiadas que favorezcan el aprendizaje significativo en los estudiantes (OE).	¿Qué secuencias didácticas podrían implementarse durante el curso a fin de lograr aprendizaje significativo en los estudiantes?
Determinar las herramientas tecnológicas complementarias pertinentes para llevar a cabo las actividades del curso (OE)	¿Cuáles son las herramientas tecnológicas complementarias más pertinentes para llevar a cabo las actividades del curso?

Fuente: Elaboración propia

## 2. MARCO CONCEPTUAL

En esta etapa se realizó una revisión bibliográfica que permitiera contribuir al planteamiento orientador de las diferentes etapas del estudio, que a continuación se muestran.

Las problemáticas en la construcción del pensamiento estocástico en distintos niveles de enseñanza son señaladas en diversas investigaciones provenientes del campo de la psicología y la didáctica, en este sentido, Kanobel (2009) reporta el uso de la Teoría del Aprendizaje de Ausubel, Novak y Gowing (ANG) para llevar a cabo un diseño instruccional para estudiantes de ingeniería, esta teoría enfatiza el punto de vista cognitivo de la psicología educativa y su relación con el aprendizaje significativo, tiene además una epistemología constructivista que sostiene que el conocimiento es una producción del ser humano. En este proyecto se utilizó la teoría ANG para diseñar, implementar y evaluar el uso de herramientas metacognitivas que favorezcan el

aprendizaje de algunos conceptos de la teoría de probabilidades de difícil comprensión. La investigación evaluó el impacto de las herramientas metacognitivas en el aprendizaje de la Probabilidad y la Estadística en carreras de ingeniería en un contexto de bajo nivel de desarrollo en niveles previos de enseñanza, para ello se utilizaron mapas conceptuales y diagramas UVE, los cuales permiten mejorar el aprendizaje y facilitan la investigación educativa.

Organista-Sandoval et al. (2019) reportan el desarrollo y aplicación de contenidos educativos digitales a través de un teléfono inteligente para un tema específico de Estadística en un curso universitario. La aplicación de los contenidos se realizó en el contexto de un curso formal universitario y permitió recuperar información del porcentaje de posesión de teléfonos inteligentes del grupo participante. De la misma forma, se obtuvieron datos relacionados con los aspectos tecnológicos y de diseño, del contexto de la consulta, del agrado y desagrado de los propios desarrollos. Se expusieron tres temas estadísticos basados en el diseño instruccional ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación). La selección de la muestra intencional consideró 40 estudiantes universitarios, a quienes se les aplicó un cuestionario con el propósito de identificar las bondades y limitaciones de este tipo de desarrollo. Los resultados mostraron que todo el estudiantado dispone de un teléfono inteligente con conexión a Internet, por lo que fue posible acceder de forma ubicua y anticipada a los contenidos. Asimismo, se señalaron aspectos favorables al diseño, como la organización, funcionalidad y utilidad de los contenidos educativos consultados. Las principales limitaciones fueron las explicaciones concretas y la corta duración de los segmentos audiovisuales. Las principales conclusiones a las que llegaron sugieren que el teléfono inteligente puede funcionar como una herramienta pedagógica con una adecuada orientación en su uso.

Obregón y Flores (2019) dan cuenta de una propuesta del uso de la plataforma tecnológica (Moodle) para el diseño instruccional basado en el modelo ADDIE, por el método de caso, dirigida a estudiantes del quinto semestre que cursan la materia de Estadística. Los estudiantes tuvieron sesiones presenciales, así como acceso al material didáctico disponible en las sesiones virtuales de la plataforma educativa, durante el proceso de formación de conceptos, el cual se demostró al analizar, medir y evidenciar el progreso de los estudiantes en el manejo de los conceptos de Estadística descriptiva. El objetivo fue medir el impacto en la formación de los conceptos de la asignatura a través de su construcción basado en la teoría de la enseñanza. Para el análisis de los datos se utilizó el Software SPSS v.20 con la prueba de Wilcoxon para la comparación de la medición del Pretest y Posttest los resultados demuestran el efecto de construcción estable de los conceptos y la actualidad de la teoría de la enseñanza.

