



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Efectos del uso de la tecnología educativa en los aprendizajes de la
estadística inferencial en estudiantes de ingeniería

Tesis

Que como parte de los requisitos

para obtener el Grado de

Doctora en Tecnología Educativa

Presenta

Montserrat Lino González

Dirigido por:

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Co-Director:

Dra. Silvia Ruiz Velasco Acosta

Querétaro, Qro. a 22 de septiembre de 2025

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Doctorado en Tecnología Educativa

Efectos del uso de la tecnología educativa en los aprendizajes de la estadística
inferencial en estudiantes de ingeniería

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado
Doctora en Tecnología Educativa

Presenta

Montserrat Lino González

Dirigido por:

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Co-dirigido por:

Dra. Silvia Ruiz Velasco Acosta

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez
Presidente

Dra. Silvia Ruiz Velasco Acosta
Secretaria

Dr. José Alberto Rodríguez Morales
Vocal

Dra. Ma. Teresa García Ramírez
Suplente

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Septiembre, 2025
México

Dedicatoria

*A la memoria de mi padre, quien sembró en mí
la determinación para alcanzar este logro.*

Agradecimientos

Mi total gratitud a la Secretaría de Ciencia Humanidades Tecnología e Innovación, SECIHTI antes CONACYT, del Gobierno de México, y a mi segunda alma mater, la Universidad Autónoma de Querétaro, por su apoyo y patrocinio para la realización de mi posgrado y proyecto de investigación.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Ricardo Chaparro Sánchez, mi asesor de tesis, por su invaluable dirección, acompañamiento constante y generosa disposición a lo largo de este proceso. Su guía académica, su compromiso con la excelencia y apoyo han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

Agradezco también a la Dra. Silvia Ruíz Velasco Acosta, por sus valiosas aportaciones. Su colaboración enriqueció profundamente el desarrollo de esta investigación.

Reconozco con gratitud el esfuerzo y dedicación de la Dra. Ma. Teresa García Ramírez, cuya lectura atenta, observaciones precisas y orientación han sido fundamentales tanto para este trabajo como para mi formación en el doctorado.

De igual forma, extendiendo mi gratitud al Dr. José Alberto Rodríguez Morales y a la Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno, por sus observaciones puntuales, su tiempo y compromiso con mi formación académica.

A la Facultad de Informática y a todos los profesores que me acompañaron durante mi formación doctoral, gracias por compartir conmigo sus conocimientos, su experiencia y su pasión por la investigación que sembró en mí la importancia de la investigación para reducir brechas y generar un impacto real. Cada clase, comentario y consejo contribuyó a mi crecimiento profesional y personal.

A mi madre y hermanos, por su apoyo incondicional durante estos años de esfuerzo y dedicación. A mi esposo y a mis hijos, mi gratitud infinita por su comprensión, sus palabras de aliento y por ser mi inspiración diaria.

Finalmente, agradezco con especial cariño a mis estudiantes de Ingeniería Biomédica, quienes hicieron posible la implementación del modelo propuesto. Su participación activa, compromiso y entusiasmo dotaron de vida y sentido a esta investigación.

A todos ustedes, mi más sincero reconocimiento.

Índice

Índice.....	v
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras	ix
Abreviaturas y siglas	x
Resumen	11
Abstract.....	12
1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Antecedentes	14
1.2 Descripción del problema	15
1.2.1 El currículo y la ubicación de la disciplina	16
1.2.2 Los docentes y su formación	17
1.2.3 Los estudiantes y sus conocimientos de estadística	18
1.2.4 En el contexto de la Estadística Inferencial	19
1.3 Justificación.....	19
2 ESTADO DEL ARTE	21
2.1 Tecnología Educativa en la enseñanza de la estadística	21
2.2 Soluciones tecnológicas para el razonamiento estadístico.....	23
2.3 Lenguajes de programación en la enseñanza estadística	26
2.4 Idoneidad didáctica en la enseñanza estadística	27
2.5 Exposición concluyente del análisis	29
3 MARCO TEÓRICO	30
3.1 Modelos pedagógicos	30
3.1.1 Teorías de aprendizaje	31
3.1.2 La neurociencia en el aprendizaje	32
3.2 Modelos educativos aplicados en educación superior	35
3.3 Diseño instruccional.....	40
3.4 TIC en la labor docente	42
3.5 Evaluación del uso de tecnología educativa en la enseñanza estadística	42
4 MARCO METODOLÓGICO	47
4.1 Ubicación de los paradigmas en la investigación	47
4.2 Investigación Basada en Diseño	49
4.3 Innovación educativa	52

4.3.1	Investigación e innovación en educación.....	53
5	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	57
5.1	Preguntas de investigación	57
5.1.1	Preguntas complementarias	57
5.2	Hipótesis de investigación.....	57
5.3	Objetivo general.....	58
5.3.1	Objetivos específicos.....	58
5.3.2	Análisis del curriculum	59
5.3.3	Análisis del programa	60
5.3.4	Diagnóstico docente.....	61
5.3.5	Diagnóstico estudiantil.....	63
5.4	Diseño	65
5.5	Implementación	65
5.6	Evaluación	66
5.7	Iteraciones de IBD	68
6	RESULTADOS	70
6.1	Análisis	70
6.1.1	Análisis del programa	70
6.1.2	Validez aplicada al instrumento de estudiantes	72
6.1.3	Validez y fiabilidad del instrumento aplicado a docentes.....	85
6.2	Desarrollo.....	90
6.3	Implementación	92
6.4	Resultados de la evaluación	93
6.4.1	Resultados del podcast de reflexión	94
6.4.2	Examen de conocimientos 1	94
6.4.3	Examen de conocimientos 2	97
6.4.4	Percepción final de los estudiantes sobre el modelo implementado	101
7	DISCUSIÓN	106
8	CONCLUSIONES.....	112
	REFERENCIAS.....	114
	ANEXOS.....	121
	Anexo 1. Plantilla de validación para la entrevista semiestructurada	122
	Anexo 2. Cuestionario Estudiantes	125

Anexo 3. Alfa de Cronbach del cuestionario aplicado.....	128
Anexo 4. SEM del cuestionario a estudiantes	129
Anexo 5. Análisis de los coeficientes de los factores	131
Anexo 6. SEM del modelo sugerido del análisis de factores con rotación oblicua	132
Anexo 7. Diseño instruccional de unidades 1 y 2.....	135
Anexo 8. Guion tecnopedagógico Unidad 1.....	144
Anexo 9. Rúbrica para el podcast de reflexión	147

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Categorías y dimensiones del instrumento para docentes</i>	63
Tabla 2 <i>Categorías y dimensiones del instrumento para estudiantes</i>	63
Tabla 3 <i>Contenido actual, secuencia y distribución de horas</i>	70
Tabla 4 <i>Sugerencia de cambios y nueva distribución</i>	71
Tabla 5 <i>Validez interna con Alfa de Cronbach</i>	72
Tabla 6 <i>Bondad de ajuste del modelo teórico</i>	74
Tabla 7 <i>Bondad de ajuste de las Ecuaciones de modelo teórico</i>	75
Tabla 8 <i>Bondad de ajuste modelo dado por análisis factores con rotación oblicua</i>	80
Tabla 9 <i>Bondad de ajuste de las Ecuaciones del modelo de factores con rotación oblicua</i>	80
Tabla 10 <i>Cuestionario sugerido por factores con rotación oblicua</i>	82
Tabla 11 <i>Número de alumnos inscritos por carrera a noviembre del 2022</i>	83
Tabla 12 <i>Diferencia medianas calificación 2º examen</i>	97
Tabla 13 <i>Resultados de los dos exámenes aplicados durante el semestre</i>	100
Tabla 14 <i>Resultados sobre actividades que les motivan para aprender la materia</i>	101
Tabla 15 <i>Resultados preferencias de tecnología utilizada en la asignatura</i>	103

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Importancia de la educación en Probabilidad y Estadística</i>	16
Figura 2 <i>Aprendizaje y la neurociencia</i>	34
Figura 3 <i>Componentes y características del modelo educativo universitario de la UAQ</i>	37
Figura 4 <i>Modelo educativo de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí</i>	38
Figura 5 <i>Modelo educativo de la UNAM</i>	39
Figura 6 <i>Modelo educativo TEC21</i>	39
Figura 7 <i>Modelo educativo Anáhuac</i>	40
Figura 8 <i>Esquema del modelo ADDIE</i>	41
Figura 9 <i>Fases de investigación de la IBD que sustenta el desarrollo del modelo</i>	51
Figura 10 <i>Iteraciones de la IBD en el desarrollo del curso</i>	69
Figura 11 <i>Gráfico SEM del modelo teórico</i>	73
Figura 12 <i>Análisis de los ítems disociados y su observación.</i>	76
Figura 13 <i>Respuestas a la pregunta 20</i>	77
Figura 14 <i>Modelo sugerido por el análisis de factores con rotación oblicua</i>	79
Figura 15 <i>Ingenierías que cursan los estudiantes que contestaron el cuestionario</i>	83
Figura 16 <i>Análisis hermenéutico del aspecto curricular</i>	87
Figura 17 <i>Análisis hermenéutico del fundamento disciplinar</i>	88
Figura 18 <i>Análisis hermenéutico de la mediación tecnológica</i>	88
Figura 19 <i>Análisis hermenéutico de las consideraciones pedagógicas</i>	89
Figura 20 <i>Estructura propuesta para el desarrollo</i>	90
Figura 21 <i>Estructura del Guion tecno pedagógico</i>	92
Figura 22 <i>Calificaciones del primer examen de conocimientos unidades 1 a 3</i>	95
Figura 23 <i>Respuestas pregunta 1c)</i>	96
Figura 24 <i>Calificaciones del segundo examen, unidades 4 a 7</i>	97
Figura 25 <i>Respuestas pregunta 2</i>	98
Figura 26 <i>Respuesta de un estudiante en la sección de aplicación</i>	99
Figura 27 <i>Materiales digitales de lectura</i>	102
Figura 28 <i>Al usar tecnología</i>	103
Figura 29 <i>Metodologías</i>	104
Figura 30 <i>Afectación del modelo de enseñanza</i>	104

Abreviaturas y siglas

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
ABProyectos	Aprendizaje Basado en Proyectos (<i>Project Based Learning</i>)
ABR	Aprendizaje Basado en Retos (<i>Challenge Based Learning</i>)
ADDIE	Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación
BASE	Bielefeld Academic Search Engine
CBI	Aprendizaje Basado en Instrucción (<i>Challenge Based Instruction</i>)
CPC	Conocimiento Pedagógico del Contenido
DOAJ	Directorio de revistas de acceso abierto (<i>Directory of Open Access Journals</i>)
E-EA	Entorno de Enseñanza Aprendizaje
ERIC	Centro de Recursos e Información para la Educación
IBD	Investigación Basada en Diseño
MDI	Materiales Didácticos Informáticos
MEU	Modelo Educativo Universitario
PRS	Sistemas de respuesta personal
QR	Código de Respuesta rápida (<i>Quick Response</i>)
REA	Recursos Educativos Abiertos
Redalyc	Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe
RELIEE	Red Latinoamericana de Investigación en Educación Estadística
RELME	Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa
SEA	Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA)
SEM	Modelo de Ecuaciones Estructurales (<i>Structural Equation Model</i>)
SIC	Sociedad de la Información y del Conocimiento
SRA	Razonamiento Científico y habilidades Argumentativas (<i>Scientific Reasoning and Argumentative skills</i>)
TE	Tecnología Educativa
THA	Trayectoria Hipotética de Aprendizaje
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro

Resumen

El aprendizaje de la probabilidad y estadística coadyuva, a nivel universitario, a formar profesionistas activos y críticos en las sociedades informatizadas en que vivimos. En ingeniería se requiere fomentar el pensamiento estadístico en los estudiantes que les permita aplicar los aprendizajes de la asignatura a su vida profesional e incida en la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre. La investigación se centró en evaluar el impacto de un modelo de enseñanza-aprendizaje de estadística inferencial basado en tecnología educativa para estudiantes de ingeniería. El modelo, fundamentado en la Investigación Basada en Diseño y el diseño instruccional ADDIE, incorporó metodologías de enseñanza activas y tecnología educativa para mejorar la comprensión de la probabilidad y estadística. El modelo se implementó en un grupo de 18 estudiantes de primer semestre de ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro, con una duración de 70 horas. Para evaluar la efectividad del modelo propuesto se consideró el monitoreo continuo, la retroalimentación de los estudiantes, análisis de los resultados que obtuvieron en actividades y la evaluación de la interacción de los estudiantes con el modelo. Entre los resultados más importantes, el 61% de los estudiantes mejoraron sus calificaciones en el segundo examen parcial. Los estudiantes percibieron que las metodologías activas mejoraron su entendimiento de la teoría, los problemas y actividades, al 82.4% el resolver problemas de ingeniería biomédica le motivó a aprender la materia. Respecto al modelo, el 41.2% dijo que le facilitó la aplicación del conocimiento al resolver problemas y actividades y al 23.5% le facilitó el aprendizaje y la comprensión. El modelo creado constituye una propuesta para atender la problemática de la enseñanza-aprendizaje de la estadística en la formación de ingenieros, en el que las metodologías activas empleando la tecnología digital adecuada y pertinente como herramienta de apoyo para la enseñanza es parte fundamental para el logro de objetivos y adquisición de aprendizajes significativos que puedan ser aplicados por los estudiantes en su vida profesional.

Palabras clave: Metodologías activas, tecnología educativa, probabilidad y estadística, ingeniería, innovación

Abstract

Learning probability and statistics contributes, at the university level, to forming active and critical professionals in the information-driven societies we live in. In engineering, it is necessary to foster statistical thinking in students, enabling them to apply the subject's learnings to their professional lives and influence decision-making in uncertain environments. The research focused on evaluating the impact of a teaching-learning model of inferential statistics based on educational technology for engineering students. The model, grounded in Design-Based Research and the ADDIE instructional design, incorporated active teaching methodologies and educational technology to improve the understanding of probability and statistics. The model was implemented from January 17 to May 30, 2024, in a group of 18 first-semester biomedical engineering students from the Autonomous University of Querétaro, with a duration of 70 hours. To evaluate the effectiveness of the proposed model, continuous monitoring, feedback from students, analysis of the results obtained in activities, and evaluation of the interaction of students with the model were considered. Among the most important results, the course was completed on time, and 61% of the students improved their grades in the second partial exam. The students perceived that active methodologies improved their understanding of the theory, problems, or activities, 82.4% said solving biomedical engineering problems motivated them to learn the subject. Regarding the model, 41.2% said it facilitated the transfer of knowledge when solving problems-activities and 23.5% said it facilitated learning and understanding. The created model constitutes a proposal to address the problem of teaching statistics in the training of engineers, in which active methodologies using appropriate and pertinent digital technology as a support tool for teaching is a fundamental part of achieving objectives and acquiring significant learning that can be applied by students in their professional lives.

Keywords: Active methodologies, educational technology, probability and statistics, engineering, innovation

1 INTRODUCCIÓN

La enseñanza-aprendizaje de la probabilidad y la estadística es importante a nivel universitario para formar profesionistas activos y críticos de las sociedades informatizadas, en el que las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han facilitado la disponibilidad y acceso a grandes volúmenes de información, por lo que se requiere generar el conocimiento y dominio estadístico para su procesamiento, correcta interpretación y mejor comprensión de hechos o fenómenos de la realidad.

Esta tesis, parte de la hipótesis que el uso del modelo de enseñanza de estadística inferencial fundamentado en el uso adecuado de tecnología educativa conlleva factores que mejoran el aprendizaje disciplinar en los estudiantes de ingeniería. Por lo que el objetivo fue responder a la pregunta de investigación ¿Cómo medir el efecto del uso de un modelo de enseñanza de estadística inferencial fundamentado a través de la tecnología educativa en el aprendizaje de estudiantes de ingeniería?

Lo anterior da origen al modelo propuesto para la enseñanza de la probabilidad y estadística que se enseña en el primer semestre de ingeniería, el cual fue implementado bajo un enfoque constructivista, al emplear metodologías de enseñanza activa, y al enfoque conectivista al ser mediado por tecnología educativa para fomentar el pensamiento estadístico en la resolución de problemas. Lo que convierte al docente en un facilitador y mediador del proceso de aprendizaje, cuya función es construir conocimiento planificando la enseñanza dentro de un entorno colaborativo, y los estudiantes son participantes activos en la construcción de su propio aprendizaje.

La Investigación Basada en Diseño (IBD) es el andamiaje del modelo de enseñanza-aprendizaje propuesto, en el que se sobrepone el diseño instruccional ADDIE para estructurar de manera estratégica, planificada y sistemáticamente organizada los temas, contenidos, metodologías de enseñanza activas, actividades, recursos de tecnología educativa de apoyo, y evaluaciones generando así los guiones tecno pedagógicos que facilitan la implementación del curso en la plataforma.

En el **capítulo 1** introducción se presentan los antecedentes, la problemática de la enseñanza-aprendizaje de la estadística en la formación de ingenieros desde la perspectiva de diversos autores y la justificación del problema. El **capítulo 2** expone el estado del arte a través de la revisión crítica de la literatura académica referente a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la estadística en la formación de ingenieros en el periodo del 2015 al 2024. En el **capítulo 3** se muestra el marco teórico que describe los conceptos que dan el sustento teórico y permiten construir la propuesta de un modelo de enseñanza-aprendizaje de probabilidad y estadística mediada por tecnología educativa.

El **capítulo 4** hace referencia al planteamiento de la investigación, especificando las preguntas de investigación, general y específicas; la hipótesis del trabajo y los objetivos general y particulares del mismo. En el **capítulo 5** se expone el desarrollo del modelo de enseñanza propuesto, a través de cada una de las cuatro fases de la IBD. En el **capítulo 6** se detallan los resultados obtenidos de esta investigación en las cuatro fases de la IBD. El **capítulo 7** expone la discusión y el **capítulo 8** muestra las conclusiones a las que se llegaron en este trabajo de investigación.

1.1 Antecedentes

En esta sección se presentan el análisis desde la perspectiva de diversos autores sobre la problemática de la enseñanza-aprendizaje de la estadística como una disciplina en la formación de ingenieros y otras áreas del conocimiento, de manera tal, que al finalizar la sección se pueda presentar una descripción propia de la problemática a atender en la investigación.

Desde 1995 se han incrementado los estudios de investigación, conferencias y publicaciones científicas en el ámbito de la educación de estadística como una disciplina del conocimiento; donde se ha investigado desde la perspectiva de diversas disciplinas al respecto y se consideran estudios de esas áreas, como la psicología, educación científica, educación matemática, tecnología educativa además de estudios específicos sobre la didáctica de la estadística. Estos estudios

son contribuciones que permiten conocer la naturaleza y desarrollo del razonamiento estadístico en los estudiantes para comprender y aprender conceptos estadísticos (Garfield *et al.*, 2014).

En la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME) en su edición número 27 surgió una iniciativa de construir una Red Latinoamericana de Investigación en Educación Estadística (RELIEE), la cual contaba con 40 profesores asociados en el año 2014. Dicha Red busca impulsar la investigación estadística, su difusión y formación de grupos de trabajo en Latinoamérica. Fue en la RELME 29 (en el año 2016, con la participación de más de 20 profesores), en que se hizo énfasis en la inferencia estadística donde se elaboró un recuento de lo que en Latinoamérica se ha trabajado en dicho campo.

La panorámica de la producción científica en Didáctica de la Estadística a nivel Internacional, a través de un estudio sobre tesis doctorales en el área y de 170 tesis doctorales relacionadas con el campo de la estadística solo 17 (10%) trataron el tema de la Inferencia y en específico, sobre: Intervalos de confianza, Pruebas de Hipótesis, Teorema del límite central, de inferencia informal a la formal y modelos de regresión. En su mayoría son trabajos desarrollados en Estados Unidos, dos de ellos en universidades de México y dos en España. Lo que revela una oportunidad de trabajo para la comunidad Latinoamericana, en pro de desarrollar investigaciones enfocadas al desarrollo del pensamiento aleatorio a partir del desarrollo de ideas tempranas sobre inferencia (Albert Huerta *et al.*, 2014).

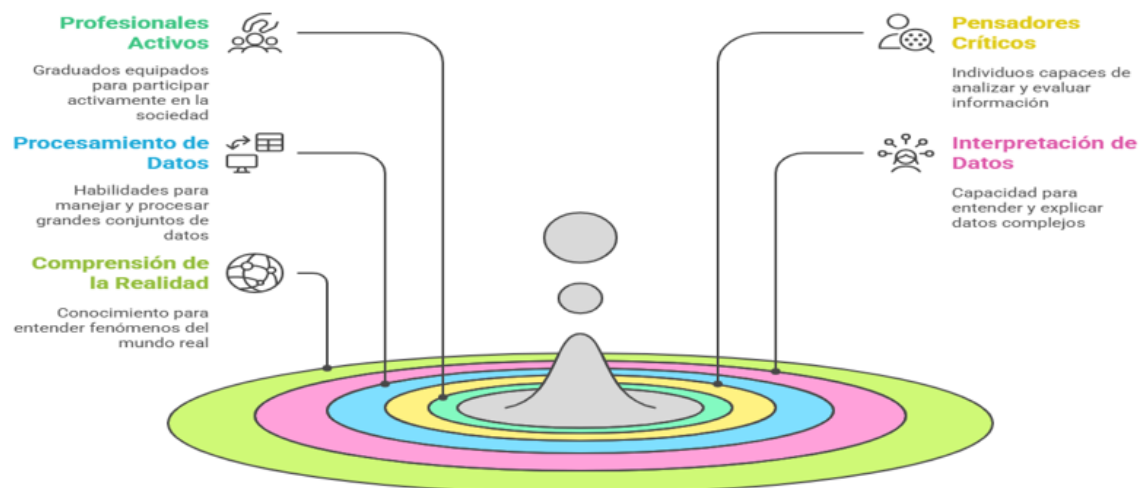
1.2 Descripción del problema

La enseñanza-aprendizaje de la estadística es importante en el currículo escolar por la necesidad del procesamiento de información que diariamente se genera gracias a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y que requieren de una alfabetización estadística para su correcto aprovechamiento y toma de decisiones que impacten de manera positiva en su vida diaria. La figura 1, muestra que la importancia de la educación en Probabilidad y Estadística a nivel universitario es

formar profesionistas activos y críticos de la sociedad informatizada en la que vivimos, con un conocimiento y dominio estadístico que les permita procesar, interpretar y comprender los hechos o fenómenos de la realidad.

Figura 1

Importancia de la educación en Probabilidad y Estadística



Desde la perspectiva curricular y de formación se han observado consideraciones especiales en el problema de acuerdo a factores descritos a continuación.

1.2.1 El currículo y la ubicación de la disciplina

Las diferencias en el currículo de cada institución educativa, la profundidad y el tiempo que se dedica a su enseñanza, no logra el impacto en los aprendizajes de los estudiantes y por tanto no logran un conocimiento homogéneo de la materia.

De acuerdo con Chavarría Ortiz *et al.* (2005), los aspectos relacionados con el currículo son:

- ¿Cómo se debe enseñar? La enseñanza debe integrar la teoría con la práctica.
- ¿Qué temas se debe enseñar? Los temas que sean aplicables a las necesidades e intereses de los estudiantes y satisfagan la formación profesional de los estudiantes.
- ¿Qué se debe de cuidar? La planeación, ejecución y evaluación.

1.2.2 Los docentes y su formación

En el análisis de los factores docentes, se consideran de acuerdo a la revisión de varios autores los siguientes factores:

La falta de preparación de los docentes en el ámbito disciplinar y pedagógico de la estadística, ocasiona un bajo desempeño. Normalmente el proceso de enseñanza aplicado se basa en la manera como les enseñaron o bien como comprenden (Díaz Levicoy y Sánchez Sánchez, s.f.).

Los estudios sobre formación estadística de los docentes han revelado errores y dificultades en las conceptualizaciones; además se ha dado poca atención a las concepciones de los profesores sobre esta disciplina. Estas concepciones pueden obstaculizar la enseñanza y el aprendizaje de la estadística (Ferrari y Corica, 2017).

Los conceptos se enseñan de manera aislada sin tener en cuenta la relación que debe establecerse entre ellos, ni los conceptos propios de la estadística y la investigación con los de otras materias, debido a que las clases no se ajustan al perfil profesional ni a las experiencias de la vida real más cercanas al sentido común de los estudiantes. (Batanero y Godino, 2001; Garfield, 2005; Bez-Zvi y Garfield, 2008, como se cita en Cuétara Hernández *et al.*, 2016).

La falta de habilidades de los docentes para criticar, construir y analizar las representaciones estadísticas que propone el currículo, además de un adecuado Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) y prácticas pedagógicas adecuadas, les dificulta implementar situaciones de enseñanza que favorezcan el aprendizaje de la estadística (Estrella *et al.*, 2015; Rocha Salamanca, 2013).