Con relación a estudios relacionados con la motivación de los estudiantes, Almendra y Becerra (2020) realizaron en su estudio una medición de los niveles de motivación de los estudiantes en un curso de Estadística I dentro de la carrera de ingeniería de procesos y comercio internacional en la Universidad de Guadalajara. En este estudio participaron 39 estudiantes los cuales no fueron seleccionados de forma aleatoria. Se utilizó una versión traducida y reducida del Cuestionario Materiales Instruccionales para la Motivación (IMMS). Los resultados confirmaron la validez y la confiabilidad en escenarios basados en Web. La motivación fue significativa, el 64% de los participantes lograron un nivel de motivación del nivel medio superior a superior. Solo el 12.8% alcanzó un nivel de motivación bajo. Los datos provistos por los participantes en el estudio reportaron un nivel promedio de motivación de 3.67. Se considera un nivel de motivación positivo, que indica que los participantes estuvieron satisfechos con el material provisto en el curso

Con respecto a diseños instruccionales que hagan uso de los estilos de aprendizaje como herramienta para mejorar el rendimiento académico, León (2010) menciona en su estudio la aplicación de método denominado Aprendizaje Experiencial, desarrollado por Kolb, para el aprendizaje de la Estadística a los estudiantes de la escuela de Trabajo Social de la Universidad Nacional de Trujillo-Perú. Se les aplicó un pretest sobre conceptos de la Estadística, así como el test de Kolb para identificar sus estilos de aprendizaje. Con los estilos de aprendizaje identificados se elaboró diseños instruccionales siguiendo los lineamientos del método de aprendizaje experiencial. La evaluación del aprendizaje experiencial del curso de Estadística se llevó a cabo con instrumentos *de evaluación procedimental y actitudinal*. En el pretest los estudiantes evidenciaron mayores deficiencias en el conocimiento referente a: la estimación de la mediana a partir de un gráfico, el concepto intuitivo de variabilidad y sobre la noción de aleatoriedad. De los cuatro estilos de aprendizaje de Kolb, el estilo predominante en los estudiantes de Trabajo Social fue el tipo divergente. La aplicación del método Aprendizaje Experiencial a través de diseños instruccionales incrementó el rendimiento académico de los estudiantes independientemente del estilo de aprendizaje.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con respecto a esta etapa del estudio en donde se realiza una búsqueda y revisión bibliográfica documental del tema, así como a la experiencia en la impartición del curso de probabilidad y estadística con y sin R Studio, se plantea que el diseño del curso se llevará a cabo a través de un modelo de Diseño Instruccional (DI) conocido como "Componente Didáctico para el diseño de materiales educativos en Ambientes Virtuales de Aprendizaje" CDAVA, este Modelo de DI está orientado al desarrollo de Materiales Educativos Computarizados. Este modelo está basado en la teoría instruccional de Merrill, y permite al participante profundizar los contenidos y añadir los elementos que considere pertinentes para tener éxito en el material, que no es más que lograr aprendizaje significativo en los participantes (Esteller y Medina, 2009).

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primera instancia, tomando en cuenta el contexto en el cual se lleva a cabo el estudio y la generación a la cual irá dirigido el curso a desarrollar, se debe tomar en cuenta como aprenden las juventudes actualmente, en este sentido nos referimos a la generación Net, la cual está conformada por los nacidos entre 1977 y 1997, según Tapscott en Cruz (2010). Esta generación nació con la revolución digital y esto les permite incorporar la computadora a su vida diaria, algunas de las características primordiales de esta generación son las siguientes:

- Desean libertad en todo lo que hacen.
- Adoran personalizar y hacer cosas a la medida.
- Son escrutadores.
- Buscan la integridad y apertura corporativa cuando deciden comprar y dónde trabajar.
- Desean entretenerse y jugar en el trabajo.
- Les gusta colaborar y relacionarse.
- Sienten especial agrado por el vértigo.
- Son innovadores.

Las generaciones actuales también caben dentro de lo que Moravek en Cruz (2010) denomina *Knowmad*, personas creativas, imaginativas e innovadoras que pueden trabajar casi con cualquiera de manera asíncrona, que se sienten cómodos con la tecnología, en este sentido la generación *Net* es *Knowmad*, por lo que requieren de ambientes de aprendizaje retadores, donde tengan espacio para personalizar, puedan aprender a mayor velocidad, se diviertan y puedan innovar.