La necesidad de mejorar la habilidad para identificar, mediante actividades en el aula, aspectos de carácter emotivo preconcebidas que tienen los estudiantes: creencias, intuiciones y actitudes, que puedan afectar el aprendizaje de los conocimientos disciplinares (Chaves Esquivel, 2016). De este modo, mediante la identificación de esos aspectos, que puedan desvirtuar la naturaleza disciplinar,

será posible implementar estrategias didácticas que permitan modificarla (Cuétara Hernández *et al.*, 2016).

1.2.3 Los estudiantes y sus conocimientos de estadística

En relación a los estudiantes y sus conocimientos de estadística de acuerdo a varios autores se muestran los siguientes problemas

- Los estudiantes tienen diferentes niveles de conocimiento de estadística; además hay diferencias en estilos de aprendizaje de los estudiantes (Rodríguez *et al.*, 2010).
- Requieren de mejorar la comprensión en conceptos básicos.
- Necesitan afianzar conocimientos previos relacionados a los nuevos contenidos a aprender.
- Se le da más énfasis a los procedimientos y técnicas, y no al análisis que está detrás de la información (Chaves Esquivel, 2016).

Por otro lado, los estudiantes refieren que las dificultades que tienen en la asimilación de los temas de inferencia estadísticas se deben a (Rodríguez *et al.*, 2010):

- La falta de asimilación de contenidos previos referentes a la probabilidad, interpretación, dedicación y práctica por parte del alumno.
- Insuficiente tiempo que se le da al tema para su asimilación de estudio para aprobar la materia, los temas son complejos y requieren de interpretación adecuada.
- Se requiere de continuidad y profundidad ya que solo se da un semestre.
- Los últimos temas en el curso muchas veces se omiten por falta de tiempo.

1.2.4 En el contexto de la Estadística Inferencial

La problemática en el contexto de la misma disciplina se debe, según varios autores, a que la comprensión de conceptos es baja debido a tres problemas:

- La falta de incorporación de la enseñanza de la estadística en los niveles básicos; al abordar el tema de inferencia estadística se suprimen actividades prácticas y se parte de demostraciones o razonamientos; por último, el tiempo asignado es reducido y hace que los estudiantes sólo consigan un aprendizaje memorístico que no serán capaces de aplicar en su vida profesional (Batanero, C. 2013).
- Ausencia del concepto variabilidad, variable y aleatoriedad y no se vincula la estadística con la probabilidad necesaria para la conexión con la estadística inferencial (Estrella *et al.*, 2015).

Del análisis anterior se concluye que la problemática de la enseñanza-aprendizaje de la estadística en la formación de ingenieros tiene aristas en:

- El currículo y la ubicación de la disciplina.
- Los docentes y su formación.
- Falta de conocimientos previos en los estudiantes.
- El propio contexto de la estadística inferencial.

1.3 Justificación

En la actualidad, el desarrollo de las TIC ha facilitado la disponibilidad y acceso a grandes volúmenes de información de muy diversa índole, pero los materiales aportan poco al conocimiento de la estadística y suelen dar énfasis a su aplicación a través de herramientas sin conocer el fundamento. Lo anterior denota que se requiere de un conocimiento estadístico para su procesamiento, correcta interpretación, mejor comprensión de hechos y fenómenos de la realidad a través

del análisis estadístico, de manera tal que se pueda incidir en la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre; así como la proyección de elementos de juicio, valoración y búsqueda de vías de solución a problemas múltiples (Cuétara Hernández *et al.*, 2016).

Actualmente se requiere de una serie de investigaciones sistemáticas que caractericen la práctica educativa actual en el campo de la probabilidad y obtener elementos de prueba para recursos y programas de formación del profesorado acordes a las necesidades de una cultura probabilística en ellos y en sus estudiantes (Cuevas Acosta, 2012).

En las últimas décadas, se ha incorporado la enseñanza de la estadística en los distintos niveles educativos desde edades tempranas con el propósito de formar individuos con una cultura estadística acorde a la actualidad; sin embargo, los modelos de enseñanza se mantienen sin cambios ni actualizaciones, por ejemplo a los cambios en Tecnología Educativa, donde es factible utilizar la tecnología para innovar en la enseñanza y consolidar la comprensión para lograr aprendizajes significativos.

2 ESTADO DEL ARTE

En este capítulo, se desarrolla la búsqueda, selección, evaluación y análisis de teorías, investigaciones y desarrollos anteriores y contemporáneos, así como las aportaciones más importantes hasta la fecha. Se pretende generar una visión clara de las estrategias funcionales, de los retos en el área del conocimiento y del uso adecuado del contexto empírico que fundamenta el modelo.

Para el desarrollo del capítulo se realizó la revisión crítica de la literatura académica referente a los procesos de enseñanza aprendizaje de la estadística, se hace énfasis especial en la educación superior y de ser específicos en la formación de ingenieros (Lino González y Chaparro Sánchez, 2022).

Los resultados del análisis se presentan en una estructura de cuatro secciones que se desarrollarán con una perspectiva abierta, completa en cuanto a la aportación de cada uno de los autores, resaltando aquellas condiciones que en el análisis resaltan por sus aportaciones y la presentación de las ideas.

2.1 Tecnología Educativa en la enseñanza de la estadística

La estadística es una herramienta fundamental de muchas disciplinas, por lo que su enseñanza se ha adaptado a las nuevas generaciones de estudiantes al incorporar nuevas tecnologías que dan respuesta a sus necesidades de enseñanza que facilitan el aprendizaje y comprensión de conceptos complejos, al hacerlos más accesibles a los estudiantes; es por ello, que su enseñanza ha experimentado una evolución significativa debido al desarrollo tecnológico y cambios en las metodologías educativas.

Ante la modernidad y uso de dispositivos en los procesos de enseñanza aprendizaje Al-Matar (2015) presenta la influencia de los dispositivos móviles: teléfonos inteligentes y iPod, por ser tecnologías ubicuas que permiten aprender en cualquier lugar y momento; también, simulaciones por computadora, ya que su interactividad permite explorar nuevas ideas, temas y conceptos; así como, sitios web diseñados

en educación estadística, para analizar si la aceptación de la tecnología por parte de los estudiantes ayudaba a mejorar la actitud hacia la estadística y esta, a su vez, estaban relacionadas con su comprensión.

Por otro lado, Pinzón Triana *et al.*, (2015) proponen el uso de actividades experimentales y manipulativas para fomentar el pensamiento crítico en estudiantes de secundaria. Analizaron los efectos de incorporar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza del pensamiento probabilístico. La investigación, muestra que el uso de la plataforma Edmodo aunado a la herramienta tecnológica: Recursos Educativos Abiertos (REA), como medio de apoyo, fue eficaz para mejorar las habilidades de pensamiento probabilístico.

En Pinzón Triana *et al.*, (2015) se muestra cómo cuando se integra la tecnología en la enseñanza se fomenta el interés y el compromiso, mejora la motivación y comprensión de conceptos probabilísticos en los estudiantes. En el mismo sentido, las secuencias instruccionales diseñadas para los estudiantes, les permitieron mejorar sus juicios y la toma de decisiones demostrando la influencia positiva de la tecnología en los procesos de aprendizaje. Los autores resaltan que la utilización de REA en el aula permitió a los alumnos alcanzar mejores niveles de aprendizaje al potenciarlo; además, la transición a los razonamientos con abstracciones es más rápida con el uso de la tecnología educativa; así mismo, permite a los alumnos interactuar con recursos de calidad, tener acceso a la información y mayor interés en la temática lo que favorece una participación más activa, propicia el trabajo colaborativo y retroalimentación.

En suma, es posible establecer que el uso de la tecnología sin una secuencia instruccional previamente planeada o metodología didáctica empleada por el docente en concordancia con los objetivos del curso con el fin de obtener un resultado específico no conllevará a los resultados deseados. Ejemplo de ello se observa en la investigación de Al-Matar, (2015), que se enfoca solamente en el uso de las TIC para la enseñanza de la estadística, ya que sus resultados obtenidos se contraponen con lo esperado. Por otro lado, Pinzón Triana (2015), hace una

intervención en un solo tema del currículo de probabilidad, con una secuencia didáctica previamente diseñada en función de los objetivos que deseaban alcanzar junto a la incorporación de tecnología educativa, lo que les permitió obtener resultados positivos para el aprendizaje y la mejora del pensamiento probabilístico de los estudiantes.

2.2 Soluciones tecnológicas para el razonamiento estadístico

Es posible establecer que la incorporación de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la probabilidad y estadística mejora la comprensión de conceptos complejos y abstractos, fomenta el aprendizaje activo y colaborativo, permite la argumentación y justificación de los resultados obtenidos creando un ambiente propicio para generar habilidades estadísticas en los estudiantes.

Albert *et al.*, (2016), expone un grupo temático que sugiere emplear la innovación en la educación estadística en México y la necesidad de formar una comunidad de docentes e investigadores en ese ámbito. Plantean estrategias para mejorar la enseñanza de la estadística, como el uso del software libre GeoGebra que permite a los estudiantes simular y visualizar los resultados permitiendo experimentar con los conceptos relacionados con la inferencia estadística de forma tangible facilitando así su comprensión lo que permite crear situaciones de aprendizaje que impulsen el razonamiento estadístico.

De igual manera Inzunza (2016), describe como un grupo de 34 estudiantes universitarios mejoraron su comprensión de conceptos relacionados con el análisis de datos bivariados en un curso introductorio de estadística, al usar herramientas tecnológicas como applets y el software dinámico Fathom, que ofrecen un amplio repertorio representacional y características dinámicas que facilitan la visualización de patrones y organización de los datos, aunado a un tratamiento didáctico profundo.

Las estrategias metodológicas analizadas en Albert *et al.*, (2016) e Inzunza *et al.*, (2016) fomentaron un aprendizaje activo lo que contribuyó a aumentar el razonamiento de los estudiantes sobre datos bivariados y un incremento de sus estrategias correctas para elaborar juicios sobre la correlación y comprendieron la importancia de tener los datos completos para el análisis. Sin embargo, los estudiantes tuvieron dificultades en distinguir los roles de la variable dependiente e independiente. Finalmente señalan que el uso de la tecnología en el aprendizaje de la estadística es una herramienta cognitiva potente para aprender a razonar y pensar estadísticamente ya que provoca cambios cognitivos a través de la visualización de patrones en la relación entre variables y la organización de representaciones de datos.

De ahí que, en Kasak *et al.*, (2016), se observó que los estudiantes generalizaban los datos de 10 conejos a 100 utilizando la proporcionalidad en las frecuencias, lo que indica un avance en su razonamiento estadístico. Los autores subrayan la importancia de combinar la tecnología con el aprendizaje colaborativo para mejorar la comprensión de conceptos de probabilidad en los estudiantes, así como establecer conexiones más fuertes entre la probabilidad y la estadística en la educación. Además, el uso de herramientas de visualización facilita que los estudiantes desarrollen ideas estadísticas y probabilísticas desde edades tempranas.

Un año después Kazak *et al.*, (2017), mostraron como profesores de matemáticas en formación al utilizar las simulaciones del programa Tinkerplots les facilitó su comprensión de las distribuciones de probabilidad y la ley de los grandes números, destacando la integración del conocimiento teórico con datos empíricos en la enseñanza de la probabilidad; en donde a través del juego y el análisis, pasaron de minimizar el tiempo de espera para sumas específicas, reconociendo la frecuencia de ciertos resultados facilitando con ello la construcción de modelos de fenómenos aleatorios al poder realizar un gran número de ensayos rápidamente, lo que es esencial para entender el vínculo conceptual entre la experiencia física y su versión

simbólica formal permitiendo desarrollar conexiones conceptuales más fuertes entre los datos y los temas de probabilidad.

En el trabajo realizado por Fernández (2017), donde se aplicó una encuesta a estudiantes de la maestría en Ciencias Actuariales de la Universidad de Málaga, observó percepciones positivas de los estudiantes respecto a la implementación de animaciones y simulaciones usadas como recursos interactivos que permitían el control de parámetros en tiempo real en la enseñanza de la estadística, en específico, de las cadenas de Markov. Destacó su eficacia para mejorar la comprensión de conceptos estadísticos, modelos abstractos y características dinámicas de los procesos. Concluye que la integración de estos recursos digitales enriquece la experiencia de aprendizaje y la participación en la educación estadística y, combinada con un entorno de aprendizaje activo, se logra un proceso de aprendizaje más efectivo en la educación estadística.

Para Inzunza *et al.*, (2019), como el resultado del análisis de lo que otros investigadores han publicado sobre lo que es de utilidad para la enseñanza de la inferencia estadística como son: los principios de enfoques constructivistas del aprendizaje, el razonamiento informal como punto de partida para el desarrollo del pensamiento formal, herramientas de software dinámico, uso de datos reales, trabajo colaborativo entre pares y una estrategia pedagógica adecuada para maximizar su efectividad en el aprendizaje, proponen una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje (THA) que permita promover el aprendizaje de la inferencia estadística y el desarrollo del razonamiento inferencial informal a través del uso de tecnologías digitales usando el software dinámico TinkerPlots para la exploración de datos y modelación, simulando muestreo repetido de una población, buscando que las concepciones a las que se llegue tengan conexiones intuitivas con los métodos formales.

El análisis, en conclusión, de los trabajos previos destacan que el uso de herramientas tecnológicas como applets, software dinámico, así como videos y

diapositivas preparadas por el docente para el aprendizaje de la estadística tiene un gran potencial para mejorar la comprensión y el razonamiento estadístico de los estudiantes, pues les ayuda a probar conjeturas, explorar y analizar datos. Las animaciones y simulaciones como herramientas tecnológicas que se obtienen de *softwares* dinámicos como: GeoGebra, Fathom, Tinkerplots y la biblioteca D3.js.

2.3 Lenguajes de programación en la enseñanza estadística

La importancia de programar en la enseñanza de la estadística radica en que facilitan una mejor comprensión teórica y práctica al tiempo que preparan a los estudiantes a enfrentar desafíos del mundo real, a desarrollar habilidades críticas y técnicas necesarias para su futuro profesional. Aquí se presentan algunos reportes de investigación sobre el uso de la programación en la enseñanza de la estadística.

Cuevas y Solís (2018), sugieren a la tecnología computacional como parte inseparable en la reproducción de la investigación científica que facilita el aprendizaje de la estadística. Destacan que el uso de lenguajes de programación como R y herramientas de marcado como Markdown, el cual es un lenguaje marcado ligero que permite escribir informes que contengan código R, son fundamentales en la enseñanza estadística ya que permiten un análisis de datos más efectivo y su uso como estrategia didáctica es una opción factible para introducir reproducibilidad en el aula, lo que implica una innovación en la enseñanza de la estadística al integrar habilidades y saberes de múltiples disciplinas. Encontraron que R Markdown tiene potencial significativo para reproducir resultados de investigación en la enseñanza estadística, aunque también hubo una proporción representativa de estudiantes que mostro resistencia a utilizarlo para otras actividades.

Una observación importante en ambos análisis encabezados por Cuevas (2018) y (2019), sugieren el uso de programas computacionales que requieren de programación y son de acceso libre como R y Python que ya disponen de librerías con funciones específicas que permiten hacer un análisis estadístico formal; sin

embargo, es crucial que los estudiantes tomen primero un curso completo de estadística porque eso les proporcionará a los estudiantes una base en estadística sólida para entender los conceptos que aplicarán posteriormente en R o Python; es decir, deben tener previamente el conocimiento disciplinar que les ayudara a saber lo que se quiere analizar, cómo, por qué y para qué de manera que sea útil y provechoso en su desarrollo profesional.

2.4 Idoneidad didáctica en la enseñanza estadística

En referencia a la capacidad del docente para diseñar y llevar a cabo procesos de enseñanza que sean efectivos y adecuados para los estudiantes considerando los siguientes componentes: Conocimiento disciplinar del docente; conocimiento pedagógico, que incluye estrategias y métodos de enseñanza que implica técnicas didácticas; evaluación y retroalimentación que permitan al estudiante identificar sus fortalezas y áreas de mejora; ambiente de confianza y respeto en el aula propicio para el aprendizaje, aunado a la flexibilidad y creatividad para hacer ajustes según las dinámicas del grupo o necesidades individuales de los estudiantes.

En el caso previsto por Samá *et al.*, (2023), hacen referencia a otras investigaciones que señalan la importancia de la alfabetización estadística y probabilística en la educación, particularmente durante tiempos de crisis como la pandemia de COVID-19 debido a la importancia de la estadística en la toma de decisiones informadas. Analizan también la integración de conceptos estadísticos, conocimientos didácticos en la formación docente y las metodologías basadas en proyectos que permiten a los alumnos ir más allá de los conocimientos técnicos de la estadística, reflexionando sobre el tema investigado y sobre los conocimientos estratégicos. La organización del material de la disciplina en entornos virtuales de aprendizaje y las formas de interacción, incrementaron el conocimiento de los futuros docentes sobre la inserción de las tecnologías digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Utilizaron Google Forms y Excel como herramientas tecnológicas.

En la investigación reportada por Marrón *et al.*, (2023), del Departamento de Matemáticas de la universidad Nacional del Sur en Argentina, presentaron una experiencia educativa innovadora que diseñaron y aplicaron a estudiantes de la Licenciatura de Ciencias Biológicas para el curso de estadística descriptiva; en el cual, utilizaron hojas de cálculo como dispositivo didáctico que permite a los estudiantes procesar los datos, desarrollar habilidades críticas en la interpretación y representación visual de la información para facilitar el análisis estadístico y mejorar la comprensión de conceptos estadísticos de los estudiantes como: la composición de muestras de variables cualitativas, índices de dominancia y diversidad y su representación gráfica con diagramas ternarios.

De ahí que se puede considerar que la inclusión de la tecnología educativa en la enseñanza-aprendizaje de la estadística, porque con base en el tema y conceptos que el investigador quiere enseñar, primero debe tener presente a quién se le va a enseñar y cuáles son los objetivos que se pretenden lograr con esos aprendizajes. A partir de ahí, se seleccionan las metodologías de enfoques constructivistas que fomenten la participación activa de los estudiantes más adecuadas en función de los resultados que se desean obtener.

Siendo ideal en todo momento la incorporación de recursos didácticos y herramientas digitales, que se seleccionan y utilizan de manera intencionada para que ayuden a afianzar el aprendizaje de los conocimientos promoviendo un aprendizaje significativo a través de material concreto como: videos, diapositivas y materiales elaborados por el docente, o bien, seleccionar algún recurso educativo abierto (REA) previamente elegido por su calidad y pertinencia que pueda ser adaptado para el curso; así como softwares para el procesamiento de la información.

Finalmente hay que considerar que uno de los roles que el docente deberá desempeñar, es el de coordinar para propiciar los aprendizajes. Debe considerar además elementos que le permitan generar evaluaciones para conocer los avances

logrados, así como para tener siempre una referencia que le permita conocer si se han cumplido los objetivos de aprendizaje y si los estudiantes han desarrollado un pensamiento crítico y estadístico.

2.5 Exposición concluyente del análisis

Se encuentran limitaciones, debido a la baja producción de artículos que analicen la utilidad del uso de la tecnología educativa en la enseñanza de la estadística en acceso abierto. Por otro lado, los artículos suelen trabajar un tema o concepto muy específico del programa curricular de probabilidad y estadística y los resultados que se obtuvieron al haberlos mediado con tecnología educativa; solo en uno de los artículos encontrados hicieron la evaluación de un curso completo y no hubo ninguna medición intermedia para valorar si se estaban logrando los objetivos, que les permitieran hacer correcciones oportunas.

En el futuro de la investigación de la enseñanza en estadística se requiere analizar el tema de su enseñanza en entornos completamente virtuales, debido a que es una línea de investigación muy nueva, empezó en el año 2017, y requiere ser más ampliamente investigada. Se hizo evidente esta necesidad en el transcurso de la pandemia por Covid-19 y, de acuerdo a la revisión sistemática de Gaytan-Reyna *et al.*, (2023), el auge en la investigación en metodologías educativas para la enseñanza virtual de la estadística fue en 2021 y 2022.

De los artículos previamente analizados, se pudo encontrar que el uso de la tecnología educativa requiere de una planeación didáctica que integre la teoría y la práctica para ayudar al estudiante a la comprensión de conceptos y lograr aprendizajes significativos de los contenidos disciplinares. La importancia de usar datos reales que permitan ver la utilidad de la materia en la vida diaria y profesional con el fin de fomentar la motivación de los estudiantes por aprender la estadística para tomar decisiones informadas. Que el trabajo colaborativo entre pares y el cooperativo les permite adquirir capacidades blandas que le servirán para mejorar sus argumentaciones de los resultados obtenidos.

3 MARCO TEÓRICO

Este capítulo describe los conceptos que dan el sustento teórico, obtenido a través de la revisión sistemática y la cartografía conceptual, para construir la propuesta de un modelo de enseñanza-aprendizaje de probabilidad y estadística mediada por tecnología educativa, para la fundamentación en su diseño y desarrollo; así como para la argumentación de la discusión. Se conforma de cinco puntos: 1) Modelos pedagógicos, 2) Modelos educativos aplicados en educación superior, 3) Diseño instruccional, 4) TIC en la labor docente y 5) Evaluación del uso de la tecnología educativa en la enseñanza estadística.

3.1 Modelos pedagógicos

A continuación, se describen los factores que definen y fundamentan los modelos de enseñanza, así como diversos métodos didácticos que permiten implementaciones exitosas y el logro de objetivos curriculares. Los modelos pedagógicos, o de enseñanza, se enfocan en las estrategias y técnicas específicas para enseñar y promover el aprendizaje.

Los modelos de enseñanza se articulan y fundamentan en enfoques pedagógicos y teorías del aprendizaje, que permiten la planeación y configuración de la práctica docente para diseñar experiencias y ambientes de aprendizaje con la finalidad de orientar las actividades de enseñanza en el aula para plantear y resolver problemas, proponer actividades, diseñar materiales y evaluar resultados de forma que se pueda asociar, conectar y crear conocimientos nuevos en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el propósito de alcanzar los objetivos pretendidos en el programa curricular (Martínez Valcárcel, 2004).

La enseñanza es un proceso dinámico y multifactorial que está relacionado con el contexto social y temporal; sin embargo, la cartografía conceptual que se realizó en esta investigación nos proporcionó información valiosa sobre las metodologías didácticas que permiten implementaciones exitosas en la enseñanza de la estadística que se imparte a nivel universitario para lograr aprendizajes

significativos; dichas metodologías compartían las mismas características: enfoques constructivistas, participación activa del estudiante, orientados a resolver problemas reales, alineados al interés, carrera y perfil del estudiante, aunados al trabajo colaborativo, debates y mediados por tecnologías. Estas nuevas formas de enseñanza de la disciplina permiten la comprensión de conceptos estadísticos que son clave para el logro de los objetivos curriculares de aprendizaje para formar ciudadanos activos y críticos con una alfabetización estadística que les permita transferir los conocimientos aprendidos en el aula a su desempeño profesional y personal. Ya sea de manera independiente o una variedad combinada de ellos, mejoran la enseñanza de la estadística en el nivel superior (Lino González *et al.*, 2022).

3.1.1 Teorías de aprendizaje

Las teorías de aprendizaje surgen de teorías diseñadas para conducir la educación y responden a las enseñanzas en el aula, pues con ellos los docentes tienen más oportunidad de que las clases se adecuen a los diferentes tipos de estudiantes y sus conocimientos. Aunque las teorías de aprendizaje difieren en supuestos generales que las guían, todas parten de bases comunes y comparten principios que predicen una mejora en el aprendizaje a partir de la instrucción como son: progreso a lo largo de etapas o fases, material organizado y presentado en pequeños pasos, requiere práctica, retroalimentación y repaso de los estudiantes, los modelos sociales facilitan el aprendizaje mientras que los factores motivacionales y contextuales influyen en el aprendizaje (Shuell, 1990, como se cita en Schunk, 2012).

Las metodologías didácticas de aprendizaje que son las mejores para la enseñanza de la estadística a nivel universitario y que generan aprendizajes significativos son aquellos de participación activa del estudiante como el constructivista. Cuando se incluye la tecnología en el proceso de enseñanza es necesario hacer mención del enfoque conectivista (Lino González *et al.*, 2025a).

3.1.2 La neurociencia en el aprendizaje

Las formas en las que se adquiere e incorpora el aprendizaje son estudiadas a través de la Neurociencia que se encarga principalmente del estudio del cerebro, las funciones cognitivas y conductuales, pues resulta de la interacción entre Neurología y Psiquiatría, lo que permite entender su funcionamiento y rol que juega en la generación de pensamientos y conductas humanas. Las neurociencias buscan formas de mejorar la enseñanza y el aprendizaje por lo que resultan de gran utilidad para los docentes interesados en que los materiales educativos y la instrucción sean compatibles con la forma que los estudiantes procesan la información y aprenden (Schunk, 2012).

Los avances de la neurociencia han permitido entender al cerebro como el órgano que permite enseñar y aprender, es por ello que impacta en la educación y debe ser tomada en cuenta al momento de hacer las planeaciones didácticas de cualquier tema que se pretenda enseñar, pues permite aprovechar mejor los recursos cognitivos de los estudiantes para que logren alcanzar la metacognición, que los conocimientos adquiridos sean duraderos y puedan ser transferidos al ser aplicados en la vida diaria y profesional.