En segunda instancia, cabe mencionar que la herramienta principal que se utilizará a cabo para desarrollar el curso de Estadística está basada en el diseño instruccional el cual es una estrategia para el diseño del curso cuyo objetivo es maximizar la eficiencia en la “promoción de aprendizajes” por parte del profesor, sin dejar de lado que el contenido sea atractivo para los estudiantes, pero además resulte efectivo. Básicamente esta práctica unifica la creatividad y el arte de enseñar.

Por último, para tratar de entender como aprenden los estudiantes y con base en ello desarrollar las actividades más adecuadas, que incorporen el uso de herramientas tecnológicas que potencien el aprendizaje significativo, se tomará en cuenta la teoría del aprendizaje conocida como conectivismo, la cual fue propuesta por George Siemens y Stephen Downes en 2004, esta teoría sitúa al conocimiento fuera del individuo, menciona que este conocimiento se distribuye a través de redes y conexiones.

## 5. CONCLUSIONES

Para potenciar el pensamiento estadístico en los estudiantes a partir del diseño de un curso de Probabilidad y Estadística que incorpore *R Studio* como herramienta tecnológica de apoyo en el aula, se debe especificar el contenido temático específico del curso a desarrollar, delimitar las herramientas propias de *R Studio* a emplear con base en el diseño instruccional apropiado, el cual incorpore herramientas tecnológicas secundarias (tableros electrónicos, diapositivas interactivas, quizes, etc.) para el desarrollo de actividades, las cuales serán reforzadas a través de secuencias didácticas en temas centrales con su respectiva evaluación, que en primer lugar le sea útil al estudiante a modo de retroalimentación de lo que logro aprender y lo que le faltó aprender sugiriéndole actividades remediales que le permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje pretendidos para cada tema; así como también en segundo lugar le será útil al profesor para el rediseño del curso a la luz de una idoneidad didáctica.

## REFERENCIAS

- Almendra, M. P. R., & Becerra, B. L. G. (2020). Midiendo la motivación de los estudiantes en un curso de estadística basado en web aplicando la encuesta reducida de materiales instruccionales para la motivación. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies: IJISEBC*, 7(1), 79-89. <https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/19571>
- Castro, C. S. (2006). Aplicación de la teoría de la elaboración a la enseñanza de la estadística. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, (38), 113-126. <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7203>
- Cruz, I. (2015). Reflexiones teóricas sobre el aprendizaje en medios y entornos digitales. In Universidad Anáhuac (Ed.), *XXVII Encuentro AMIC Encuentro Nacional Querétaro* (pp. 2066–2087). Asociación Mexicana de Investigadores de la Comunicación A.C. [https://www.academia.edu/23098620/Reflexiones\\_teoricas\\_sobre\\_el\\_aprendizaje\\_en\\_medios\\_y\\_entornos\\_digitales](https://www.academia.edu/23098620/Reflexiones_teoricas_sobre_el_aprendizaje_en_medios_y_entornos_digitales)
- Esteller L, V. A., & Medina, E. (2009). Evaluación de cuatro modelos instruccionales para la aplicación de una estrategia didáctica en el contexto de la tecnología. *Eduweb Revista de Tecnología de Información Comunicación En Educación*, 57–70. <https://revistaeduweb.org/index.php/eduweb/article/view/304/187>

Desarrollo del Pensamiento Estadístico en la Formación de Ingenieros: Referentes Previos al Diseño de un Curso de Probabilidad y Estadística con R Studio como Software de Apoyo en el Aula

Kanobel, C. (2009). La Teoría ANG para construir conocimiento estocástico: un diseño instruccional para estudiantes de Ingeniería. Universidad Nacional del Cuyo. <https://fcai.uncuyo.edu.ar/upload/23etc-kanobel-fra-utn.pdf>

León, L. M. R. (2010). El aprendizaje experiencial de la estadística en base a los estilos de aprendizaje del estudiante universitario. *UCV-Scientia*, 2(2), 111-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6181497>

Obregón-Lucero, O. & Flores-Olvera, D. M. C. (2019). Diseño instruccional de una plataforma educativa para la formación de conceptos en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de estadística. *EDUTECH REVIEW. International Education Technologies Review / Revista Internacional De Tecnologías Educativas*, 6(1), 9–21. <https://doi.org/10.37467/gka-revedutech.v6.1683>

Organista-Sandoval, J., Domínguez-Pérez, C. & López-Ornelas, M. (2019). Desarrollo y aplicación de contenidos educativos digitales desde un teléfono inteligente para un tema de Estadística en un curso universitario. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 411-434. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v19i1.35711>