La Neurociencia ha logrado identificar aspectos importantes que ayudan a un mejor uso de la cognición y conducta humanas y su aprovechamiento en la planeación de cursos puede lograr un impacto positivo en la enseñanza aprendizaje de los estudiantes. Los aportes entre las neurociencias y la educación permiten establecer un puente entre ambas áreas y ese puente es el aprendizaje el cual es la meta a lograr en los procesos educativos. Por tanto, son complementarias para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos educativos. La evidencia y orientaciones que aportan las neurociencias permiten generar herramientas para optimizar los aprendizajes, considerando tanto el rol de docente y las prácticas de aula como elementos clave.

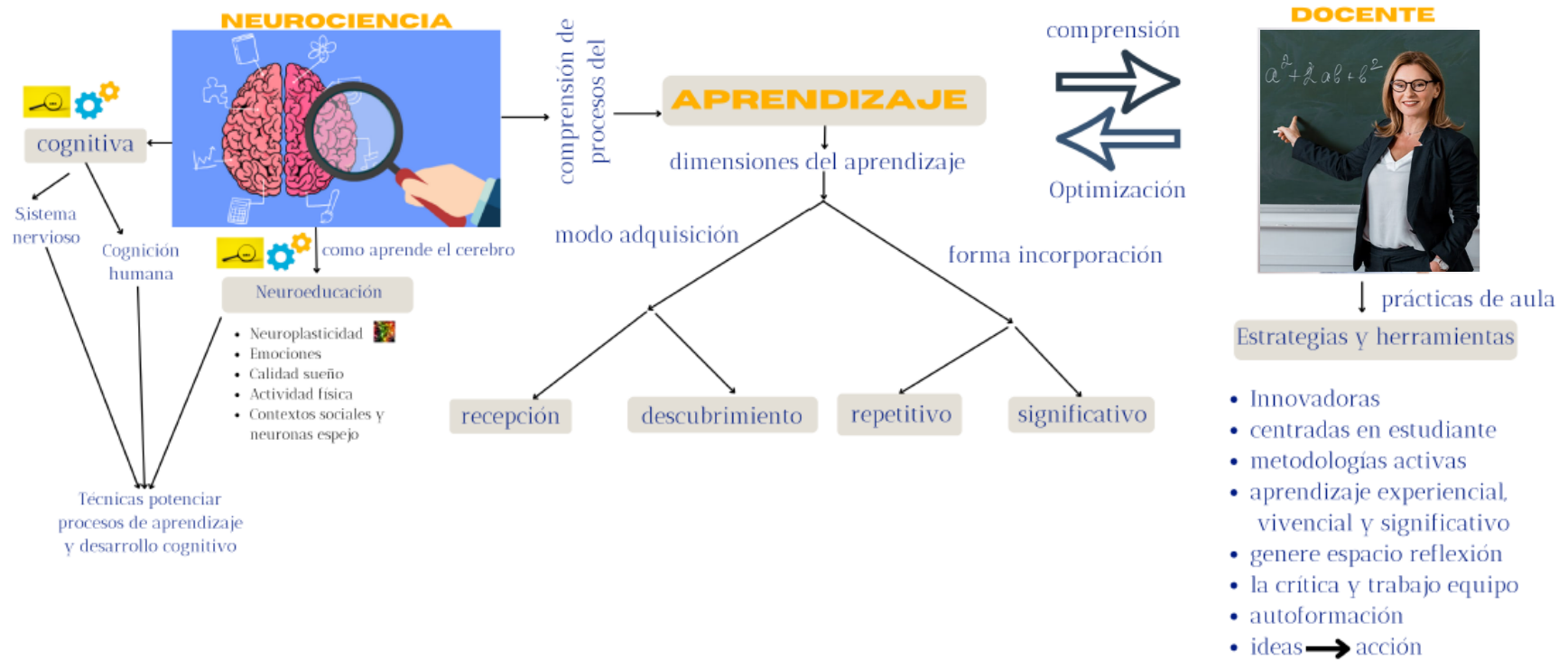
Los docentes pueden idear estrategias para generar en el aula climas emocionales positivos que fomenten el aprendizaje compartido, en que unos y otros colaboran cooperativamente en pos del progreso general del curso. También, considerando el rol de docentes como referentes, se posibilitaría guiar el aprendizaje de los estudiantes y establecer pautas o modelos para la resolución de problemas. Esta guía o mediación incluye además de la enseñanza de contenidos temáticos teóricos, la integración de ideas, valores y actitudes, tan importantes como los conocimientos impartidos.

Actualmente se reconoce que el rol docente es esencial dentro del proceso formativo de los estudiantes es más que una mera transferencia de conocimientos, es el proceso interactivo estudiante-docente produce cambios a nivel biológico, cognitivo y emocional. Bajo las condiciones y contexto del mundo globalizado actual, se requieren de estrategias innovadoras e intencionadas que permitan, de manera más efectiva, el aprendizaje de los estudiantes despertando su interés y motivación hacia el aprendizaje con sentido y reflexión.

Se concluye que una educación efectiva enfrenta el desafío de configurar un modelo de educación integral, centrado en el estudiante y basado en el uso de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje. Además, implica reconocer la relevancia de incorporar estrategias y herramientas orientadas hacia un aprendizaje experiencial, vivencial y significativo, implica atender un rol docente renovado, capaz de generar espacios para la reflexión, la crítica, el trabajo en equipo y la autoformación, bajo un contexto donde las ideas se conviertan en acción, (Araya-Pizarro y Espinoza Pastén, 2020), como se aprecia en la figura 2.

Figura 2

Aprendizaje y la neurociencia



3.2 Modelos educativos aplicados en educación superior

El modelo educativo establece los principios y valores que rigen las instituciones de enseñanza y es en lo que se basan todos los programas curriculares de las mismas. Es la concreción pedagógica de los paradigmas educativos que una institución construye y sirve de referencia para todas las funciones que cumple con el objetivo de materializar su proyecto educativo.

En esta sección se presentan los modelos educativos de cinco instituciones de educación superior en las que se reflejan sus misiones y visiones. Las universidades públicas (UNAM, UAQ y UASLP) comparten un enfoque más tradicional y social, con fuerte compromiso regional y nacional como principios comunes en modelos educativos de instituciones de educación superior en México; mientras que las universidades privadas (TEC de Monterrey y Anáhuac) destacan por su enfoque innovador, global y emprendedor con metodologías más prácticas.

Aunque todas buscan la excelencia académica difieren en sus prioridades: la UNAM es líder en investigación científica y humanística en México con una amplia producción académica; mientras que la UAQ y UASLP su investigación está más orientada a resolver problemas locales y regionales. Por su parte, el TEC de Monterrey prioriza la innovación y el emprendimiento, mientras que la Anáhuac es en el liderazgo ético y, en ambas, se hace una investigación más aplicada y vinculada a la industria y el emprendimiento. Sin embargo, cada institución tiene fortalezas que la hacen única.

Las coincidencias en sus modelos educativos se concentran en 6 ejes:

- 1) Enfoque en la formación integral.
- 2) Compromiso con la investigación.
- 3) Vinculación con el sector productivo.
- 4) Diversidad en oferta académica.
- 5) Internacionalización.
- 6) Tecnología e innovación.

Por otro lado, las diferencias en sus modelos educativos se dan en los enfoques de cada universidad; por un lado, las universidades públicas tienden a usar un enfoque más teórico en algunas áreas, aunque también incorporan prácticas y proyectos aplicados. La UNAM tiene un enfoque más tradicional y humanista, con énfasis en la investigación científica y difusión cultural; mientras que la UAQ y la UASLP tienen enfoque en la pertinencia social y desarrollo regional. Por otro lado, el TEC de Monterrey tiene enfoque práctico-emprendedor basado en retos y proyectos; mientras que la Anáhuac tiene enfoque humanista-cristiano, con énfasis en la formación ética y liderazgo de impacto social.

La intención de analizar los elementos que los conforman es para resaltar que el modelo propuesto puede ser aplicado en cualquier institución de nivel superior sin importar su modelo institucional e incluso en cualquier carrera en que se lleve la asignatura de probabilidad y estadística, solo adecuando las actividades, problemas y proyectos propuestos en función de la carrera, perfil e intereses de los estudiantes en la que se impartirá la materia. Es preciso, por tanto, revisar los modelos educativos de algunas universidades según su información pública de fuentes oficiales y académicas de cada una de las instituciones, resaltando la propuesta modular en un esquema.

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)

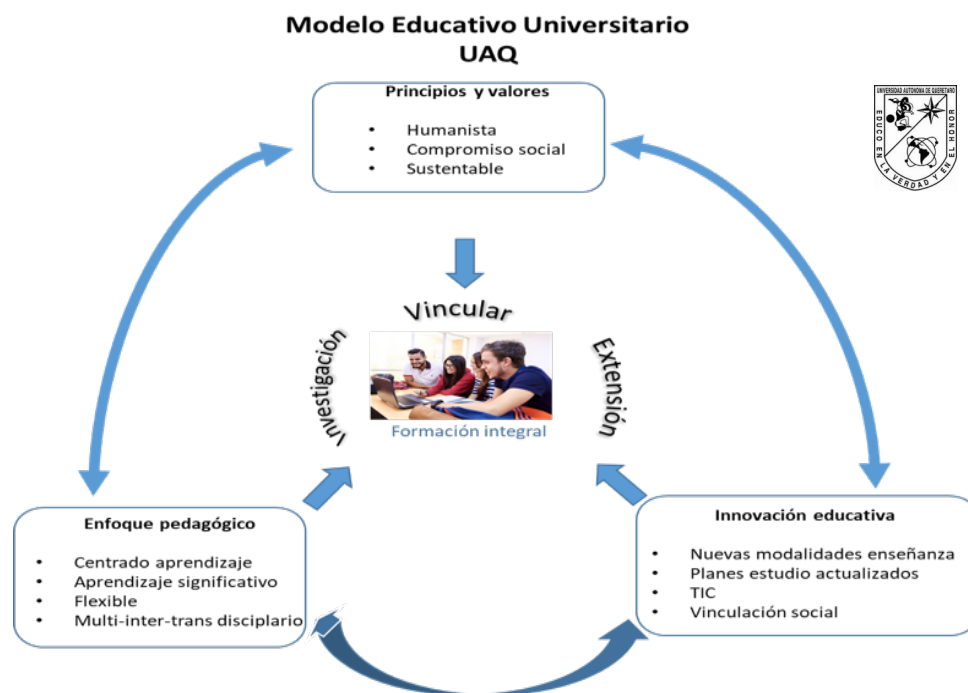
La UAQ es una institución pública de nivel superior en Querétaro. Su modelo educativo es de formación humanista, basado en la construcción de conocimientos, centrado en el aprendizaje con enfoques inter y multidisciplinarios, operativamente flexibles con compromiso social y consta de tres componentes (Figura 3), los cuales están interrelacionados y centrados en el estudiante como elemento principal de su formación (UAQ, 2017):

- Cimentado en principios y valores.

- Enfoque pedagógico multi-inter-trans disciplinario. El conocimiento requiere de estas aproximaciones para encarar, explicar e intervenir en los problemas reales del contexto social actual.
- Postura sobre la innovación educativa.

Figura 3

Componentes y características del modelo educativo universitario de la UAQ

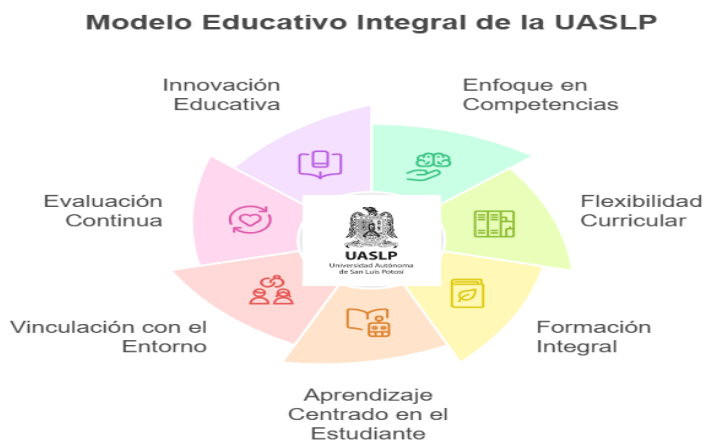


Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

La UASLP es una institución pública en San Luis Potosí de nivel superior cuyo modelo educativo está basado en competencias que permiten a los estudiantes enfrentar desafíos del mundo laboral y social. Está enfocado en el desarrollo integral de los estudiantes que aunado a la formación académica, adquiere habilidades sociales, culturales, éticas y de responsabilidad social que le dan capacidad de desempeñarse en diversos contextos. El modelo se alinea con las tendencias internacionales de instituciones de nivel superior y busca formar profesionistas competentes, críticos comprometidos con el desarrollo sostenible de su entorno (www.uaslp.mx).

Figura 4

Modelo educativo de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí



Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

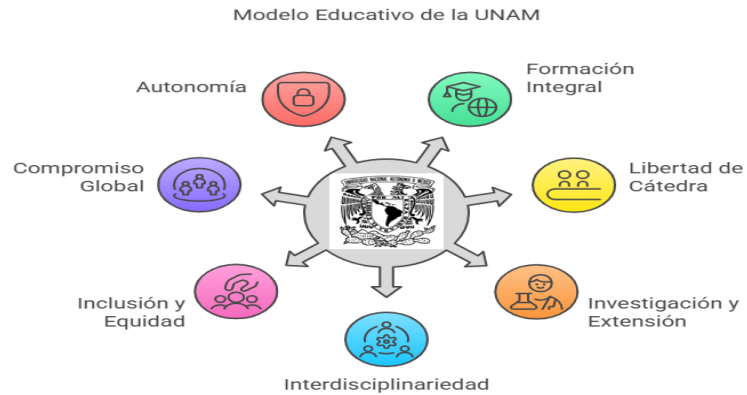
Su plan de desarrollo institucional 2023-2027 establece siete ejes rectores: 1) Universidad incluyente y al servicio de la Nación, 2) Impulso a la carrera académica, 3) Fortalecimiento y renovación de la docencia, 4) Consolidación y apoyo a la investigación, 5) Ampliación de la difusión cultural y la extensión académica, 6) Vinculación nacional e internacional y 7) Administración y gestión institucional.

Establece también 2 ejes transversales: el primero corresponde a la igualdad de género e inclusión de la diversidad en programas y proyectos de la Universidad, y el segundo, de sostenibilidad que abordan aspectos relevantes del desarrollo en sociedad y del quehacer universitario que garantiza el desarrollo adecuado y equitativo de las personas y comunidades, respetando sus culturas, protección al medio ambiente y conservación de los recursos naturales.

El modelo educativo de la UNAM se basa en principios de excelencia académica, libre cátedra, investigación innovadora y compromiso social. Se refleja en sus planes de estudio, sus programas de investigación, actividades culturales e impacto en la sociedad mexicana y global (www.unam.mx).

Figura 5

Modelo educativo de la UNAM



TEC de Monterrey

Su modelo educativo se conoce como TEC21, se centra en el aprendizaje basado en retos, flexibilidad en la manera de aprender, impulsa la vivencia universitaria memorable con profesores inspiradores (<https://tec.mx/es/modelo-educativo-tec21>).

Figura 6

Modelo educativo TEC21

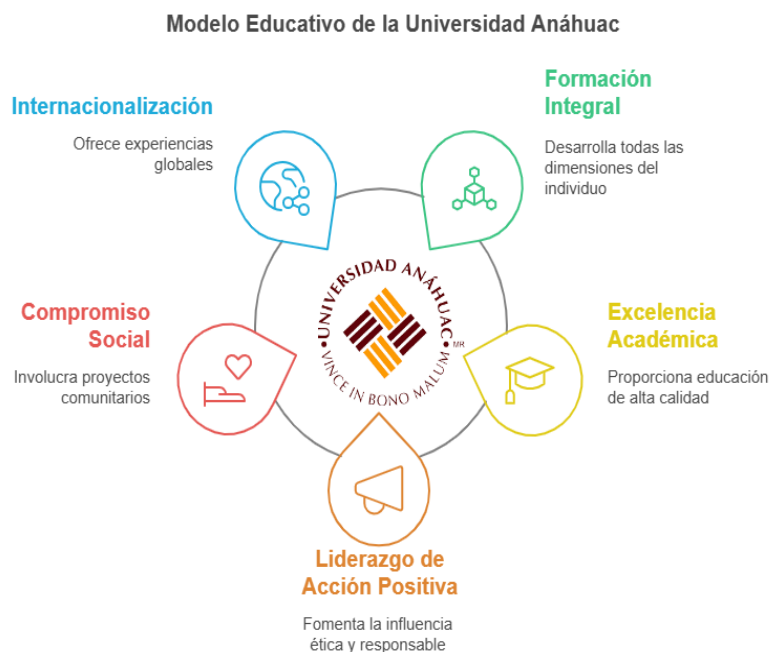


Universidad Anáhuac

Su modelo educativo se basa en la formación integral, excelencia académica, desarrollo humano y compromiso social. Se enfoca en preparar a los estudiantes en el ámbito profesional, personal y ético para convertirlos en líderes de acción positiva que contribuyan al bien común (www.anahuac.mx).

Figura 7

Modelo educativo Anáhuac



3.3 Diseño instruccional

El diseño instruccional es un proceso pedagógico que permite identificar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y las metas educativas a cumplir para planificar, a través de la selección de estrategias de enseñanza fundamentadas en teorías del aprendizaje el desarrollo de materiales educativos, actividades y evaluaciones para medir su efectividad y alcance de los objetivos de aprendizaje específicos, tanto en entornos presenciales como virtuales (Tarazona 2012, Belloch, s.f.).

El diseño instruccional se realiza adecuándolo a los estudiantes a quienes va dirigido en función de sus intereses y necesidades; así como a las situaciones en que se aplicará. El diseño instruccional como metodología fundamentada aunada al uso adecuado de recursos y tecnologías permite a grupos multidisciplinarios, con variadas perspectivas de creación, elaborar materiales y actividades en un entorno virtual y gracias a la constante evaluación permite garantizar la efectividad en el diseño de intervenciones educativas de calidad mediadas por TIC propiciando así el aprendizaje (Tibizay y Hazel, 2009).

En sus procesos interactivos, cada producto, entrega o idea de cada fase debe probarse antes de convertirse en la entrada, o insumo, para la siguiente fase del proceso, lo cual le proporciona flexibilidad para incluir factores dotándolo de eficacia al permitir que las etapas sucedan simultáneamente o de manera ascendente como se muestra en la figura 8 (Maribe, 2009, como se cita en Esquivel Gámez, 2014).

Figura 8

Esquema del modelo ADDIE



Nota. Tomado de “Diseño instruccional” (p. 10), por Belloch, 2017, unidad de Tecnología Educativa de la Universidad de Valencia.

El modelo ADDIE es un modelo básico de diseño instruccional utilizado también para el desarrollo de un proceso educativo y se propone para organizar actividades que guíen el aprendizaje autónomo del estudiante mediado por TIC.

3.4 TIC en la labor docente

La integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la labor docente es un recurso necesario en los contextos escolares para la obtención de mejores resultados educativos dado su potencial para ayudar al profesor facilitando su labor docente, como un recurso mediador de sus estrategias y metodologías didácticas para la enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares. Al mismo tiempo, ayuda al alumno a mejorar su experiencia de aprendizaje a la vez que potencia su creatividad; en la que a partir de un enfoque constructivista, el estudiante es el protagonista y responsable de su propio aprendizaje al ser constructor activo de conocimiento mediante su capacidad de autorregulación que le motiva a aprender al ser consciente de sus propios procesos metacognitivos.

3.5 Evaluación del uso de tecnología educativa en la enseñanza estadística

El objetivo de esta sección es mostrar lo que dice la literatura especializada de la evaluación de los materiales digitales, que utilizaron en su implementación y lo que destacan sobre la efectividad, evaluación del impacto, que tiene el uso de la tecnología educativa en la enseñanza-aprendizaje de la estadística.

Evaluación de materiales

La diversidad y heterogeneidad de materiales digitales y recursos educativos digitales (RED), disponibles actualmente requieren de valorar sus principales descriptores e indicadores de calidad, que según el libro de Zorrilla-Abascal *et al.*, (2023) cada tipo de RED tienen dos dimensiones de indicadores de calidad: 1) técnica, sus descriptores corresponden al formato propio del RED en cuestión (legibilidad, formato, accesibilidad; etc.) y 2) educativa, con indicadores de aspectos

deseables sin importar su formato (contenido, objetivo, fuentes, ubicación curricular; etc.).

La evaluación de materiales digitales, utilizados en educación, es un proceso clave para determinar, mejorar la calidad y garantizar la eficacia en el logro de los objetivos educativos que permite tomar decisiones informadas sobre la selección y uso de materiales digitales. Según Cepeda *et al.*, (2017) implica situarse en la perspectiva curricular para analizarlos en su contexto de uso y en relación con las propuestas de trabajo que forman parte para valorar su coherencia con el modelo didáctico y planteamiento docente, por lo que se deben considerar aspectos pedagógicos, tecnológicos y de diseño.

Los criterios a evaluar en la calidad del contenido de los recursos digitales son: precisión y actualidad del contenido, relevancia para el cumplimiento de los objetivos curriculares, objetivos claros, respetuosos con la propiedad intelectual, organización y estructura; en el diseño pedagógico debe promover el aprendizaje activo mediante ejercicios que fomenten la motivación y compromiso de los estudiantes que resulten en su participación activa y colaborativa incorporando la competencia social del alumno. Además de promover el aprendizaje significativo, creatividad e innovación, pensamiento crítico y de reflexión de los estudiantes, así como la retroalimentación adecuada al nivel educativo. También se deben de considerar la interactividad tanto entre elementos multimedia como la interacción del estudiante con el recurso y registro de su progreso; compatibilidad y seguridad de la tecnología, usabilidad, portabilidad y accesibilidad (Aguilar *et al.*, 2014; Zorrilla-Abascal *et al.*, 2023).

Los métodos de evaluación y mejora continua de los materiales digitales son: las métricas de uso, retroalimentación de usuarios y actualizaciones periódicas. Las herramientas de evaluación pueden ser por listas de verificación, pruebas con usuarios, análisis de expertos y revisión de la literatura.

Evaluación de la aplicación en el modelo

Implica analizar cómo se utilizan los materiales digitales en la práctica educativa los aspectos de: integración curricular, uso efectivo para el logro de objetivos de aprendizaje, accesibilidad y equidad, soporte técnico y pedagógico. Se evalúan con las observaciones en clase, encuestas y cuestionarios sobre la experiencia del uso de la TE en la asignatura, entrevistas y grupos focales para tener una información más detallada.

Se pueden emplear e-rúbricas o rúbricas, para evaluar la calidad y efectividad de los materiales digitales; listas de verificación para evaluar la accesibilidad y uso efectivo de los materiales para garantizar su uso apropiado.

En cuanto al uso de metodologías activas y herramientas tecnológicas en la enseñanza de la estadística, la investigación de Palacios Gelves (2024) señala que permiten abordar problemas y datos reales, lo que promueve el desarrollo del pensamiento crítico, resolución de problemas, toma de decisiones, facilita la transferencia de aprendizajes a contextos prácticos y aumenta la motivación de los estudiantes al hacer la experiencia más atractiva e interactiva.

En el mismo sentido, la investigación de Fernández Mena *et al.*, (2023) destaca los beneficios del uso de R como una herramienta educativa eficaz en la enseñanza estadística por su accesibilidad, flexibilidad, capacidad de visualización y reproducibilidad permite a los estudiantes analizar datos de manera efectiva, mejorando su pensamiento lógico-matemático, la comprensión de conceptos teóricos para aplicarlos en escenarios reales y su participación mediante enfoque de aprendizaje activo y colaborativo.

Evaluación del impacto del modelo

La evaluación del impacto del modelo sobre el uso de la Tecnología Educativa (TE) en la enseñanza de la probabilidad y estadística debe de incluir evaluación de

materiales, evaluación de la aplicación del modelo para verificar si mejoran la comprensión, motivación, interés, rendimiento y se ajustan a las necesidades de los estudiantes. La evaluación del impacto requiere de metodologías de evaluación mediante análisis de datos recabados para identificar patrones y tendencias de los resultados obtenidos con la implementación al usar algunas de las siguientes metodologías se puede determinar la efectividad del modelo al identificar áreas de mejora y el valor de la TE utilizada en la implementación del modelo, algunas de las más comunes son: monitoreo continuo, encuestas y cuestionarios para saber la percepción de los estudiantes a la vez que sirve de retroalimentación al docente; metodologías longitudinales para analizar la evolución de su desempeño a lo largo del semestre; estudios de caso; entrevistas y grupos focales para analizar datos cualitativos; evaluación formativa (continua) y sumativa (final) que permitan cuantificar el impacto del uso de la TE, investigación-acción, investigación basada en diseño.

Los modelos pedagógicos que incorporan herramientas digitales, en las que se incluyen actividades prácticas y colaborativas apoyadas por herramientas tecnológicas, facilitan un aprendizaje más dinámico, contextualizado y significativo que al utilizar técnicas de pre y post test a la intervención evidencian un impacto positivo de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Palacios Gelves, 2024).

Las metodologías activas y las herramientas tecnológicas, como R, tienen un impacto positivo al mejorar la comprensión de conceptos estadísticos, promover habilidades prácticas y facilitar análisis de datos en escenarios reales, lo que resulta beneficiosos y capta la atención de los estudiantes, fomenta el aprendizaje autónomo, capacidad de análisis e interpretación de resultados (Fernández Mena *et al.*, 2023).

En la investigación se solicitó un podcast de reflexión, al concluir las primeras tres unidades, que sirvió para evaluar el impacto del uso del modelo al emplear

metodologías activas y mediarse con TE, para conocer la percepción de los estudiantes sobre el modelo propuesto, lo aprendido, utilidad futura, metodologías y recursos digitales empleados. Dicho podcast reflexivo también sirvió de retroalimentación para hacer ajustes al modelo antes de empezar las unidades siguientes. Las apreciaciones referidas por los estudiantes fueron contrastadas con las calificaciones obtenidas en ese primer examen y pudo apreciarse que empezaban a despertar el pensamiento estadístico que conlleva de manera implícita la variabilidad.

Se pudo medir el impacto de lo aprendido a través de exámenes de conocimientos (teóricos y prácticos), actividades, solución de problemas, proyectos de investigación que fueron propuestos por cada equipo de estudiantes, lo que les permitió aplicar conceptos aprendidos a lo largo del curso, desde plantear las preguntas e hipótesis de investigación que querían conocer hasta la socialización de los resultados obtenidos al exponerlos a sus pares.

Al final del curso se les volvió a hacer un cuestionario a través de Google Forms para tener la percepción de los estudiantes sobre la implementación el modelo propuesto. Así como un segundo examen de conocimientos en línea con una parte teórica y otra práctica en la que debían analizar una pequeña base de datos con información real recabada por los mismos estudiantes usando el software Excel o Minitab para finalmente justificar y/o argumentar los resultados obtenidos, lo que permitió tener una medida cuantificable del avance y evolución de lo aprendido en la asignatura.

4 MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se ubican los paradigmas de la investigación. Se describen, explican y justifican los métodos que permitieron abordar el problema de investigación con el fin de lograr los objetivos planteados y dar respuesta a la pregunta e hipótesis planteada a través del enfoque metodológico que sustenta esta investigación: Investigación Basada en Diseño (IBD). Finalmente, se definen innovación educativa e investigación, para con ello fundamentar si en este trabajo se hizo investigación, innovación o ambas cosas.

4.1 Ubicación de los paradigmas en la investigación

Cada paradigma de investigación tiene una visión particular sobre la naturaleza del conocimiento, la realidad, la forma de investigar y los valores que guían la investigación. En el desarrollo y propuesta de investigación del presente proyecto se requiere una mirada desde varias aristas; por lo cual, habrá aspectos que pueden considerar un estudio desde el enfoque del paradigma positivista, ya que se harán evaluaciones con resultados de tipo cuantitativo para medir los resultados de la propuesta; pero también, el análisis interpretativo desde lo educativo que abarca el paradigma cualitativo al pedirles a los estudiantes su percepción sobre la implementación del curso al utilizar metodologías activas y ser mediado por tecnología educativa, para tener una clara descripción del cómo se realiza el proceso de enseñanza aprendizaje en la dupla docente-estudiante.

Finalmente se prevé generar una visión crítica del modelo de educación, de ahí es importante tener una visión socio-crítica del objeto de estudio y de la propia intervención que se realiza como parte del desarrollo del proyecto, lo que abarca el paradigma socio-crítico ya que se analiza el aspecto educativo de la estadística en la enseñanza de la ingeniería al analizar en el marco institucional del modelo educativo de los programas de ingeniería para saber dónde y cómo se enseña estadística en las carreras de ingeniería y ese análisis es social.

La investigación se enmarca en el paradigma interpretativo, desde lo general. Este enfoque resulta pertinente debido a que busca comprender en profundidad las experiencias subjetivas de los docentes universitarios frente a la implementación de nuevas tecnologías en el aula (Ballina-Ríos, 2004). Al utilizar entrevistas semiestructuradas y análisis de discurso, se pretende explorar los significados que los docentes atribuyen a este proceso de cambio, lo cual es un objetivo central de la investigación cualitativa. A diferencia del paradigma positivista, que busca generalizar los resultados a una población más amplia y que se aplica a través de instrumentos a los participantes, el enfoque interpretativo se centra en la comprensión contextualizada de los fenómenos sociales que implican al docente.

A nivel de desarrollo de la investigación se eligió la Investigación Basada en Diseño (IBD) como enfoque metodológico, ya que permite el abordaje en los tres paradigmas de investigación: cuantitativo, cualitativo y socio-crítico, debido a que la investigación tendrá elementos experimentales, cuasi-experimentales y elementos que rozan la innovación del propio proceso educativo a través del diseño de estrategias de enseñanza y de la evaluación de su impacto en el aprendizaje de los alumnos.

En términos del diseño y desarrollo de la investigación se considera el programa curricular, ajustando y generando cambios tanto en orden como en contenidos, incluyendo expresiones que modifican el modelo de enseñanza y en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Lo antes expuesto, motivó la planeación completa del curso de probabilidad y estadística para comprender las experiencias y significados (percepciones) que los estudiantes atribuyen al modelo propuesto entender esa realidad y transformarla al saber cómo influye en los conocimientos adquiridos.

En el contexto de esta investigación, los materiales digitales utilizados fueron elegidos por su pertinencia para aplicarse con la metodología activa seleccionada para cada tema y se constató estuvieran alineados a los objetivos del programa

curricular y fueran efectivos para el aprendizaje o reforzamiento de conceptos de la asignatura buscando mejorar el rendimiento académico y las actitudes hacia la materia. Se aplicaron cuestionarios en Google Forms a los estudiantes, en los que además de listas de verificación, se les pusieron preguntas para saber sus preferencias respecto a las metodologías activas y a los materiales digitales empleados referentes a su formato y uso, para conocer su percepción sobre los mismos, acciones que permitieron hacer ajustes para mejorar el modelo.

Para la parte práctica se eligió Excel, por estar incluido en las computadoras como parte del paquete de Microsoft®, y Minitab, porque la institución contaba con licencia para su uso. Dado que la asignatura se imparte en el primer semestre, la mayoría de los estudiantes carecen de formación en curso de programación, razón por la cual usar R complicaría la aplicación. Los programas elegidos en la implementación permitieron a los estudiantes comprender, consolidar y aplicar los conceptos vistos en las clases teóricas, lo que facilitó el análisis de datos por lo que su uso fue beneficioso.

4.2 Investigación Basada en Diseño

El enfoque metodológico que sustenta este trabajo es la Investigación Basada en Diseño (IBD), la cual es la metodología marco que proporciona el andamiaje para estructurar un modelo de enseñanza de la estadística en educación superior en la formación de ingenieros, el desarrollo e innovación, arroja como resultado un modelo que servirá para estructurar de manera estratégica, planificada y organizada sistemáticamente los temas, contenidos, actividades, recursos de apoyo y evaluaciones de un curso implementado en una plataforma para el modelo propuesto.

La IBD es un tipo de investigación orientada hacia la innovación educativa que surgió para subsanar la falta de impacto de la investigación educativa en el sistema educativo, consecuencia de la distancia entre los métodos tradicionales de investigación y la práctica educativa. La IBD es una metodología con implicaciones

sobre la práctica, que se enfoca a la solución de problemas y construcción de conocimiento; ya que mejora la práctica educativa, e intervenciones asociadas a procesos de innovación que se dan en el campo de la Tecnología Educativa (de Benito Crosetti y Salinas Ibáñez, 2016).

Se identifican cuatro subdominios de la IBD en el campo educativo: Currículum, Medios y Tecnología, Instrucción y Aprendizaje, Didáctica y formación de profesores; donde el mayor desarrollo se ha dado en Medios y Tecnología (de Benito Crosetti y Salinas Ibáñez, 2016). La intención es reducir la incertidumbre en la toma de decisiones y el diseño y desarrollo de intervenciones educativas.

Se uso la metodología IBD, porque proporciona las directrices para desarrollar una investigación educativa, generando conocimiento sobre la naturaleza y las condiciones de enseñanza-aprendizaje, mediante el diseño y desarrollo de la innovación educativa en los entornos de aula. Se debe agregar que produce cambios demostrables a nivel local como evidencia de viabilidad de las propuestas de enseñanza aprendizaje, lo que le da capacidad de producir cambios en el mundo real (Guisasola Aranzabal *et al.*, 2021).

La IBD, además de crear diseños efectivos, explica por qué los diseños de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) funcionan, sugiere como pueden adaptarse a nuevas circunstancias y permiten mejorarlas; es decir, permite probar y generar teorías generales de intervención en el aula de un tema concreto del currículum (Guisasola Aranzabal *et al.*, 2021).

La IBD se caracteriza por ser: recursiva y reflexiva, porque permite a los usuarios y expertos participar en el proceso de revisión-reformulación durante el proceso de diseño y desarrollo. Es participativa porque el diseñador, investigador y expertos trabajan en equipo (de Benito Crosetti y Salinas Ibáñez, 2016).

La IBD incluye cuatro fases de investigación: análisis de la definición del problema, diseño, implementación y evaluación (ver figura 9).

Figura 9

Fases de investigación de la IBD que sustenta el desarrollo del modelo



Nota. Adaptado de “La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa” (p.49), por de Benito y Salinas, 2016, Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE), 0.

Las fases de la IBD admiten flexibilidad, puesto que se adapta según el ambiente y condiciones donde se realiza la investigación, aunque si hay un orden riguroso en la presentación de resultados. La IBD es de carácter dinámico, porque produce etapas en su desarrollo, resultado de la recursividad que posibilitan adquirir un conocimiento profundo y preciso sobre el problema de investigación lo que permite hacer ajustes y correcciones constantes a las posibles soluciones propuestas (Escudero, 2018).

En el contexto de esta investigación, la IBD se desarrolla a partir de tres fases secuenciales de investigación y una evaluación continua, un proceso que permite desarrollar el producto principal de esta investigación que es la creación de un modelo de enseñanza-aprendizaje de la probabilidad y estadística a nivel universitario véase Lino González et al., (2025a). El análisis diagnóstico sirve para generar un mapeo de la situación de la enseñanza de la estadística inferencial en la facultad de Ingeniería, en donde se definen como parte del estudio los estudiantes, los docentes y el marco institucional. Los reportes generados permiten el diseño y propuesta de un modelo que se aplicará en el proceso de enseñanza aprendizaje que en general favorece el aprovechamiento de la TE. La implementación permite probar la propuesta y finalmente a través de la evaluación se hacen ajustes al modelo en cada nueva iteración de la IBD que se aplican en las

siguientes unidades, lo que permite consolidar el modelo de enseñanza de la estadística inferencial. La IBD busca una mejora continua basada en evidencia.

4.3 Innovación educativa

La complejidad de la educación como objeto de investigación requiere de acciones que merecen hacer una aclaración de lo que es investigar e innovar pues son procesos interrelacionados pero distintos. La investigación es fundamental en el proceso de innovación ya que proporciona el conocimiento para identificar oportunidades, desarrollar y validar nuevas ideas y soluciones, así como evaluar el impacto de las innovaciones. Al haber concluido el proceso podemos afirmar que se hicieron ambas cosas:

En primera instancia, la investigación se centró en la búsqueda de conocimiento y comprensión sobre la enseñanza-aprendizaje de la probabilidad y estadística que se enseña a nivel universitario, para saber qué era lo que se sabía hasta el momento sobre la enseñanza de la estadística con el uso de la tecnología a través de la revisión sistemática; así como para saber cuáles eran las metodologías de enseñanza que ya habían sido probadas por investigadores de todo el mundo y permitían aprendizajes significativos en los estudiantes.

Posteriormente, se hizo innovación al hacer modificaciones en el programa curricular de acuerdo a los resultados diagnósticos de las entrevistas a docentes, estudiantes y del mismo programa curricular y generar mediante el ADDIE los contenidos didácticos y la secuencias didácticas incluidas los modelos de enseñanza y recursos tecnológicos con que se sugería implementar y se debían presentar cada una de las unidades mediando el curso completo con tecnología educativa, haciendo uso de presentaciones y videos de elaboración propia, o elegidos por su pertinencia de alguna plataforma, artículos científicos, libros electrónicos de probabilidad y estadística en ingeniería, aplicaciones móviles, programas estadísticos y matemáticos.

Dichas acciones de aplicación práctica crearon beneficios tangibles que pudieron ser registrados en un podcast de reflexión, así como en formularios sobre las percepciones de los estudiantes sobre el modelo de enseñanza implementado y el uso de la tecnología educativa, exámenes parciales y trabajos finales; es decir, introducimos novedades y mejoras en los procesos de enseñanza al implementar dichos cambios al impartir la asignatura.

Finalmente se puede concluir que el desarrollo del proyecto implica una profunda investigación del sentido, de la enseñanza y del uso de herramientas basadas en Tecnología Educativa y su previo diagnóstico y documentación. La propuesta de soluciones de enseñanza en cambio implica el desarrollo de innovación, en el uso de tecnologías, en el desarrollo de materiales y actividades que den certeza del conocimiento obtenido y de las aplicaciones a los alumnos, pero sobre todo den un sustento de aplicación de uso y de cumplimiento de los objetivos del programa y curriculares al profesor. Todo esto implica que la institución adecúe el plan curricular, particularice los programas de acuerdo con la línea terminal de ingeniería a que apliquen y de igual forma se incluyan cambios en el Modelo Educativo de la propia institución. Todo esto se justifica, documenta, discute y concluye en el resto de esta tesis como reporte de la investigación desarrollada.

4.3.1 Investigación e innovación en educación

En el transcurso del tiempo la definición de innovar ha cambiado, así, la definición dada por Huberman (1973), innovar es hacer de manera deliberada, intencionada y planificada algo nuevo y diferente al hacer modificaciones en la enseñanza en un tiempo específico, provocando un cambio en la estructura del sistema escolar, en cualquiera de sus procesos, objetivos o fines, lo que constituye un mejoramiento al enseñar o al aprender, tras haber comprobado que la innovación fue la causa de dicho mejoramiento ya sea mediante: a) evaluación en relación con los objetivos de un sistema educativo; b) intensificación o individualización del aprendizaje

relacionado con una enseñanza personalizada o al refinamiento de los planes de estudio; y c) cambios en actividades y actitudes del personal escolar.

Innovar también es añadir algo nuevo a lo ya conocido (por ejemplo, curación de un material o método de enseñanza) para adaptarlo y ponerlo a disposición de los usuarios, al difundirlo a través del sistema e integrarlo en otras prácticas institucionalizándolo para que sea sostenido en el tiempo hasta alcanzar una elevada tasa de utilización.

En tiempos más recientes, innovación se relaciona con los términos: novedad, originalidad, inventar, perfeccionar, descubrir, crear, renovar, cambiar, mejorar o modificar. En el contexto de la tecnología educativa, es un proceso de cambio de resultados impredecibles, que depende de la implementación, contexto y tiempo e introduce novedades desde una perspectiva de progreso, que pretende validar la información y transformarla para la mejora y progreso social (Duarte, 2000).

En todas las definiciones de innovación, la palabra cambio es una constante y es utilizada como sinónimo de alteración, modificación, mutación o transformación junto a la idea de lo nuevo o renovado que puede ser desde una idea, contenido, objeto, tipo de actividad o procedimiento que se incorpora a algo existente: sistema, institución, persona, estructura o proceso, que puede darse de manera intrínseca o extrínseca, lo que corresponde a la diferenciación de la innovación educativa internamente generada o externamente inducida respectivamente. Innovación es un proceso, es la incorporación de lo nuevo – instrumento, contenido o procedimiento (variedad metodológica) dentro de la realidad escolar existente con la intencionalidad planificada ligada a objetivos de alterarla, innovarla o mejorarla por lo que entonces resulta modificada para el mejor logro de sus fines específicos (Rivas Navarro, 2000).

Con lo anteriormente descrito, se puede decir que la innovación educativa es una expresión que ha ido evolucionando y robusteciéndose con el paso de los años debido a que vivimos en un mundo en constante transformación. Los cambios cada

vez más dinámicos en el siglo XXI, debido al rápido avance de la tecnología, la comunicación móvil, el acceso a la información, las redes sociales y la aparición de la inteligencia artificial; los cuales, han transformado la forma de interactuar de las personas ocasionando un impacto en la sociedad y por ende en la educación, ya que al digitalizarse la información mediante el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) a través del internet, han hecho posible traspasar las aulas y tener acceso a la educación mediante recursos en línea, tutoriales y plataformas en cualquier momento y lugar físico-geográfico, permitiendo la democratización y acceso al conocimiento al ampliar las oportunidades de aprendizaje de las personas.

La innovación educativa es un proceso dinámico cuyo objetivo es transformar y mejorar la calidad de la educación; para ello, se vale de nuevas ideas y prácticas, en conjunción con métodos de enseñanza alineados con las necesidades y requerimientos de la sociedad.

Por otro lado, la investigación educativa sigue la metodología científica ya que para conocer la realidad educativa debe ser a través de la investigación científica en la que se presentan diferentes paradigmas y epistemologías, formas de conocer y construir conocimiento para solucionar problemas educativos y sociales.

Sus principales características son: a) no puede alcanzar exactitud y precisión al no disponer de elementos precisos; b) carácter pluriparadigmático al permitir integrar diversas teorías educativas (conductismo, constructivismo y enfoques socioculturales) para abordar problemas complejos en enseñanza-aprendizaje permitiendo responder a necesidades diversas de estudiantes a las realidades cambiantes en la educación; c) carácter plurimetodológico, la gran variedad de metodologías permite utilizar múltiples modelos y métodos de investigación; d) carácter multidisciplinar al poder atenderlos desde diferentes disciplinas como la psicología, sociología o pedagogía; e) investigador forma parte del fenómeno social investigado participando de sus valores, ideas y creencias; f) se dificulta establecer

regularidades y generalizaciones debido a la variabilidad de los fenómenos educativos en el tiempo-espacio; y g) la investigación educativa debe acompañarse de procesos de investigación científica (Schuster *et al.*, 2013).

5 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Preguntas de investigación

¿Cuál es el impacto en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería si se utiliza el modelo de enseñanza de estadística inferencial fundamentado en tecnología educativa?

5.1.1 Preguntas complementarias

- ¿Permitirá la prueba diagnóstica identificar, mediante una prueba o cuestionario estructurado, el grado de asimilación de los conocimientos previos de los estudiantes de ingeniería relacionados con los nuevos contenidos?
- ¿Aplicar materiales didácticos mediados por tecnología educativa permitirá a los estudiantes de ingeniería comprender mejor los temas y conceptos de la estadística inferencial?
- ¿Permitirá la conjunción de las metodologías IBD y algún modelo tecnopedagógico de sólidos fundamentos teóricos desarrollar actividades estructuradas que justifiquen, sustenten y garanticen la viabilidad de la propuesta de enseñanza de la estadística inferencial en los estudiantes de ingeniería cuando se enseña con un modelo fundamentado en tecnología educativa?
- ¿Crear un curso mediante tecnología permitirá resolver los problemas de aprendizaje de la estadística inferencial?
- ¿Permitirá el instrumento evaluar el aprendizaje y la comprensión que los estudiantes de ingeniería tuvieron de los contenidos del curso de estadística inferencial impartido con tecnología educativa?

5.2 Hipótesis de investigación

El uso del modelo de enseñanza de estadística inferencial fundamentado en el uso adecuado de tecnología educativa mejora el aprendizaje disciplinar en los estudiantes de ingeniería.

5.3 Objetivo general

Medir el impacto del modelo de enseñanza de estadística inferencial fundamentado a través de la tecnología educativa en el aprendizaje de estudiantes de ingeniería.

5.3.1 Objetivos específicos

- Identificar mediante una prueba diagnóstica el grado de asimilación de los conocimientos previos que tienen los estudiantes de ingeniería relacionados a los nuevos contenidos a aprender a través de una prueba o cuestionario estructurado.
- Aplicar para la enseñanza materiales didácticos mediados por tecnología digital que puedan ser utilizados por estudiantes de ingeniería para favorecer una mayor comprensión en los temas y conceptos relacionados con la enseñanza de la estadística inferencial.
- Desarrollar actividades estructuradas en las metodologías IBD en conjunción con algún modelo tecno-educativo de sólidos fundamentos teóricos que justifiquen, sustenten y garanticen la viabilidad de la propuesta de enseñanza de la estadística inferencial en los estudiantes de ingeniería cuando se enseña con un modelo fundamentado en tecnología.
- Crear un curso de enseñanza de estadística inferencial fundamentado a través de la tecnología que permita minimizar los problemas de aprendizaje de la estadística inferencial.
- Integrar el instrumento para la evaluación del aprendizaje y comprensión de contenidos del curso de estadística inferencial fundamentado a través de la tecnología de los estudiantes de ingeniería.

5.3.2 Análisis del curriculum

Los objetivos de aprendizaje de la estadística se formulan a partir de las competencias que requieren adquirir los estudiantes a los que va dirigido el curso. Para esta investigación se utilizarán las tres definiciones establecidas por Garfield y Ben-Zvi (2008):

- Alfabetización estadística, es la capacidad esperada en cualquier ciudadano que vive en la era de la información que implica conocer el significado de términos estadísticos básicos y es capaz de interpretar representaciones de datos.
- Razonamiento estadístico, cuando se comprende y se es capaz de interpretar resultados estadísticos. Son también las representaciones mentales y conexiones que tiene el estudiante respecto a conceptos estadísticos.
- Pensamiento estadístico, es superior al razonamiento estadístico, requiere comprensión profunda de las teorías que subyacen a procesos y métodos estadísticos, sus restricciones, supuestos y limitaciones; así como saber cuándo, cómo y por qué utilizarlos en el contexto de un problema.

En el caso de los estudiantes universitarios, en esta era digital, la estadística es un lenguaje universal por lo que el estudiante debe ser capaz de: comprender conceptos básicos, para entender y comunicar información cuantitativa de manera clara, evitando malas interpretaciones; hacer un análisis exploratorio de datos, para identificar patrones, tendencias y valores atípicos que le ayudaran a formular preguntas relevantes antes de aplicar técnicas estadísticas avanzadas; hacer inferencias estadísticas, generalizando conclusiones a partir de datos limitados y evaluar fiabilidad de resultados; usar herramientas estadísticas, software como Excel, R, Python, Minitab, SPSS, Stata e interpretar las salidas estadísticas (regresiones, ANOVA); tener pensamiento crítico con datos al cuestionar supuestos,

calidad de los datos y posibles sesgos. Reconocer correlación vs. causalidad y evitar conclusiones erróneas y al momento de comunicar los resultados, presentar los hallazgos de forma clara, accesible y usar visualizaciones efectivas. Por lo que debe tener un pensamiento estadístico que le permita resolver problemas complejos en cualquier campo profesional y pueda validar hallazgos, optimizar estrategias con datos, diseñar programas basados en evidencia y tomar decisiones informadas.

5.3.3 Análisis del programa

El análisis de contenido del programa del curso de probabilidad y estadística se desarrolla a partir de las competencias estadísticas que están contempladas en el curriculum de los ingenieros, de lo cual se considera el desarrollo de la revisión de unidades actuales y las unidades y cambios que se sugieren para dar cumplimiento a las competencias deseadas.

El análisis de la distribución del tiempo de dedicación, un curso de ingeniería consiste en 17 semanas efectivas (de las 20 de duración del semestre) con 3 horas por semana dedicadas a la teoría y 1 a la práctica, lo que en suma se tienen (60 máximo) 51 horas mínimo, para la dedicación de la teoría y 20 horas prácticas (Aproximadamente 17).

Finalmente es necesario desarrollar la actualización de la bibliografía a la que pueden recurrir los docentes. Una vez que han sido seleccionados los contenidos se realiza un análisis detallado de los contenidos y se distribuyen las asignaciones de carga para dar cumplimiento a los objetivos planteados por unidad y por tema.

A continuación se generan algunas observaciones adicionales al programa:

- La asignatura tiene nula relación con pre y post requisitos curriculares.
- El curso tiene una duración de 17 semanas, con un total de 68 horas al semestre. Implica tratar temas de manera superficial para dar cobertura al total de contenidos.

- El orden actual de las unidades temáticas confunde e intercambia temas. Los temas de probabilidad deberían ir antes de los temas de estadística, La bibliografía propuesta en el programa del curso actual, solo un libro está enfocado a ingeniería y ciencias. En relación con ingeniería Biomédica es excluida. Afortunadamente los docentes suelen usar libros con aplicaciones a la ingeniería en el curso.
- Normalmente es un docente el que imparte la parte teórica y otro la parte práctica en los laboratorios de cómputo, la comunicación entre los docentes es baja y la finalidad de la práctica del laboratorio es que los conocimientos adquiridos en la clase teórica queden reforzados con la clase práctica.

La modificación del programa incluye añadir algunos subtemas, conjuntar en una unidad los temas de las variables aleatorias y distribuciones de probabilidad con una duración total de nueve horas teóricas y tres prácticas. Es necesario incluir actividades con aplicaciones reales de la probabilidad y estadística en su carrera para generar motivación por la utilidad práctica.

Los cambios requieren una redefinición de los objetivos generales y específicos por cada unidad. Aunado a lo anterior, en cada unidad se propone el número de horas sugeridas para asignar a la teoría y práctica del curso. Ver cambios en modelo.

5.3.4 Diagnóstico docente

Su propósito principal es conocer la percepción de los docentes que imparten la asignatura de probabilidad y estadística de manera teórica sobre el uso de la tecnología, para ello se elaboró una entrevista semiestructurada para la recolección de la información que midiera cuatro dimensiones: curricular, disciplinar, tecnológica y pedagógica.

Con el propósito de conocer la percepción docente de quienes enseñan probabilidad y estadística se diseñó una entrevista semiestructurada con cuatro dimensiones:

1. Curricular
2. Disciplinar
3. Uso de tecnología
4. Aplicación pedagógica

Para el desarrollo del instrumento, se analizaron artículos para reconocer el uso del pensamiento crítico en los estudiantes (Behar Gutiérrez y Grima Cintas, 2004; Rocha Salamanca, 2013; Rocha Salamanca *et al.*, 2016).

Se aplica la plantilla de calificación propuesta por Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) ejercicio validado por juicio de expertos, donde consideran los criterios de evaluación propuestos: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. Donde:

- Suficiencia se refiere a si los ítems que pertenecen a la misma dimensión bastan para obtener una medición;
- Claridad, es si el ítem es sintáctica y semánticamente adecuado por lo que es fácilmente comprensible;
- Coherencia, es si el ítem tiene relación lógica con la dimensión que mide;
- Relevancia es si el ítem es esencial o importante por lo que debe de ser incluido.

El instrumento contiene 17 ítems y siete columnas: la primera columna indica la dimensión a la que corresponde cada pregunta. La segunda muestra la pregunta; las preguntas de la uno a la cuatro corresponden a los aspectos curriculares, de la cinco a la ocho a los fundamentos disciplinares, de la 9 a la 13 a la mediación tecnológica y de la 14 a la 17 las consideraciones pedagógicas. La tercera columna hasta la sexta señala los criterios de evaluación del instrumento, los cuales se describieron en el párrafo previo. Por último, en la séptima columna, el experto podrá realizar observaciones en general a cada uno de los ítems del instrumento (anexo 1).

Tabla 1*Categorías y dimensiones del instrumento para docentes*

Preguntas	Dimensiones	Definición
1-4	Aspectos curriculares	conocimientos y competencias que se espera consigan los alumnos de la asignatura
5-8	Fundamentos disciplinares	El docente observa los conocimientos, comprensión relacionados con la probabilidad y estadística de acuerdo a los objetivos marcados en el programa curricular
9-13	Mediación tecnológica	Las competencias fundamentadas en el desarrollo de una cultura tecnológica
14-17	Consideraciones pedagógicas	Las metodologías didácticas que aplica el docente en el aula

5.3.5 Diagnóstico estudiantil

Se desarrolló un instrumento tipo cuestionario con la finalidad de reconocer en los alumnos información en las áreas de oportunidad que pueden implicar el desarrollo de la investigación. El instrumento consta de 5 dimensiones que se describen en la tabla 2, de igual manera se integra el instrumento después de los ejercicios de validación por juicio de expertos y validación estadística en el Anexo 2, al cual se accede con el siguiente enlace: <https://forms.gle/FkVh4aF5vc1hXDUL7>

Tabla 2*Categorías y dimensiones del instrumento para estudiantes*

Preguntas	Dimensiones	Definición
s/n	Información demográfica	Se realizan preguntas como el género, si llevó o no la materia, carrera, modalidad de la materia y semestre que cursa actualmente.
1-5	Uso de Tecnología Educativa	Conocer el uso y dominio de Tecnología Educativa en la clase, el tipo de herramientas, su utilidad y si hubo alguna herramienta de software educativo que haya aplicado a toda la materia.
6-14	Aportaciones disciplinares	Se revisó la complejidad de los temas, los usos o aplicaciones que se le dieron a los temas, la utilidad, la ubicación dentro del currículum, y reconocer si la tecnología se vinculó con la enseñanza.
14-17	Proceso de enseñanza aprendizaje	Las metodologías didácticas que aplica el docente en el aula
18-25	Áreas de oportunidad	Uso de herramientas y su aplicación en el desarrollo de problemas. Tiempo de duración del curso y si visualizaba aplicación de los conocimientos en la vida profesional

El desarrollo del cuestionario se planteó a través de formularios de Google, cuyo acceso se les dio a los alumnos y es a través de los coordinadores de carrera que se distribuyó la solicitud bajo los siguientes criterios:

- Estudiantes de licenciatura
- Que han cursado la materia de Probabilidad y Estadística
- Con una población al período de ejecución del proyecto de 1628 alumnos en la Facultad de Ingeniería (Total de facultad 1628, de los cuales 303 son de posgrado y aproximadamente el 80% han cursado la materia, la población del estudio se estima aproximadamente en 1060 alumnos).

Cálculo del tamaño de muestra

$$n = \frac{(N Z^2 p (1 - p))}{((N - 1) E^2 + Z^2 p (1 - p))}$$

Criterios de aplicación:

- N: Tamaño de población 1060
- Z: Nivel de confianza 1.96 para 95%
- p: Proporción de la población (0.5)
- E: Margen de error (0.10)

Sustituyendo los valores el tamaño de muestra estimado es de 88.13 estudiantes, a partir de la solicitud realizada se logró una muestra de 92 estudiantes, con algunos cuestionarios descartables. Los resultados específicos del estudio se integran en la tesis en el capítulo de resultados.

5.4 Diseño

El diseño es la segunda fase de la IBD, en la que a partir de los resultados obtenidos de los diagnósticos resultantes del análisis de la situación del problema, de la fase previa, se diseña y desarrolla una solución basada en fundamentos teóricos y pedagógicos para crear el modelo de enseñanza propuesto.

En esta investigación se utilizó el modelo instruccional ADDIE, por sus siglas en inglés se refieren al: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, que representan sus fases interactivas, como herramienta para el diseño y desarrollo de la propuesta del modelo de enseñanza de la asignatura de probabilidad y estadística propuesta (Belloch, 2017; Esquivel Gámez, 2014).

Se crearon guiones tecno pedagógicos, por unidad temática, que facilitaran la implementación en la plataforma educativa, permitiendo estructurar de manera clara el curso de principio a fin, proponiendo ya los objetivos generales y específicos de cada tema, alineados siempre al programa curricular, las metodologías de enseñanza activas a emplear, se planifican actividades, tecnología educativa, recursos educativos abiertos, planeación de la evaluación y organización de tiempos, que permitieran a estudiantes y docentes tener a mano los recursos necesarios, los tiempos de entrega y la retroalimentación oportuna.

5.5 Implementación

Es la tercera fase de la IBD y su objetivo es probar la intervención desarrollada en la fase de diseño. La implementación del curso propuesto se llevó a cabo en el primer semestre del 2024, de manera presencial, en un grupo de Ingeniería Biomédica, durante 18 semanas de clases con una duración total de 70 horas. Se dio el curso completo como se había previsto terminando en tiempo y forma gracias al uso eficiente de la Tecnología Educativa y la aplicación de enfoques constructivistas que implican la participación activa del estudiante.

El entorno de enseñanza aprendizaje (E-EA) consta de dos fases: enseñanza y aprendizaje y hace referencia al conjunto de elementos tanto físicos como virtuales que facilitan el proceso educativo. Incluye desde el espacio donde se lleva a cabo la enseñanza hasta los recursos, herramientas tecnológicas e interacciones entre docentes y estudiantes. Aquí, la tecnología educativa tiene un papel trascendente, ya que permite enriquecer y diversificar los métodos de enseñanza al adaptarse a las necesidades de los estudiantes, mejora la calidad del proceso educativo y prepara a los estudiantes a enfrentar desafíos en su futuro profesional al desarrollar competencias clave en un mundo cada vez más digitalizado.

En la primer clase se les aplicó a los estudiantes vía Google Forms dos cuestionarios, uno de habilidades digitales y el segundo cuestionario permitió conocer si ya había llevado la asignatura de probabilidad y estadística en la preparatoria y si había ocupado algún software, así como otras variables con el fin de formar una base para su posterior análisis, en que pudieran aplicar los conceptos vistos en clases teóricas.

El modelo propuesto permitió hacer un uso más eficiente del tiempo, dado que muchos reforzamientos de explicaciones de conceptos fueron a través de videos tutoriales de creación propia o REA, applets, aplicaciones móviles, páginas electrónicas de libros o artículos científicos y software, que permitieron a los estudiantes utilizando aula invertida, trabajo colaborativo, debates, aprendizajes basados en problemas, aprendizaje basado en proyectos, e investigación comprender los conceptos para posteriormente aplicarlos en la resolución de problemas en el salón de clases o en la elaboración de sus proyectos.

5.6 Evaluación

La IBD es ideal tanto para entender los mecanismos detrás del éxito (o fracaso) de un modelo como para medir su impacto al evaluar el modelo de enseñanza, ya que combina diseño educativo con la investigación rigurosa en contextos reales al analizar la situación del problema para identificar las necesidades educativas y los

objetivos que el modelo de enseñanza debe cubrir. Los diagnósticos obtenidos sirven para desarrollar una solución e integrar el diseño para crear un prototipo del modelo de enseñanza basado en fundamentos teóricos y pedagógicos. Tras la implementación a un grupo y obtener datos de los estudiantes respecto a su rendimiento académico (cuantitativos), percepción (cualitativos), motivación, compromiso, participación; etc., se hace la evaluación en un proceso sistemático e iterativo, generando tanto conocimiento teórico como soluciones prácticas.

En esta cuarta y última fase de la IBD se realizó la evaluación de cada iteración en el desarrollo del modelo con el monitoreo continuo en la implementación del curso.

Para ello se diseñaron cuatro instrumentos: 1. Podcast de reflexión, 2. Primer examen de conocimientos, 3. Segundo examen de conocimientos y 4. Cuestionario final a los estudiantes sobre su percepción del modelo propuesto, lo aprendido y su utilidad futura.

Los instrumentos se aplicaron en el transcurso del semestre, con un monitoreo continuo, y la retroalimentación obtenida de ellos generó tres iteraciones de la IBD, lo que permitió hacer ajustes, adecuaciones, mejoras y cambios en la implementación en las unidades siguientes del modelo propuesto. Los instrumentos, en conjunto, sirven para saber si los cambios propuestos con los que se diseñó el curso se lograron los aprendizajes esperados en los estudiantes y si la forma en la que se implementa el curso es adecuada para lograr los objetivos de cada unidad.

El uso de la tecnología educativa aporta beneficios en los entornos de enseñanza-aprendizaje (E-EA) en cuanto a: accesibilidad y flexibilidad, interactividad, personalización del aprendizaje, fomento del trabajo colaborativo, fomento del desarrollo de competencias digitales y posibilita la evaluación formativa continua en tiempo real, lo que permite al docente monitorear el progreso de los estudiantes para brindarles una retroalimentación oportuna que les permita corregir o mejorar sus aprendizajes así como ajustar sus métodos de enseñanza según sea necesario.

5.7 Iteraciones de IBD

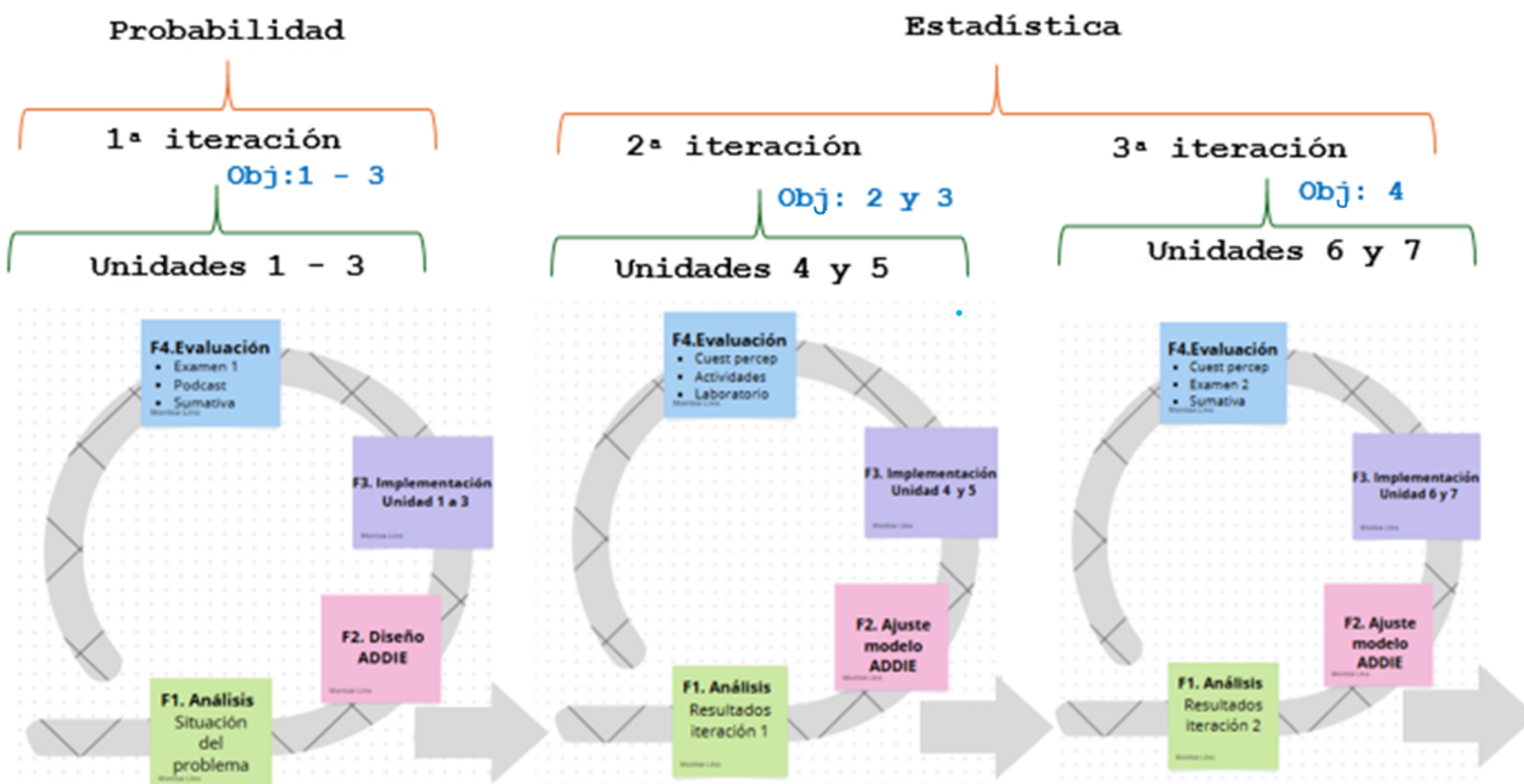
Las iteraciones de la IBD permiten hacer ajustes durante el proceso para mejorar el modelo, es por eso que la IBD pide que cada acción se vaya replicando, pero eso es muy complejo cuando se está desarrollando un modelo. Es por ello que tras implementarse el modelo propuesto en una primera iteración y analizar los resultados obtenidos se hicieron los ajustes y/o modificaciones al modelo propuesto antes de las siguientes implementaciones para la enseñanza de los temas siguientes. Se repitió el proceso en ciclos hasta lograr un diseño estable y efectivo.

Cabe señalar, que la IBD se aplicó de manera reiterativa, durante el desarrollo del proyecto. En especial las iteraciones se realizaron en la intervención en el desarrollo del curso (ver figura 10), siendo:

- La primera iteración tras terminar con las tres primeras unidades correspondientes a los temas de probabilidad, el cual concluyó con la evaluación del podcast de reflexión y la aplicación del primer examen parcial.
- La segunda iteración, tras terminar las unidades cuatro y cinco se les aplicó un cuestionario de Google Forms en que los estudiantes dijeron con qué recursos y metodologías les gustaba trabajar y sentían que aprendían más, con esa retroalimentación aunado a que ya expresaban de manera verbal durante las clases de qué forma preferían trabajar.
- Finalmente, se hizo una tercera iteración que abarco las unidades seis y siete restantes y cuya evaluación culminó con el segundo examen parcial y un cuestionario en Google Forms al finalizar el semestre en el que los estudiantes dieron su percepción sobre todo el curso en cuanto a las metodologías de enseñanza, recursos utilizados y prácticas de laboratorio para conocer si su uso y aplicación en la implementación del curso mejoraron y facilitaron el aprendizaje, comprensión y transferencia de los conocimientos adquiridos y les motivo a aprender la teoría.

Figura 10

Iteraciones de la IBD en el desarrollo del curso



6 RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos a través de los instrumentos aplicados en la investigación, los resultados correspondientes se ordenan de la siguiente manera:

- 1) Análisis
- 2) Desarrollo
- 3) Implementación
- 4) Evaluación

6.1 Análisis

Considerado el Análisis de la situación, los resultados incluyen el análisis del programa, el diagnóstico aplicado a los docentes y lo correspondiente a los alumnos.

6.1.1 Análisis del programa

Revisión de contenidos

El contenido actual de la materia de probabilidad y estadística que se imparte en el primer semestre en la Facultad de ingeniería de la UAQ se muestra en la tabla 1.

Tabla 3

Contenido actual, secuencia y distribución de horas

Unidad	Nombre	Horas de teoría
1	Introducción	6
2	Estadística descriptiva	9
3	Regresión y correlación	5
4	Fundamentos de probabilidad	9
5	Variables aleatorias	6
6	Modelos probabilísticos básicos	8
7	Introducción a la inferencia	6
8	Pruebas de hipótesis	8

Se propone el cambio de los temas de probabilidad antes de los temas de estadística, ya que la metodología para hacer inferencias se apoya en la teoría de

probabilidad y es necesario tener conceptos sobre la teoría de probabilidad para calcular la probabilidad de una muestra observada y hacer inferencias con respecto a las características de una población desconocida; es decir, la probabilidad es la base de la teoría de la estadística (Mendenhall *et al.*, 2010).

En estadística implica trabajar sobre muestras aleatorias representativas de una población con el fin de hacer inferencias a la población de donde se extrajo dicha muestra. La variabilidad y el azar son conceptos que se explican con probabilidad y son una constante en la información que se recaba con la finalidad de analizar mediante técnicas estadísticas inferenciales que permitirán anticiparse a los hechos, hacer predicciones y tomar decisiones informadas con base en la información. Los cambios propuestos se incluyen en la tabla 4.

Tabla 4

Sugerencia de cambios y nueva distribución

Unidad	Nombre	Horas de teoría
1	Introducción a la probabilidad y la estadística en la ingeniería	6
2	Fundamentos de probabilidad	9
3	Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad	9
4	Estadística descriptiva	9
5	Introducción a la inferencia estadística	6
6	Pruebas de hipótesis	8
7	Regresión y correlación	7

Tiempo de dedicación

La duración del curso es de 17 semanas, 57 horas de teoría y 11 de práctica, haciendo un total de 68 horas en el semestre. La materia de Probabilidad y estadística carece de pre-requisito en el programa curricular.

En cuanto a las sugerencias metodológicas en los procesos de enseñanza aprendizaje aplicadas por el docente incluye aplicaciones en los diferentes campos de la ingeniería además de la inclusión de software computacional como el MINITAB, SPSS o Excel.

Análisis de la bibliografía

En cuanto a la bibliografía propuesta en el plan curricular, se observa lo siguiente:

- De los siete de los libros solo uno está dirigido a ingeniería y ciencias.
- Tres son de elementos o apuntes a la probabilidad y estadística.
- Uno es sobre introducción a la inferencia estadística.
- Uno más sobre métodos estadísticos.
- El último es de probabilidad de la serie de *Schaum's*.

Es importante resaltar la exclusión de bibliografía sobre bioestadística y la carrera de Ingeniería Biomédica es una de las carreras que comparten el mismo programa.

El análisis de contenido temático en varios libros de probabilidad y estadística permitió confirmar las observaciones previas, la propuesta bibliográfica integral se incluye en modelo.

6.1.2 Validez aplicada al instrumento de estudiantes

Para la validación se aplicó estudios sobre la validez y confiabilidad del instrumento por criterio o concurrente (alfa de Cronbach) y por constructo (análisis de factores), los resultados se describen a continuación.

En primer lugar, para la validez de criterio, se utilizó el alfa de Cronbach (Anexo 3) que da la medida de consistencia interna de los ítems medidos en escala tipo Likert para tener el grado de fiabilidad de cada escala evaluando así la confiabilidad u homogeneidad de las preguntas para ver si era un instrumento fiable con mediciones consistentes. Se obtuvieron los resultados que de la Tabla 5.

Tabla 5

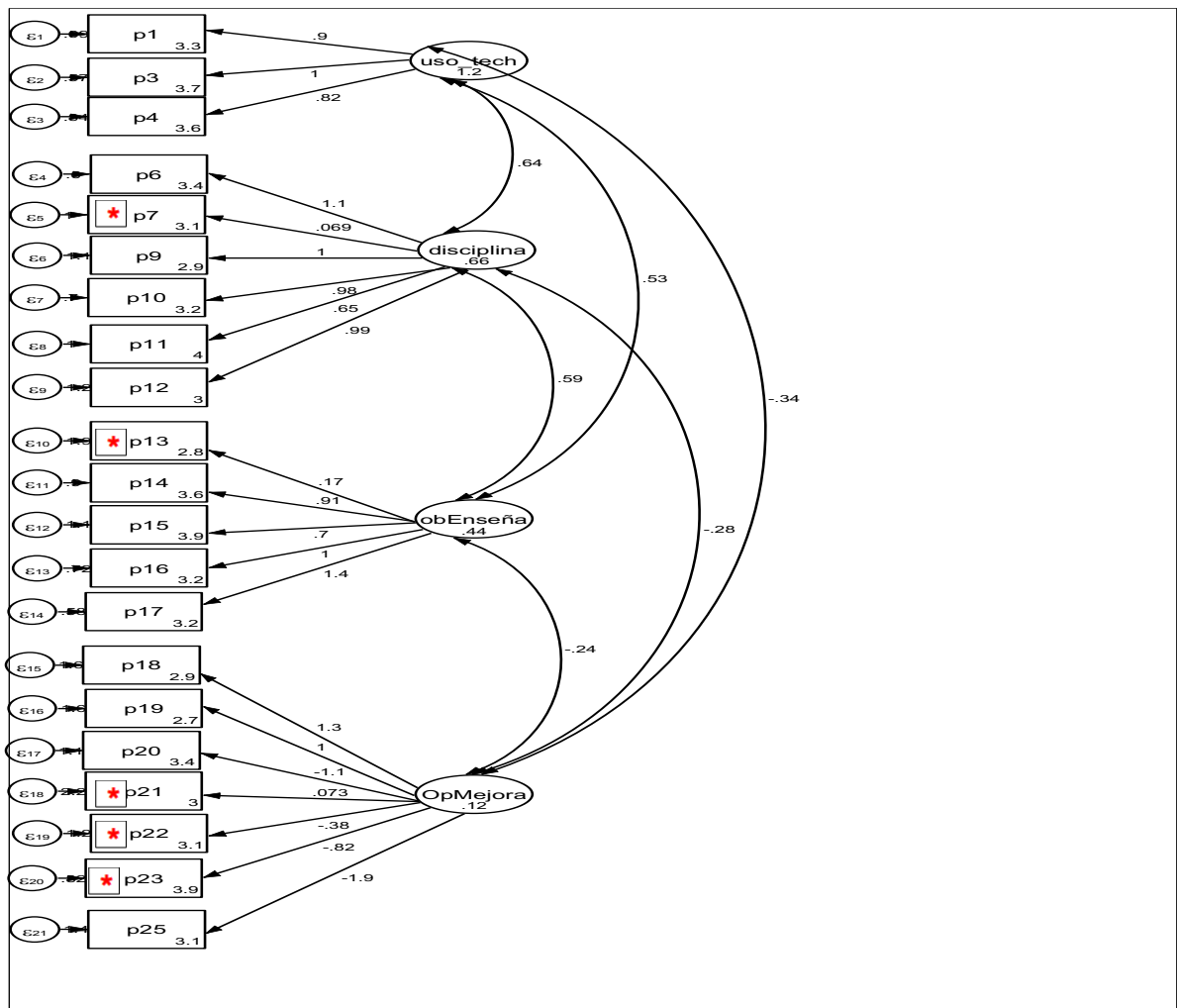
Validez interna con Alfa de Cronbach

VALIDEZ INTERNA					
Resultados de Alfa de Cronbach en las dimensiones utilizadas					
	Todos ítems	Uso Tecnología	Disciplinar	Objetivos enseñanza	Oportunidad de mejora
Promedio inter-ítem covarianza	.3087	1.0135	0.4047	0.3073	0.1122
Número de Ítems en la escala	21	3	6	5	7
Coefficiente de fiabilidad	0.8416	0.8160	0.6967	0.5809	0.3480

Aunque la validez del cuestionario en general, sin distinguir las dimensiones se considera buena 0.8416, cuando se analiza por separado, los resultados son distintos, pues las dimensiones de objetivos de enseñanza y oportunidades de mejora se podrían considerar baja y nula respectivamente, por esta razón que se realizó una segunda prueba. Se realizó un análisis confirmatorio del modelo teórico a través de un Modelo de Ecuaciones Estructurales para ver que tan buen modelo era y que tan bien se ajustaba ese modelo a los datos. A continuación se ve dicho modelo de manera gráfica en la figura 11.

Figura 11

Gráfico SEM del modelo teórico



NOTA: La salida del análisis realizado en Stata®, se puede ver en el Anexo 3.

Las variables observadas por ítems, al aplicar las cargas factoriales son estadísticamente significativas (Anexo 4), es decir están relacionadas con el factor respectivo o con la dimensión del cuestionario al que fueron asignadas; a excepción de las preguntas 7, 13, 21, 22 y 23, en las que tiene resultados no son significativos, en la figura 10 previa se les distingue con un asterisco en color rojo (*).

Tabla 6
Bondad de ajuste del modelo teórico

. estat gof, stats(all)			Interpretación
Fit statistic	Value	Description	La χ^2 al ser significativa implica que no hay un buen ajuste de los datos; sin embargo, la χ^2 se impacta por el tamaño de la muestra y dado que la muestra fue de 91 cuestionarios que es una muestra pequeña, es recomendable observar otros resultados para determinar que tan bien se ajustan los datos. El RMSEA de valor de 0.1 indica un ajuste medio. El pclose es significativo e indica que rechaza la Ho de ajuste estrecho del modelo teórico a los datos CFI y TLI son índices de ajuste y al ser <0.90 por ello se tiene un bajo ajuste del modelo otro indicador es SRMR y al estar en el rango de .05-.10 es aceptable
Likelihood ratio			
chi2_ms(183)	355.970	model vs. saturated	
p > chi2	0.000		
chi2_bs(210)	809.593	baseline vs. saturated	
p > chi2	0.000		
Population error			
RMSEA	0.102	Root mean squared error of	
approximation			
90% CI, lower bound	0.086		
upper bound	0.118		
pclose	0.000	Probability RMSEA <= 0.05	
Information criteria			
AIC	5851.313	Akaike's information criterion	
BIC	6024.562	Bayesian information criterion	
Baseline comparison			
CFI	0.712	Comparative fit index	
TLI	0.669	Tucker-Lewis index	
Size of residuals			
SRMR	0.100	Standardized root mean squared	
residual			
CD	0.951	Coefficient of determination	

Por otro lado, las covarianzas de los términos de error y las variables latentes mostradas en el rectángulo azul son significativas todas, pero es observado que las relacionadas con la variable oportunidades de mejora son negativas; es decir tienen una asociación negativa con esa dimensión. Las tablas 6 y 7 se interpretan la bondad del ajuste del modelo teórico propuesto.

Tabla 7

Bondad de ajuste de las Ecuaciones de modelo teórico

. estat eggof							Interpretación
Equation-level goodness of fit							La R² da la proporción de la variación explicada de cada una de las variables indicadoras por los factores (variables latentes). Aquí la variación más alta es la de la variable P3 que esta explicada en 68% por la variable latente uso de tecnología. Vemos que las menos explicadas son las que no salen significativas al correr el modelo SEM del modelo original.
depvars	fitted	Variance predicted	residual	R-squared	mc	mc2	
observed							
p1	1.683371	.9943102	.6890611	.590666	.768548	.590666	
p3	1.781427	1.216281	.5651459	.6827567	.8262909	.6827567	
p4	1.649801	.8115388	.8382618	.4919011	.7013566	.4919011	
p6	1.417944	.8223606	.5955837	.5799668	.7615555	.5799668	
p7	1.006642	.0031418	1.0035	.003121	.0558662	.003121	
p9	1.719357	.6636607	1.055696	.3859935	.6212837	.3859935	
p10	1.336312	.6345845	.7017272	.4748776	.6891136	.4748776	
p11	1.306605	.2782874	1.028318	.212985	.461503	.212985	
p12	1.888177	.6506874	1.23749	.3446113	.5870361	.3446113	
p13	1.875619	.0132744	1.862344	.0070773	.0841269	.0070773	
p14	1.272068	.3674213	.9046471	.2888377	.5374362	.2888377	
p15	1.271102	.2172327	1.05387	.170901	.4134017	.170901	
p16	1.155899	.4407022	.7151968	.3812636	.6174655	.3812636	
p17	1.42688	.8467	.5801804	.5933924	.7703197	.5933924	
p18	1.803405	.2061997	1.597205	.1143391	.3381407	.1143391	
p19	1.719113	.1174966	1.601616	.0683472	.261433	.0683472	
p20	1.299842	.152898	1.146944	.1176281	.3429696	.1176281	
p21	2.20867	.0006321	2.208038	.0002862	.016917	.0002862	
p22	1.218693	.0167363	1.201957	.013733	.1171877	.013733	
p23	.8967513	.0782956	.8184557	.0873103	.2954832	.0873103	
p25	1.819827	.4332787	1.386548	.2380879	.4879425	.2380879	
overall				.9506142			
mc = correlation between depvar and its prediction							
mc2 = mc^2 is the Bentler-Raykov squared multiple correlation coefficient							

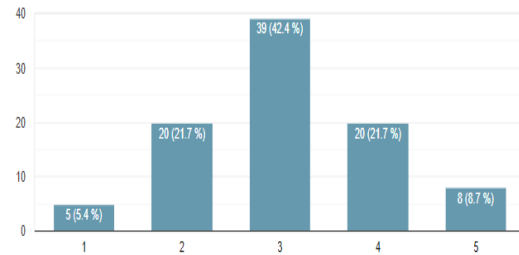
En consideración a las preguntas 7, 13, 21 22 y 23, al observar los resultados en la figura 12, que son las que tienen resultados estadísticamente no significativos.

Figura 12

Análisis de los ítems disociados y su observación.

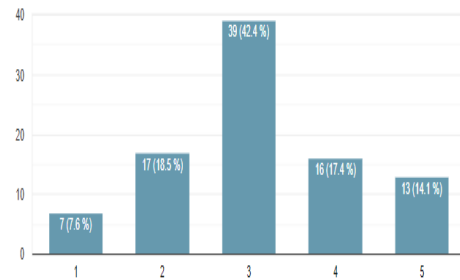
7. ¿Consideras que los conceptos y temas que se abordan en la materia son complejos?

92 respuestas



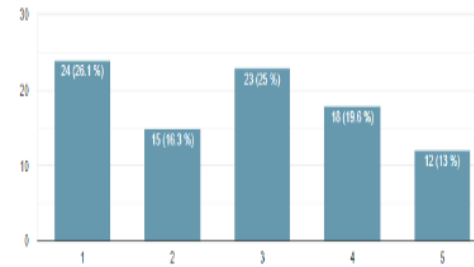
22. ¿Si tienes dudas en la materia solicitas asesoría?

92 respuestas



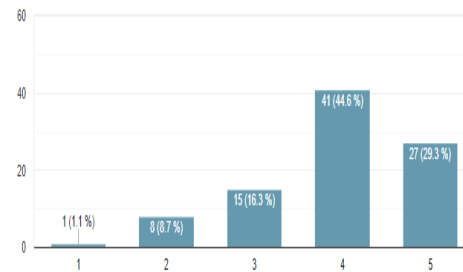
13. Probabilidad y estadística la cursas en primer semestre ¿Consideras que sería mejor te la dieran en los últimos semestres?

92 respuestas



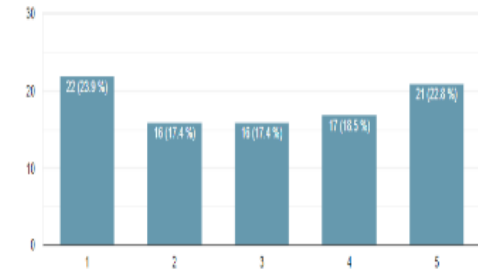
23. ¿Tienes acceso a recursos tecnológicos que se requieren en la materia?

92 respuestas



21. ¿Crees que 1 semestre es suficiente para abarcar los temas del curso?

92 respuestas



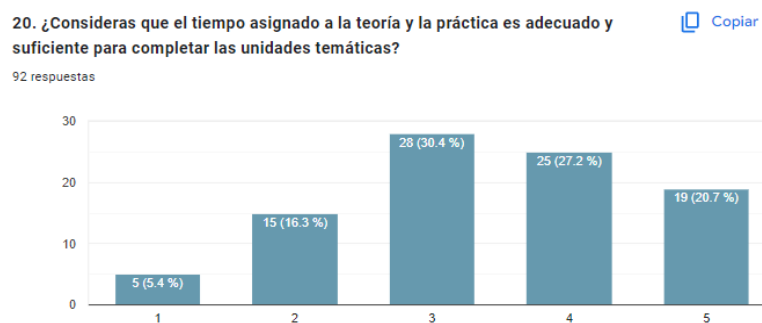
Como se aprecia en las gráficas, las respuestas de las preguntas 7 y 22 presentan una distribución normal, similar a la de una variable continua. La moda en ambos casos es el valor e, que concentra el 42.4% de las respuestas y se corresponde con la opción neutra (“ni de acuerdo ni en desacuerdo”) de la escala de Likert.

La pregunta 13 con los valores Likert 1 y 3 con un 26.37% y 25.27% respectivamente cada uno y el resto muy parecido; caso parecido a la pregunta 21, solo que son los valores Likert 1 y 5 los más altos con 1 punto porcentual de diferencia entre ellos. Finalmente, la pregunta 23 con 44.6% de los estudiantes que puntuaron con 4 que es equivalente a estar de acuerdo o casi siempre a que si tiene acceso a recursos tecnológico en la materia y en la que sólo un estudiante respondió totalmente desacuerdo. En la pregunta 23 que sale no significativa, es por el estudiante que puso el valor de 1 (no tiene acceso a recursos tecnológicos) y fue el único muy diferente al resto de los encuestados.

La pregunta 20 sale un coeficiente negativo y significativo ver figura 13. A continuación se observa el gráfico de las respuestas a esta variable, en el cual se puede apreciar un ligero sesgo a la derecha:

Figura 13

Respuestas a la pregunta 20



En el análisis de Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) del modelo propuesto aunque muchas de las variables fueron significativas, el ajuste del modelo a los datos no es considerado la mejor aproximación; así que, con el propósito de saber

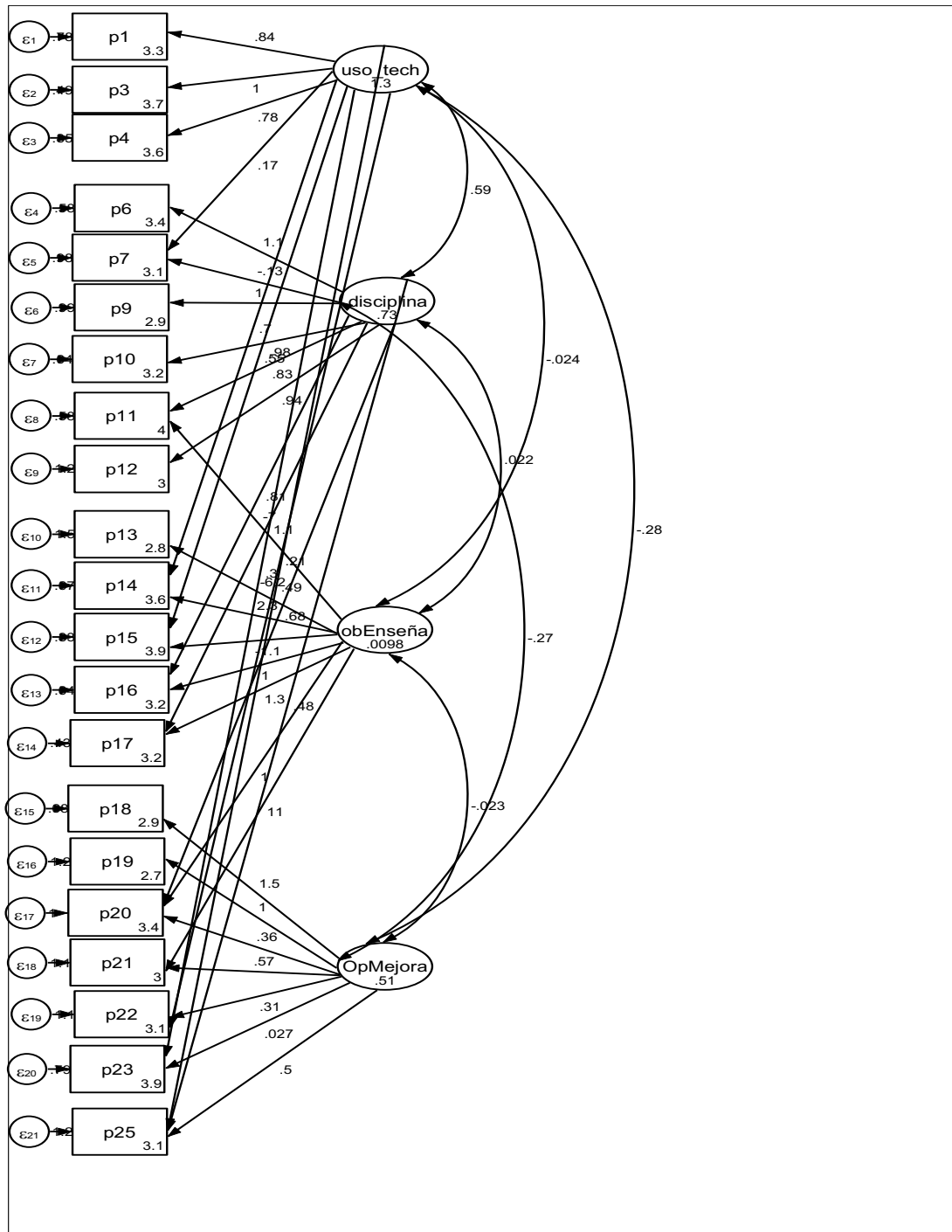
si se estaban conformando grupos equivalentes a las dimensiones con las respuestas obtenidas en los cuestionarios se hizo la validez de constructo a través de un análisis de factores, se pudo observar que algunas variables tienen coeficientes en valor absoluto altos en un solo factor indicando que si están relacionados con ese factor, como son los casos de las variables p1, p3 y p4 con cargas de 0.70 para p1 y p3, mientras que para p4 de 0.56 en el factor de uso de tecnología.

Por otro lado, también se observaron variables que estaban representadas en más de un factor porque están correlacionadas; por ejemplo, la p21 que podía ser asignada hasta en tres factores. Es por ello que se hizo una rotación oblicua y ahí ya se puede observar que la p21 el coeficiente en valor absoluto más alto queda en el tercer factor de objetivos de enseñanza, al igual que la pregunta 11.

En tercer lugar, con la finalidad de ver que tan bueno es este modelo sugerido por el análisis de factores y cuál es su ajuste a los datos, se hizo el análisis confirmatorio usando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (Anexo 5); así como la relación causal entre variables latentes o constructos teóricos (figura 14).

Figura 14

Modelo sugerido por el análisis de factores con rotación oblicua



Las tablas 8 y 9 muestran la bondad de ajuste del modelo sugerido por el análisis de factores con rotación oblicua (Anexo 6).

Tabla 8

Bondad de ajuste modelo dado por análisis factores con rotación oblicua

. estat gof, stats(all)				Interpretación
Fit statistic	Value	Description		
Likelihood ratio				La χ^2 al ser significativa implica que no hay un buen ajuste de los datos; sin embargo, la χ^2 se impacta por el tamaño de la muestra y dado que la muestra fue de 91 cuestionarios que es una muestra pequeña, es recomendable observar otros resultados para determinar que tan bien se ajustan los datos. El RMSEA de valor de 0.07 indica un ajuste aceptable del modelo a los datos. El pclose NO es significativo por lo que NO rechaza la Ho de buen ajuste del modelo sugerido por factores rotados oblicuos a los datos. CFI y TLI son índices de ajuste que si bien de manera estricta son <0.90, pero si son muy cercanos a este si se redondean lo que hablaría de un ajuste aceptable del modelo. Otro indicador es SRMR y al estar en el rango de .05 a .10 es aceptable
chi2_ms(170)	243.285	model vs. saturated		
p > chi2	0.000			
chi2_bs(210)	809.593	baseline vs. saturated		
p > chi2	0.000			
Population error				
RMSEA	0.069	Root mean squared error of approximation		
90% CI, lower bound	0.048			
upper bound	0.088			
pclose	0.065	Probability RMSEA <= 0.05		
Information criteria				
AIC	5764.628	Akaike's information criterion		
BIC	5970.518	Bayesian information criterion		
Baseline comparison				
CFI	0.878	Comparative fit index		
TLI	0.849	Tucker-Lewis index		
Size of residuals				
SRMR	0.073	Standardized root mean squared residual		
CD	0.997	Coefficient of determination		

Tabla 9

Bondad de ajuste de las Ecuaciones del modelo de factores con rotación oblicua

. estat eggof							Interpretación	
Equation-level goodness of fit								
	depvars	fitted	Variance predicted	residual	R-squared	mc	mc2	

observed								
p1	1.683372	.9051139	.7782578	.5376792	.7332661	.5376792		La R² es proporción de variación explicada de las variables indicadoras por los factores.
p3	1.781427	1.292511	.4889161	.7255481	.8517911	.7255481		
p4	1.649801	.7954589	.854342	.4821545	.6943734	.4821545		
p7	1.006642	.0235144	.9831273	.0233593	.1528375	.0233593		
p14	1.272068	.6063977	.6656707	.4767021	.6904362	.4767021		
p15	1.271103	.4381903	.8329122	.3447324	.5871392	.3447324		Aquí la variación más alta es la variable P3 que esta explicada en 73% por la variable latente uso de tecnología. La pregunta 17 que es explicada por la variable latente disciplinar en un 70% y no por la que originalmente estaba que era la de objetivos de enseñanza
p22	1.218693	.0704791	1.148214	.0578317	.2404821	.0578317		
p23	.8967516	.1084894	.7882622	.1209804	.3478224	.1209804		
p25	1.819829	.6125233	1.207305	.336583	.5801577	.336583		
p6	1.417945	.8343596	.5835851	.5884289	.7670912	.5884289		
p9	1.719357	.7269398	.9924176	.4227974	.6502287	.4227974		
p10	1.336312	.6945166	.6417955	.5197263	.7209205	.5197263		
p11	1.306603	.7295197	.5770834	.5583331	.7472169	.5583331		
p12	1.888178	.6386661	1.249512	.3382447	.5815881	.3382447		
p16	1.155906	.5158246	.6400815	.4462513	.6680204	.4462513		
p17	1.426881	.9981712	.4287097	.6995477	.8363897	.6995477		Las menos explicadas son las preguntas 7 y 22 que no salen significativas.
p20	1.299843	.2948728	1.00497	.2268526	.4762905	.2268526		
p13	1.875617	.3800938	1.495523	.20265	.4501667	.20265		
p21	2.208664	1.128043	1.080621	.5107354	.7146576	.5107354		
p18	1.803406	1.120094	.6833114	.6210995	.7880986	.6210995		
p19	1.719116	.5052089	1.213907	.2938772	.5421044	.2938772		

overall					.9972703			
mc = correlation between depvar and its prediction								
mc2 = mc^2 is the Bentler-Raykov squared multiple correlation coefficient								

Los resultados obtenidos permiten simplificar la estructura del cuestionario en preguntas (ítems) que miden el mismo constructo teórico al ser agrupados a un factor latente y también permiten ver si ese grupo de ítems realmente miden a ese constructo o se cargan hacia otro factor (variable latente); en suma permiten mejorar el cuestionario como instrumento de recogida de datos válido y fiable.

Se observa que el modelo sugerido por los factores oblicuos es un mejor modelo que el propuesto originalmente y con base en los resultados se pueda definir si las variables están bien asignadas a las dimensiones (factores) o realmente sería mejor reagruparlas porque no pertenecen a la dimensión; también se podría determinar si pueden ser eliminadas del cuestionario pues la información es poco relevante.

Los resultados observados sugieren que sería más conveniente reagrupar todas las preguntas de objetivos de enseñanza a: uso de tecnología (preguntas 14 y 15), a disciplinar (preguntas 16 y 17) y eliminar la pregunta 13; la dimensión de oportunidades de mejora solo se quedaría con las preguntas 18 y 19; la 20 queda mejor en disciplinar y la 23 en uso de tecnología.

La pregunta 25 puede quedar en uso de tecnología o disciplina. Al igual que el modelo original las preguntas 7, 13, 21 y 22 (en color gris, figuras 20 y 21) la información es poco relevante porque tienen respuestas que se anulan, o contestaron casi lo mismo, así que se podrían eliminar del cuestionario.

Solo la pregunta 23 que en el modelo original se descartaba porque solo un estudiante contestó diferente al resto y en este nuevo modelo se asigna a uso de tecnología. El modelo sugerido quedaría estructurado como lo muestra la tabla 10.

Tabla 10

Cuestionario sugerido por factores con rotación oblicua

Pregunta	
Uso de tecnología	1. ¿El profesor de probabilidad y estadística de la clase teórica ocupó alguna herramienta o recurso tecnológico para explicar algún tema o concepto estadístico?
	3. ¿Fue útil usar tecnología en la clase?
	4. ¿Comprendes mejor y más fácilmente los conceptos, contenidos y aplicaciones de la materia al utilizar tecnología y/o software?
	14. ¿El uso de la tecnología sirvió para reforzar o ampliar los conocimientos del tema visto en la clase teórica?
	15. ¿El uso de simulaciones y visualización de la información te permite comprender mejor los conceptos?
Disciplinar	23. ¿Tienes acceso a recursos tecnológicos que se requieren en la materia?
	6. ¿Aprendiste los conceptos y pudiste aplicarlos al resolver las actividades o problemas de probabilidad y estadística propuestos?
	7. ¿Consideras que los conceptos y temas que se abordan en la materia son complejos?
	9. ¿Los ejemplos de clase te sirvieron y aplicaron la estadística para resolver problemas en diferentes campos de la ingeniería/ (o biomedicina)?
	10. ¿sabes interpretar los resultados que se obtienen al resolver un problema estadístico para tomar decisiones a partir de ellos?
	11. ¿Consideras que estudiar probabilidad y estadística te va ser de utilidad en tu carrera profesional y personal?
	12. ¿Los temas vistos en la clase teórica se retomaban posteriormente en la clase de laboratorio para su ejecución práctica?
	16. Al analizar información ¿Sabes que estadístico te podría servir para analizarla y que supuestos se deben de cumplir para poder aplicarla?
	17. ¿Consideras que se cumplieron los objetivos de enseñanza-aprendizaje del curso?
	20. ¿consideras que el tiempo asignado a la teoría y la práctica es adecuado y suficiente para completar las unidades temáticas?
O	13. Probabilidad y estadística la cursas en primer semestre ¿Consideras que sería mejor te la dieran en los últimos semestres?
O mejora	18. ¿El maestro sabe usar las herramientas pero no explica los conceptos?
	19. El maestro sabe los conceptos pero no emplea herramientas
	21. ¿Crees que 1 semestre es suficiente para abarcar los temas del curso?
	22. ¿Si tienes dudas en la materia solicitas asesoría?
	25. ¿Has puesto en práctica en tu vida diaria y/o académica algo de lo que aprendiste en la materia? ☐

Nota. OE = Objetivos de enseñanza y O mejora= Oportunidades de mejora

Dado que la intención de aplicar el cuestionario era el conocer la percepción de los estudiantes del uso de la tecnología en la materia de probabilidad y estadística que forma parte del tronco común y se imparte en el primer semestre, los resultados obtenidos a nuestro propósito son poco influyentes, debido a lo anterior se excluyen las preguntas 7, 13, 21 y 22.

A continuación se describen los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a estudiantes de las siete carreras de ingeniería de la UAQ:

De las 92 respuestas obtenidas del cuestionario, el 34.78% (n=32) son mujeres, es decir poco más de una tercera parte, lo que no es raro en carreras ingenieriles. El

total de estudiantes matriculados en estas carreras son 1,628; de los cuales, 463 (28.44%) son mujeres, lo que es casi una tercera parte de esta población al igual que lo observado en la muestra. El rango de edad de las mujeres va de los 18 a los 25 años ($\mu=20.29$, s.d.=1.32) y los hombres de 18 a 33 años ($\mu=20.8$, s.d.=2.5).

La figura 15 muestra las carreras de ingeniería que cursan los estudiantes que contestaron el cuestionario, se puede ver que hubo una baja participación de los futuros ingenieros civiles ($n=4$, 4.3%) y nos causa extrañeza pues es la primera ingeniería que se abrió en la facultad, es la de mayor población y solo participó 0.97%; mientras que otras ingenierías con menos población estudiantil, como la mecánica automotriz participó el 17.10% ($n=13$) y electromecánica el 8.79% ($n=8$) como se aprecia en la tabla 9.

Figura 15

Ingenierías que cursan los estudiantes que contestaron el cuestionario

Carrera de ingeniería que cursas actualmente:

92 respuestas



Tabla 11

Número de alumnos inscritos por carrera a noviembre del 2022

Ingeniería	Número de alumnos inscritos	Número de alumnos que contestaron cuestionario
1. Civil	411 (101)	4 (1)
2. Automatización	294 (52)	21 (4)
3. Industrial/manufactura	263 (80)	11 (6)
4. Biomédica	253 (135)	27 (18)
5. Nanotecnología	240 (80)	8 (2)
6. Electromecánica	91 (8)	8 (0)
7. Mecánica automotriz	76 (7)	13 (1)
Total	1628 [§] (463)	92 (32)

Nota: entre paréntesis está el número de mujeres de esa categoría; es decir, 4(1) quiere decir 4 estudiantes contestaron el cuestionario de los cuales 1 es mujer. [§] De ese total, 303 estudiantes son de posgrado (motivo por el cual se eliminaron del cálculo de la muestra (ver páginas 65 y 66).

El 73.9% cursó la asignatura de probabilidad y estadística de manera virtual, el 19.6% presencial y el 6.5% híbrida. El 46.7% de los estudiantes cursaba el quinto semestre al momento que contestó la encuesta, mientras que el 37% iba en tercero.

Percepción sobre el uso de tecnología

El uso de tecnología por parte del docente de la clase teórica para explicar algún tema o concepto tiene el 28.3% en la categoría de 0 veces, pero 20 estudiantes (21.7%) marcaron con un casi siempre y otros 20 estudiantes contestaron que siempre. Fueron 34 estudiantes (37%) quienes dijeron es fácil usar tecnología en clase; sin embargo, aunque 30 estudiantes (32.6%) están totalmente de acuerdo que comprenden mejor y más fácilmente los conceptos, contenidos y aplicaciones al utilizar tecnología y/o software, hay 28 estudiantes (30.4%) que no están de acuerdo ni en desacuerdo en ese punto.

Por otro lado, respecto a si el uso de la tecnología les sirvió para reforzar o ampliar los conocimientos de la clase teórica, una cantidad similar de estudiantes se ubicó en las categorías 3 (0 veces) y 4 (casi siempre) de la escala de Likert, con 26 cada una (28.3%). Asimismo, 25 estudiantes (27.2%) la calificaron con la categoría 5 (siempre).

Respecto a si el uso de simulaciones y visualización de la información les permitió comprender mejor los conceptos, 34 estudiantes (37%) asignaron la calificación 5 (siempre), y 30 (32.6%) la calificación 4 (casi siempre).

Finalmente, 41 (44.6%) de los estudiante calificaron con 4 (casi siempre) tienen acceso a recursos tecnológicos que se requieren en la materia y 27 (29.3%) con 5 (siempre).

De acuerdo con la prueba de hipótesis de Kruskal-Wallis la diferencia significativa es nula entre los valores de las medianas en las tres modalidades para cada una de las preguntas relacionadas con la percepción de los estudiantes respecto al uso de tecnología.

6.1.3 Validez y fiabilidad del instrumento aplicado a docentes

Para comprobar la validez y fiabilidad de la entrevista semiestructurada como instrumento de recolección de información (Anexo 1), se evaluó la validez por contenido, para reflejar la medición del instrumento.

Se realizó la evaluación por juicio de expertos, los cuales aportaron un valor cuantitativo a los ítems, con base a una escala tipo Likert establecida en los criterios de evaluación del instrumento con el fin de decidir en qué medida el ítem se ajusta a la dimensión de interés y retroalimentar ideas (Pedrosa *et al.*, 2014).

Para estimar la confiabilidad del juicio de expertos se necesita estimar el grado de acuerdo entre los expertos. Al final se podrá identificar debilidades y fortalezas del instrumento lo que permitirá tomar decisiones para redactar la versión final del instrumento (Galicia Alarcón *et al.*, 2017).

La evaluación se realizó con tres expertos, dos en estadística y uno en lingüística, la validación del instrumento junto con el documento que explicaba el contenido de la plantilla sobre la que registraría su evaluación y observaciones de los ítems correspondientes a cada dimensión en cada uno de los criterios de evaluación.

Se analizaron las evaluaciones de los expertos con el programa Stata® versión 13.0. Se utilizaron herramientas estadísticas gráficas como el Biplot (gráfica bidimensional) que permite visualizar interrelaciones entre individuos y variables, además de las relaciones entre ambos conjuntos. Adicionalmente se realizó un análisis de conglomerados para obtener la similitud de evaluaciones y finalmente se calculó el índice de Fiabilidad de Acuerdo Interjueces (Lino González *et al.*, 2025).

El análisis estadístico motivó modificaciones en la sección de observaciones del instrumento. La versión final, que incluye estos cambios y las validaciones de los expertos, se aplicó a los docentes y puede consultarse en el siguiente enlace: (<http://bit.ly/3gfei0L>).

A continuación se enlistan los resultados más importantes obtenidos de la entrevista semiestructurada a cuatro docentes de estadística de FI-UAQ:

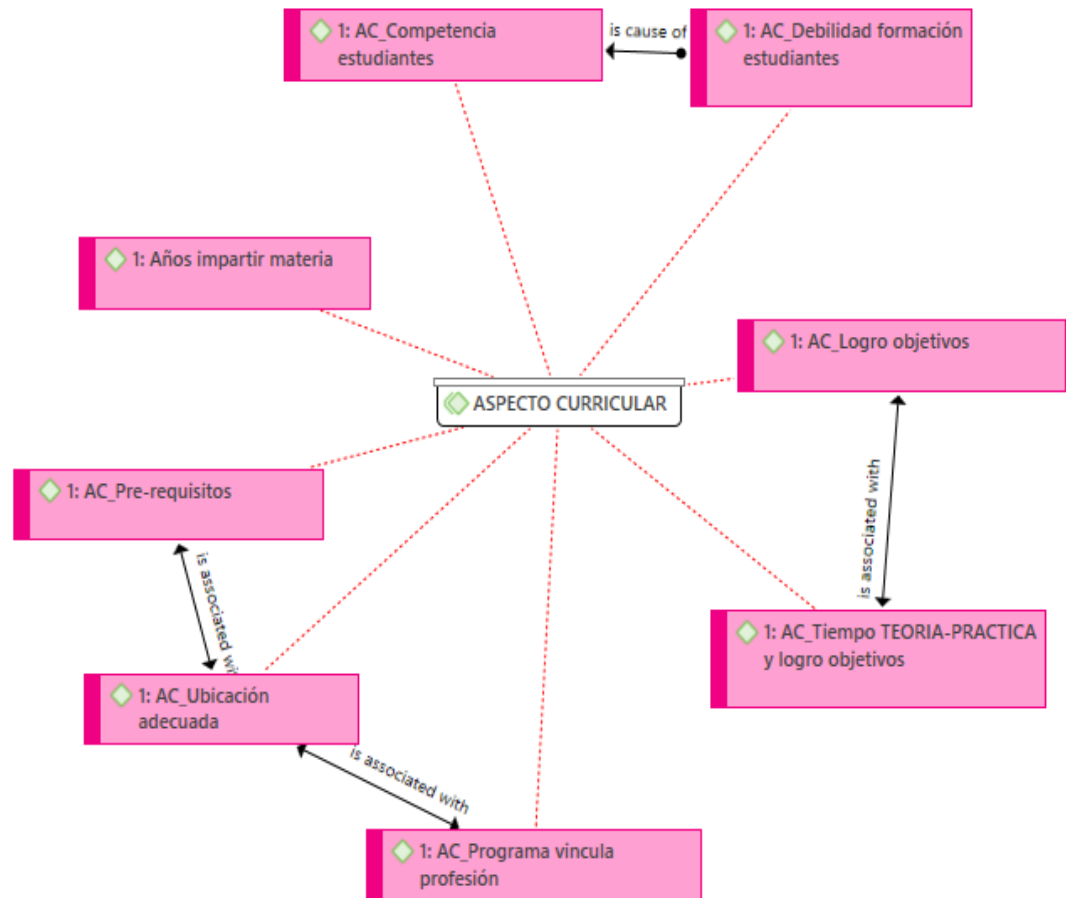
- [3 – 13] años de impartir la materia.
- 3 horas de teoría a la semana es poco tiempo.
- Falta tiempo cubrir el programa o ver temas más aplicados.
- Los estudiantes solo requieren saber matemáticas básicas +, -, * y /.
- Si se logran objetivos, es una materia muy aplicable.
- Usan problemas de libros, applets, videos.
- Evalúan con tareas, exámenes y trabajo o Proyecto final.
- Usan Excel y herramientas tecnológicas para explicar algunos temas.
- Los estudiantes saben buscar y utilizar alguna aplicación desde su celular.
- Los estudiantes carecen de argumentos y justificación de sus respuestas.
- Metodología didáctica es por competencias, resolución de problemas tradicional.
- Lo importante es la comprensión de los conceptos, para poder utilizar la tecnología e interpretar los resultados.

En seguida, en la figuras 16 a 19, se muestra el análisis hermenéutico de la entrevista semiestructurada a docentes, la cual se obtuvo con el programa Atlas.Ti, respecto a: a) el aspecto curricular, b) el fundamento disciplinar, c) la mediación tecnológica y d) las consideraciones pedagógicas.

La figura 16, muestra los resultados del análisis hermenéutico de la entrevista semiestructurada a docentes correspondiente a la dimensión aspecto curricular, que hace referencia a los conocimientos y competencias que se espera consigan los alumnos. Se observa que la ubicación adecuada de la materia está asociada tanto a los pre-requisitos como a la vinculación del programa con su profesión. El tiempo de teoría-práctica está asociado al logro de los objetivos y la debilidad en la formación de los estudiantes es causa de las competencias que adquiridas en la materia.

Figura 16

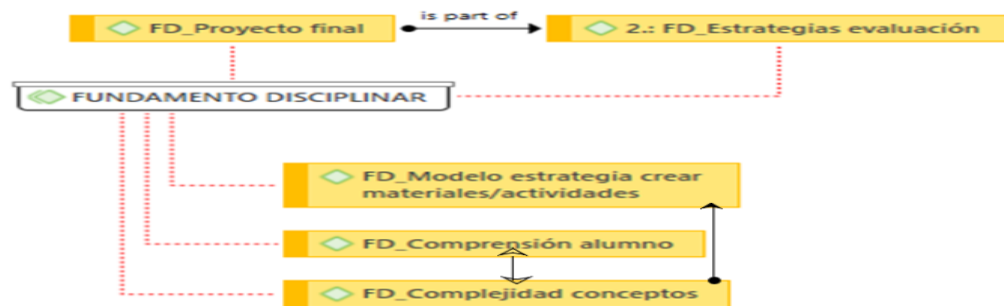
Análisis hermenéutico del aspecto curricular



Después, la figura 17, muestra los resultados del análisis hermenéutico de la entrevista semiestructurada a docentes, correspondiente al fundamento disciplinar, en el que el docente observa los conocimientos, comprensión relacionada con la probabilidad y estadística, de acuerdo a los objetivos marcados en el programa curricular. La comprensión del alumno está asociado a la complejidad de los conceptos y estos son causa de los modelos y estrategias que elija el docente para crear o utilizar los materiales, mientras que el proyecto final es parte de las estrategias de evaluación.

Figura 17

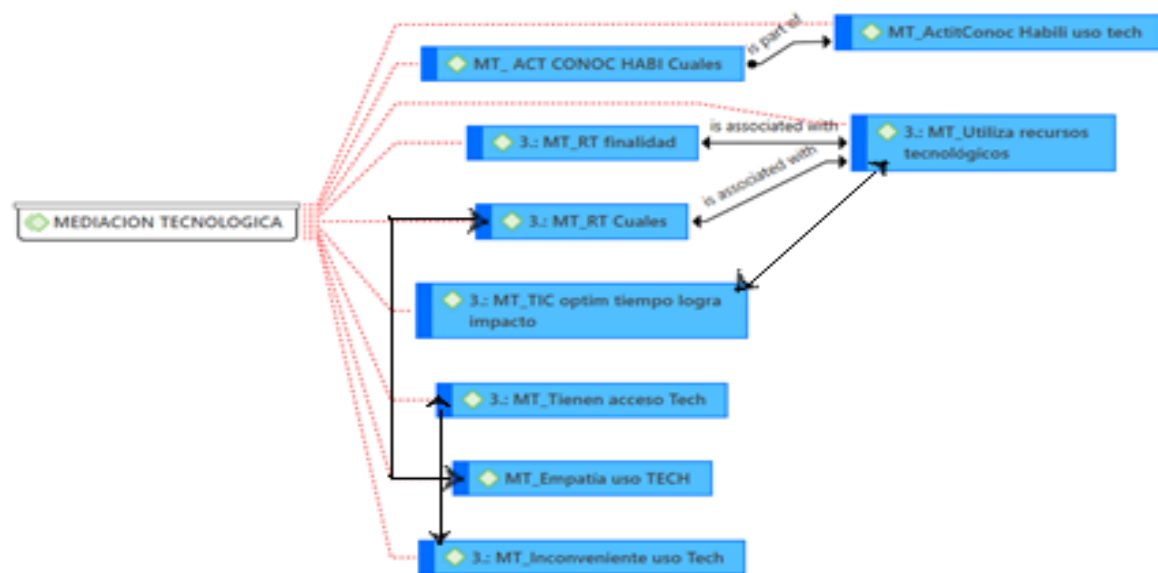
Análisis hermenéutico del fundamento disciplinar



La figura 18, muestra los resultados del análisis hermenéutico de la entrevista semiestructurada a docentes correspondiente a la mediación tecnológica, entendida como las competencias fundamentadas en el desarrollo de una cultura tecnológica. La utilización de recursos tecnológicos está asociada con la finalidad de su uso, porque sirven para profundizar en la enseñanza de la materia y optimizar el tiempo destinado a ella para el logro del impacto deseado. Cuales recursos están asociados con la empatía de los estudiantes sobre su uso para desarrollar nuevos conocimientos que sean aplicables a su profesión.

Figura 18

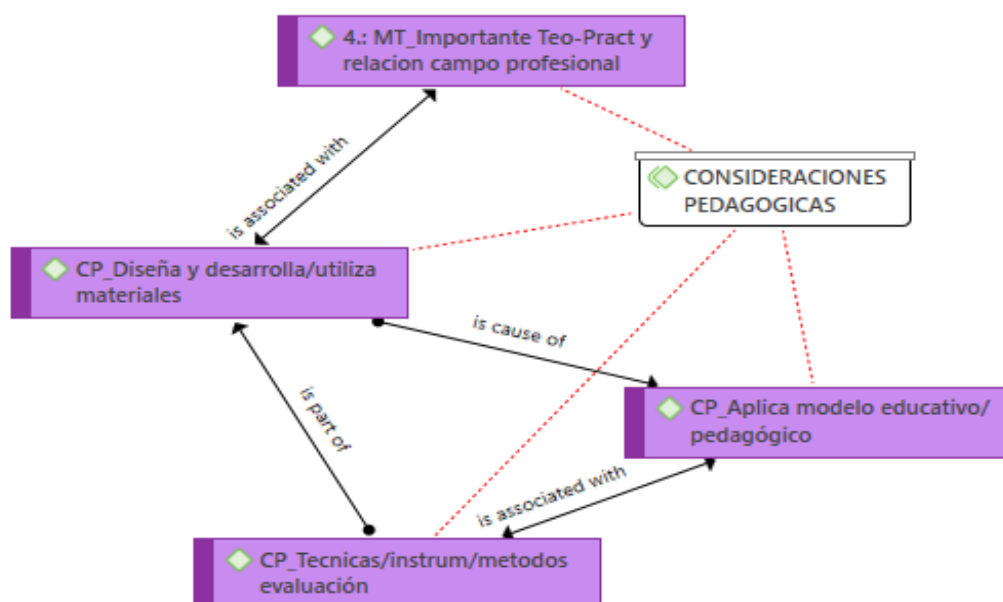
Análisis hermenéutico de la mediación tecnológica



Por último, la figura 19, muestra los resultados del análisis hermenéutico de la entrevista semiestructurada a docentes correspondiente a la dimensión de consideraciones pedagógicas, es decir, las metodologías didácticas que aplica el docente en el aula. El diseño y desarrollo de los materiales que utiliza son causa del modelo educativo/pedagógico que este empleando. Las técnicas/instrumentos/métodos de evaluación son parte del diseño y desarrollo de los materiales que utiliza y, también, están asociadas al modelo educativo o pedagógico que utiliza. La importancia de la teoría-práctica en relación con el campo profesional de los estudiantes está asociado con el diseño y desarrollo de materiales que el docente utiliza. Lo cual es coherente con la literatura que refiere que los materiales se eligen por su pertinencia y en función de la metodología que será utilizada para cumplir con los objetivos de enseñanza-aprendizaje que marca el programa curricular.

Figura 19

Análisis hermenéutico de las consideraciones pedagógicas



6.2 Desarrollo

Se desarrollaron los siguientes materiales por unidad, incluyendo un ejercicio de autoevaluación en cada una. Esto permitió generar cambios y ajustes en las unidades posteriores. El proceso se ilustra en la figura 20.

Figura 20

Estructura propuesta para el desarrollo

Información de la unidad	Recursos	Actividades de aprendizaje	Evaluación	Referencias
•Contenido •Temas •Objetivos de aprendizaje	•Herramientas •Materiales digitales •Materiales audiovisuales •Clases presenciales	•Metodología activa •Acciones del estudiante •Acciones del docente	•Ejercicios •Tareas •Prácticas de laboratorio •Problemas •Proyectos •Participación	•Materiales adicionales •Materiales de consulta •Otras fuentes

En el contexto del modelo propuesto en esta investigación, tanto la creación como la selección de materiales digitales, se coincide con la investigación de Cepeda et al., (2017), fueron siempre desde la perspectiva curricular alineados a los objetivos educativos y competencias señaladas en el programa institucional para la asignatura de probabilidad y estadística que se imparte en primer semestre, como un primer curso a la materia y es parte del tronco común de algunas ingenierías.

En concordancia con la investigación de Aguilar *et al.*, (2014) que refieren que la utilidad de los materiales educativos digitales en el aprendizaje radica en la posibilidad de experimentar, abstraer y relacionar conceptos, ejercitar y evaluar nuevos aprendizajes. Los recursos educativos, las estrategias de enseñanza y la interacción de ambos determinan las condiciones del aprendizaje; en esta investigación, se buscó materiales de diseño interactivo que se adaptaran al enfoque constructivista propuesto en el modelo y su selección o diseño fueron resultado de la metodología didáctica en la que serían aplicados y posibilitaran la

interactividad y retroalimentación inmediata, en el caso de quizzes, puzzles; etc., y permitían también ver el número de intentos para resolverlos.

Los materiales didácticos fueron de elaboración propia y recursos educativos abiertos seleccionados o creados por su pertinencia, que permitían aplicar o reforzar los conceptos aprendidos en las clases teóricas en las que se buscaba fomentar la motivación, pensamiento crítico y aprendizajes significativos, incorporando el debate como complemento a la metodología didáctica principal utilizada para promover el trabajo colaborativo entre pares o la socialización de resultados obtenidos por cada equipo al término de actividades y proyectos. Los materiales eran adaptables, portables, reusables y ubicuos porque los estudiantes podían acceder a ellos, en la mayoría de los casos desde donde quisieran, a través de su teléfono celular, tableta, laptop o computadora escolar en el momento y las veces que quisieran.

Se utilizó Excel y software estadístico especializado como Minitab y Stata para la práctica de la enseñanza de la estadística tanto para explicar conceptos, fórmulas y hacer simulaciones utilizando Excel, porque permite hacer las operaciones paso a paso o bien aplicar alguna técnica estadística mediante un comando del mismo programa, como el análisis de bases con datos generados y/o recopilados por los mismos estudiantes para aplicar y consolidar lo aprendido en las clases teóricas. Se observó que el Software motiva a los estudiantes a aprender la asignatura y les fomenta el pensamiento crítico al enfocarse más a la justificación y argumentación de los resultados obtenidos con estos programas, por lo que resultan herramientas importantes para la enseñanza de la estadística a nivel universitario.

Se eligieron los problemas y proyectos relacionados con la carrera en la que se implementó el modelo propuesto. En uno de los proyectos finales, los temas fueron elegidos por cada equipo según el interés compartido de sus integrantes por ampliar sus conocimientos sobre el tema seleccionado, con el único requisito que identificaran los temas de probabilidad y estadística que se vieron durante todo el

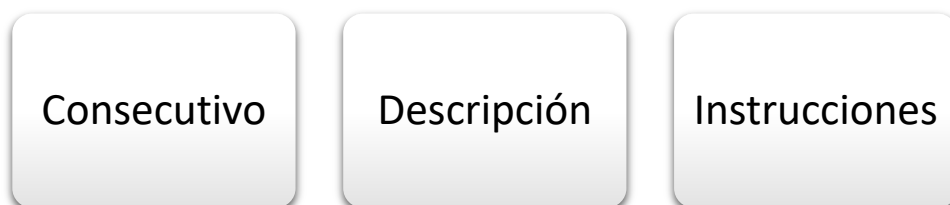
curso e hicieran aplicación de conceptos, análisis estadísticos eligiendo la técnica estadística adecuada para ellos, así como verificar el cumplimiento de supuestos, y los resultados obtenidos debían ser justificados y argumentados de manera que se pudiera, al final, tomar alguna decisión y responder las preguntas iniciales de sus mini proyectos de investigación.

El anexo 7, además de la documentación del modelo muestra dos unidades desarrolladas de los materiales, a manera de ejemplo, para tomar en consideración.

El resultado del diseño instruccional consistió en la elaboración de guiones tecno-pedagógicos (ver Anexo 8). Estos se desarrollan mediante una matriz de tres columnas: la primera indica la secuencia de enseñanza con el número de pantalla; la segunda, el contenido sugerido; y la tercera, notas para el programador del curso, con el fin de que tenga una idea clara de lo que debe mostrarse en cada pantalla al estudiante. Adicionalmente, se adjuntan los enlaces a los recursos correspondientes, como se muestra en la Figura 21, la cual ilustra la estructura de un guion tecno-pedagógico.

Figura 21

Estructura del Guion tecno pedagógico



6.3 Implementación

La UAQ trabaja con Moodle y con Google Classroom, por la facilidad de acceso de los estudiantes se seleccionó Google Classroom para llevar a cabo la implementación del modelo propuesto.

En esta sección se muestran los resultados de la tercera fase de la IBD correspondientes a lo desarrollado en la sección 5.3 de implementación, en la que se utilizó la plataforma Classroom para administrar el curso permitiendo a los estudiantes el acceso a toda la información ahí proporcionada, así como la entrega de tareas, problemas, actividades y proyectos y recibir retroalimentación por la misma plataforma.

6.4 Resultados de la evaluación

En esta sección se presenta el resultado de la cuarta fase de la IBD correspondiente a la sección 5.4 evaluación del modelo propuesto, en el que los instrumentos diseñados para conocer las percepciones y aprendizajes adquiridos de los estudiantes, en diferentes momentos durante el semestre, brindaron valiosa retroalimentación al finalizar cada iteración de la IBD, lo que permitió ajustar la propuesta del modelo para mejorarlo en las unidades siguientes en función al grupo de estudiantes de ingeniería biomédica en el que fue aplicado.

En la investigación, la aplicación de la IBD permitió hacer ajustes a la propuesta tras cerrar cada iteración; por lo que se solicitó a los estudiantes un podcast de reflexión, al concluir las primeras tres unidades, que sirvió para evaluar el impacto del uso del modelo al emplear metodologías activas y mediarse con TE, y con ello conocer la percepción de los estudiantes sobre el modelo propuesto, lo aprendido, utilidad futura, metodologías y recursos digitales empleados. Dicho podcast reflexivo también sirvió de retroalimentación para hacer ajustes al modelo antes de empezar las unidades siguientes. Las apreciaciones referidas por los estudiantes fueron contrastadas con las calificaciones obtenidas en ese primer examen y pudo apreciarse que empezaban a despertar el pensamiento estadístico que conlleva de manera implícita la variabilidad.

Se pudo medir el impacto de lo aprendido a través de exámenes de conocimientos (teóricos y prácticos), actividades, solución de problemas, proyectos de investigación que fueron propuestos por cada equipo de estudiantes, lo que les

permitió aplicar conceptos aprendidos a lo largo del curso, desde plantear las preguntas e hipótesis de investigación que querían conocer hasta la socialización de los resultados obtenidos al exponerlos a sus pares.

Al final del curso se les volvió a hacer un cuestionario a través de Google Forms para tener la percepción de los estudiantes sobre la implementación el modelo propuesto. Así como un segundo examen de conocimientos en línea con una parte teórica y otra práctica en la que debían analizar una pequeña base de datos con información real recabada por los mismos estudiantes usando el software Excel o Minitab para finalmente justificar y/o argumentar los resultados obtenidos, lo que permitió tener una medida cuantificable del avance y evolución de lo aprendido en la asignatura. A continuación se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los instrumentos.

6.4.1 Resultados del podcast de reflexión

El objetivo del instrumento fue conocer la percepción de los estudiantes sobre el curso propuesto de probabilidad y estadística fundamentado en metodologías activas y mediadas con tecnología educativa (Lino González et al., 2025b).

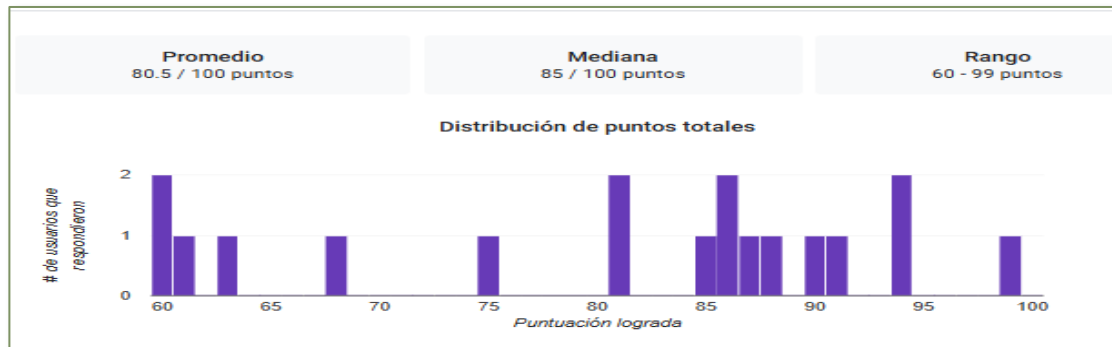
Los resultados más importantes fueron que los estudiantes reconocen en la probabilidad y estadística una materia que será de utilidad y aplicación en su futuro profesional, que la metodología empleada facilitó el aprendizaje a través de estrategias didácticas, con clases interesantes e interactivas reforzadas con material extra, prácticas y laboratorios. Los hallazgos contribuirán al desarrollo de programas efectivos de educación en ingeniería.

6.4.2 Examen de conocimientos 1

El primer examen de conocimientos abarco las primeras tres unidades correspondientes a los temas de probabilidad y se aplicó con un cuestionario de Google Forms, como se describió en la sección 5.4.2. Los resultados de los estudiantes se muestran en la figura 22.

Figura 22

Calificaciones del primer examen de conocimientos unidades 1 a 3



Como se puede observar la calificación mínima fue de 60 y la máxima 99, el promedio fue de 80.5 puntos y una tercera parte de los estudiantes tuvieron calificaciones por debajo del promedio.

Dado que dos terceras partes de los estudiantes habían llevado la asignatura en el último año de preparatoria, se analizó si esa característica marcaba una diferencia entre las calificaciones obtenidas entre los estudiantes utilizando la prueba no paramétrica de suma de rangos Wilcoxon, también llamada la prueba de U de Mann-Whitney y, se encontró que no existen diferencias significativas en las calificaciones obtenidas entre los que llevaron estadística en la preparatoria $n=12$ (calificación promedio=80.08 $\pm$ 14.87; mediana=85.5) y los que ven la materia por primera vez $n=6$ (μ calificación= 81.3 $\pm$ 8.47; mediana 83.5) $z=0.094$, Prob > |z| = 0.9252; es decir, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medianas en las calificaciones. De hecho, en la calificación promedio salieron un poco mejor los estudiantes que veían la materia por primera vez, lo que permite afirmar que el haber visto la materia con anterioridad no fue una ventaja y permite ubicar a todos en un mismo nivel de aprendizaje.

En la sección práctica de esta primera evaluación se pudo observar que hubo estudiantes que argumentaron e interpretaron sus respuestas con mucho detalle (ver la figura 23 a-c); mientras que el inciso c) de la misma figura, el estudiante solo desarrolla la fórmula y la reflexión es nula sobre lo que se pidió responde de manera incorrecta.

Figura 23

Respuestas pregunta 1c)

Pregunta 1 c) como aparecía en el Google Forms

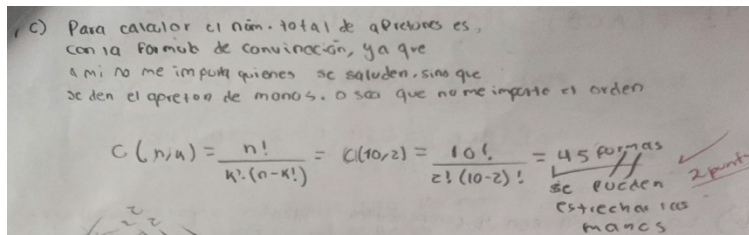
✓ 1 c) ¿Cuál será el número total de apretones de manos en una reunión de 10 ingenieros, todos los asistentes se dieron la mano con todos los demás? * 2 / 2

☐ 10P2=90

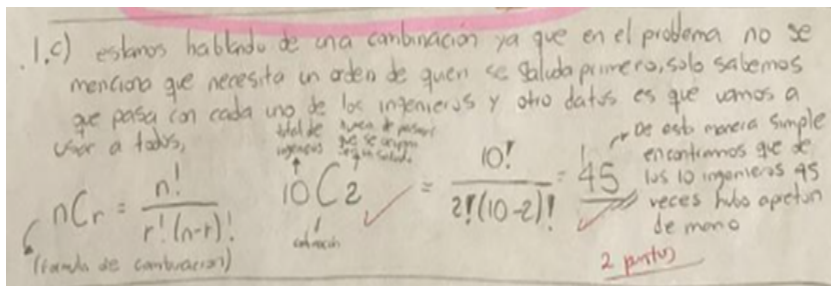
☒ 10C2=45 ✓

☐ 10*2=20

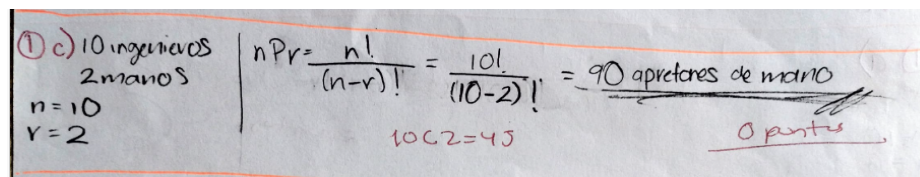
a) Respuesta correcta de un estudiante



b) Respuesta correcta de un estudiante



c) Respuesta incorrecta de un estudiante



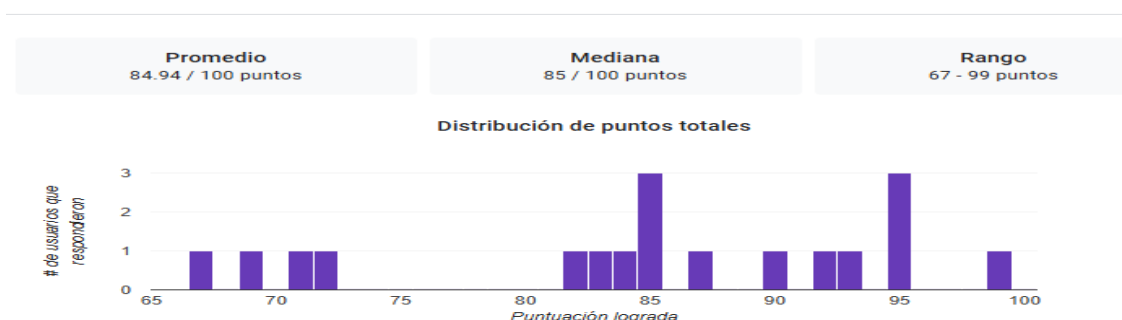
Nota: Las figuras incluyen las respuestas de tres estudiantes en la sección práctica primer examen.

6.4.3 Examen de conocimientos 2

El segundo examen de conocimientos fue de las unidades cuatro a la siete correspondientes a los temas de estadística descriptiva e inferencial y se aplicó mediante un cuestionario Google Forms como ya se describió en la sección 5.4.3 del capítulo anterior. Los resultados de los estudiantes se muestran en la figura 24.

Figura 24

Calificaciones del segundo examen, unidades 4 a 7



En la gráfica se observa que la calificación mínima fue de 67 y la máxima de 99 puntos, con un promedio de 84.94 puntos con siete estudiantes por debajo de la media; a pesar de que cuatro estudiantes sacaron bajas calificaciones, de manera general, salieron más altas que en el primer examen y fueron más estudiantes los que sacaron mejores notas.

También se analizó si el hecho de haber llevado la materia en la preparatoria marcaba una diferencia entre los estudiantes que la llevaron por primera vez utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon y no se encontraron diferencias significativas como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

Diferencia medianas calificación 2º examen

Variable		n	%	Media calificación	Mediana	z	prob > z **
Probabilidad y estadística preparatoria	Si	12	66.67	84.25 +/- 9.76	85	- 0.470	0.6382
	No	6	33.33	86.33 +/- 10.31	89.5		

** Prueba suma de rangos de Wilcoxon para dos muestras, también conocida como prueba U de Mann-Whitney

En la primera sección práctica del examen. La figura 25, muestra la respuesta a uno de los tres problemas a resolver y que fueron desarrollados por los estudiantes en hojas blancas que se les dieron al principio de la evaluación a manera de mostrar la evidencia de cómo llegaron al resultado.

Figura 25.

Respuestas pregunta 2

Problema 2 como aparecía en Google Forms

✓ 2. Un médico desea detectar los efectos adversos sobre la Presión Sistólica (PS) en una muestra de 36 pacientes ($n=36$) que usan medicamento que causa vasoconstricción. Decide que una PS media en el 5% superior de la distribución es causa de alarma. De estudios previos en pacientes sanos se sabe que la PS se distribuye normal con media conocida de 110 mmHg y varianza 7mmHg. ¿Cuál es el valor de la media muestral?

☒ 111.91 ✓

☐ 123.29

a) Respuesta correcta de un estudiante

Un médico desea detectar los defectos adversos sobre la Presión Sistólica (PS) en una muestra de 36 pacientes ($n=36$) que usan medicamento que causa vasoconstricción. Decide que una PS media en el 5% superior de la distribución es causa de alarma. De estudios previos en pacientes sanos se sabe que la PS se distribuye normal con media conocida de 110 mmHg y varianza 7 mmHg.

¿Cuál es el valor de la media muestral?

$n=36$
 $\sigma=7$
 $\mu=110$
 $z=1.645$

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$1.645 = \frac{\bar{x} - 110}{7 / \sqrt{36}}$$

$$(7/6)(1.645) = \bar{x} - 110$$

$$1.9125 + 110 = \bar{x}$$

$$\bar{x} = 111.9125$$

b) Respuesta correcta de un estudiante

② $n=36$ 5% →
 $\bar{x} =$

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} = 1.645 = \frac{\bar{x} - 110}{7 / \sqrt{36}}$$

$$\bar{x} = (1.166)(1.645) + 110$$

$$\bar{x} = 111.91807$$

Nota: Las imágenes incluyen las respuestas incluidas de estudiantes en la sección práctica del segundo examen.

Respecto a la segunda sección práctica, en la que de manera individual debían hacer un análisis de correlación y regresión lineal simple en Minitab o Excel, de la base de datos que se les proporcionó vía WhatsApp en ambos formatos. Aquí la evidencia es lo que respondieron en Google Forms pues debían escribir la respuesta obtenida, junto a su interpretación en el texto de respuesta largo como se muestra en la figura 26.

Figura 26

Respuesta de un estudiante en la sección de aplicación

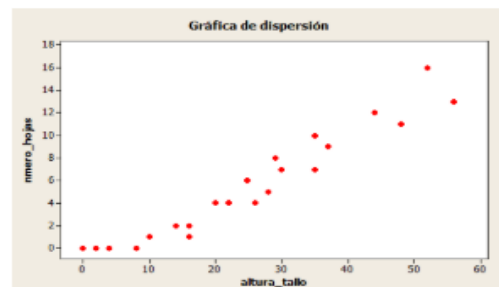
✓ **4. b) Interpreta el valor de correlación**

* 10 / 10

tanto por los resultados numéricos como por la grafica adjunta.

Además responde:

¿Se puede afirmar que las 2 variables están relacionadas fuertemente? ¿Por qué?



El coeficiente de correlación es aquel que nos indica si dos variables están relacionadas linealmente. Al analizar la grafica, logramos observar un comportamiento de crecimiento en ambas variables, es decir, el número de hojas es cada vez mayor al igual que la altura del tallo. Por otra parte, el valor numérico, (0.9669) nos da la certeza de que ambas variables están relacionadas fuertemente, al ser una correlacion positiva, mayor a cero.

✓ **5. a) Asumiendo que se cumplen todos los supuestos de la regresión lineal, encuentra la ecuación de regresión, la R² e indica como se interpretan**

* 10 / 10

La ecuación de regresión lineal es: $\text{numero_hojas} = -1.128 + 0.2699 \text{ altura_tallo}$

En esta fórmula de regresión lineal podemos analizar que describe la manera en la que cambia el número de hojas en una planta en función de la altura de su tallo, 0.2699 sería el aumento esperado en el número de hojas por cada unidad adicional de altura del tallo. Por lo que esta fórmula también nos brinda una interpretación entre dos variables (revisando su correlación y si son dependientes o independientes)

Comentarios individuales



Muy bien tu interpretación de la ecuación de la recta!

La R² indica que el 93.5% de la variabilidad del número de hojas es explicada por la altura del tallo

A continuación se muestra la tabla 13, con los resultados obtenidos por los estudiantes en los dos exámenes, así como si llevo la materia en la preparatoria y si utilizo algún software en dicha materia.

Tabla 13

Resultados de los dos exámenes aplicados durante el semestre

ID Estudiante	¿Estadística en Preparatoria?	¿Uso algún Software?	Examen1_U1a3	Examen2_U4a7
1	SI	ninguno	61	95
2	SI	Excel	87	83
3	NO		75	93
4	SI	Excel	86	71
5	SI	GeoGebra	81	82
6	NO		86	67
7	SI	ninguno	91	69
8	SI	Excel	99	85
9	SI	ninguno	60	99
10	SI	Excel	63	85
11	NO		90	87
12	NO		68	95
13	NO		81	84
14	NO		88	92
15	SI	Excel	94	72
16	SI	ninguno	85	90
17	SI	Excel	94	95
18	SI	ninguno	60	85

En el análisis de los resultados académicos de los dos parciales reveló que, si bien dos terceras partes de los estudiantes ya habían cursado estadística en la preparatoria, este antecedente no se tradujo en una diferencia significativa en sus calificaciones respecto al grupo que veía la asignatura por primera vez. Este hallazgo permite afirmar que haber llevado la materia con anterioridad no representó una ventaja, situando a todos los alumnos en un mismo nivel de partida. Respecto al desempeño, el rango de calificaciones del primer parcial fue de 60 a 99 puntos. En el segundo parcial, se observó una mejora en casi dos tercios de los estudiantes, con un rango de 67 a 99 puntos.

6.4.4 Percepción final de los estudiantes sobre el modelo implementado

Se aplicó un formulario de Google al final del semestre para conocer la percepción de los estudiantes sobre el modelo implementado en la asignatura de probabilidad y estadística a lo largo del semestre observando los siguientes resultados. El cuestionario fue contestado por 17 estudiantes.

Se encontró que haber leído sobre las aplicaciones de la probabilidad y la estadística en la ingeniería biomédica en su mayoría les motivo a aprender la teoría como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Resultados sobre actividades que les motivan para aprender la materia

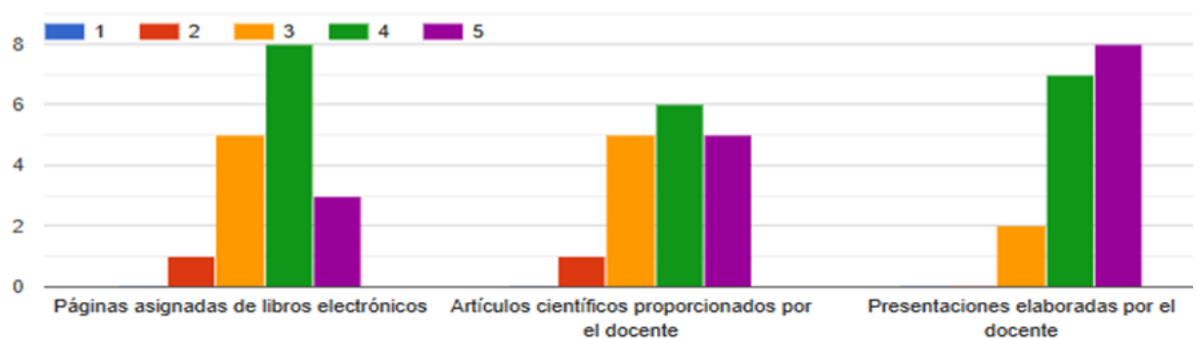
Actividad	Casi nunca	Casi siempre	Siempre
Leer sobre aplicaciones en ingeniería	5.9%	35.3%	58.8%
Resolver problemas relacionados ingeniería biomédica		17.6%	82.4%
Te genera perspectiva de aplicación en otras materias y vida profesional	5.9%	58.8%	35.3%

Se identificó que los estudiantes para aprender contenidos o mejorar la comprensión de conceptos de la materia, prefieren herramientas tecnológicas como las presentaciones elaboradas por el docente en lugar de la lectura de artículos científicos o de libros digitales (Figura 27).

Figura 27

Materiales digitales de lectura

Califica en orden de importancia en la escala del 1 al 5



Nota: Los materiales se realizaron para ayudar a entender mejor los conceptos.

Asimismo, prefieren ver videos tutoriales, utilizar apps (juegos, memorias, quizzes; etc.), REA (GeoGebra y Descartes) y aprender a usar el software de Excel y Minitab para el análisis de la información, ver resultados en la Tabla 14. Lo que sugiere que los materiales didácticos mediados por tecnología digital empleados en la implementación del modelo propuesto favorecen una mayor comprensión en la enseñanza de la estadística, hallazgos que se comparten con las investigaciones de Inzunza (2016) y Albert *et al.*, (2016) que reportaron que el uso de la tecnología en el aprendizaje de la estadística les permite a los alumnos razonar y pensar estadísticamente pues provoca cambios cognitivos.

Tabla 15*Resultados preferencias de tecnología utilizada en la asignatura*

Tecnología	Casi nunca	Casi siempre	Siempre
videos tutoriales		11.80%	88.20%
Apps	5.90%	23.50%	70.60%
REA	5.90%	35.30%	58.80%
Excel y Minitab	5.90%	47.05%	47.05%

La mayoría de los estudiantes refirieron aspectos útiles del uso de la tecnología para la enseñanza de la asignatura y solo un estudiante prefiere la enseñanza más tradicional como se muestra en la siguiente figura 28.

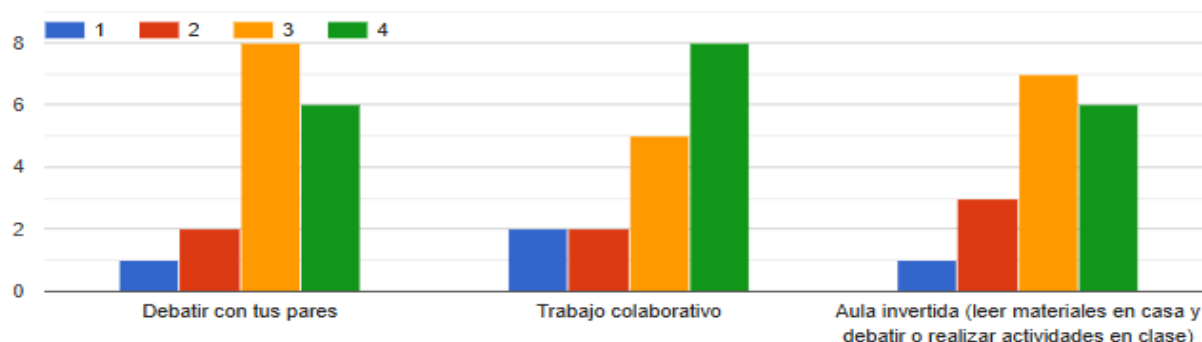
Figura 28*Al usar tecnología*

17 respuestas



De la misma manera, el formulario mostró que los estudiantes perciben las metodologías de enseñanza activas como el trabajo colaborativo, el aula invertida o el debate con sus pares, como metodologías que enriquecen los conocimientos, la comprensión o mejoran el entendimiento de la teoría, los problemas o las actividades asignadas como se muestra en la figura 29.

Figura 29
Metodologías

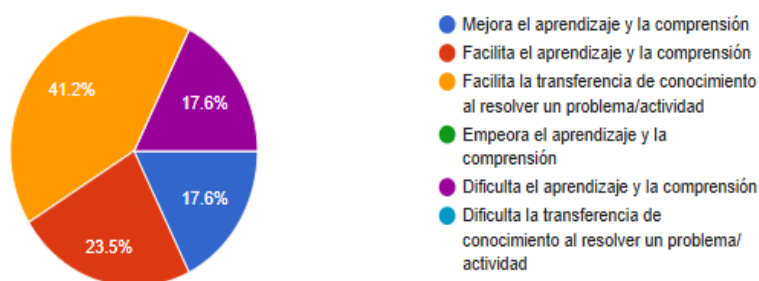


Nota: La figura muestra el sentido de las metodologías de acuerdo a: ¿Enriquecen tus conocimientos, comprensión y/o mejoran el entendimiento de la teoría, problemas o actividades asignadas?

La percepción de los estudiantes sobre cómo afecta el modelo de enseñanza propuesto en los aprendizajes logrados fueron en su mayoría positivos como se muestra en la figura 30. Los estudiantes que seleccionaron la opción de “dificulta el aprendizaje y la comprensión” muestran inconsistencias con otras preguntas el mismo cuestionario y dos de ellos en su opinión escrita en que compartieron su experiencia con otros modelos que aplicaban en las otras materias uno menciona “me encantaron las clases” y el otro “me gusta mucho la tecnología me ayuda a comprender y reafirmar mis conocimientos”

Figura 30
Afectación del modelo de enseñanza

17 respuestas



Respecto a la comparación del modelo implementado con otros modelos de enseñanza que aplicaban en sus otras materias, varios estudiantes lo calificaron de novedoso y dinámico ya que en las otras asignaturas la interacción es baja o nula entre docente-estudiante, ya sea porque solo les proporcionan libros como material de apoyo o el docente está al frente dando catedra y los estudiantes son solo receptores de la información. Otros estudiantes dijeron que la forma en la que fue estructurado les permitió comprender mejor los temas vistos.

El modelo propuesto resultante de este trabajo de investigación se encuentra publicado en Lino González et al., (2025a).

7 DISCUSIÓN

El propósito principal de la investigación fue responder a la pregunta: ¿Cómo medir el efecto del uso de un modelo de enseñanza de estadística inferencial fundamentado a través de tecnología educativa en el aprendizaje de estudiantes de ingeniería? Para evaluar la efectividad del modelo propuesto se consideró el monitoreo continuo, la retroalimentación de los estudiantes, análisis de los resultados que obtuvieron en actividades y evaluación de la interacción de los estudiantes con el modelo.

El modelo creado constituye una propuesta para atender la problemática de la enseñanza-aprendizaje de la estadística en la formación de ingenieros, en el que las metodologías activas empleando la tecnología digital adecuada y pertinente como herramienta de apoyo para la enseñanza es parte fundamental para el logro de objetivos y adquisición de aprendizajes significativos que puedan ser transferidos a la vida profesional de los estudiantes.

Monitoreo continuo

Las evaluaciones fueron una constante durante todo el curso, lo que permitió seguir el progreso de los estudiantes en sus participaciones e interacción con recursos de tecnología digital, su rendimiento académico y en la evolución de su pensamiento estadístico a través de sus argumentaciones y justificaciones.

El monitoreo continuo a través de la retroalimentación oportuna a las actividades encomendadas o evaluaciones permitió conocer los recursos y metodologías activas con las que los estudiantes preferían trabajar. Estas acciones, posibilitaron hacer los ajustes necesarios al modelo, consiguiendo mejorar la propuesta e implementar los cambios en cada una de las iteraciones del enfoque metodológico de la IBD con que se fundamenta el modelo.

Retroalimentación de los estudiantes

Se recopilaron las opiniones y percepciones de los estudiantes sobre su experiencia de aprendizaje con el modelo propuesto mediado por tecnología educativa, ya sea

por medio de un podcast de reflexión, formularios de Google o de manera directa, lo que proporcionó información valiosa sobre la efectividad del modelo en términos de compromiso, comprensión y satisfacción.

Se encontró que el material didáctico, las actividades y problemas sobre la aplicación de la probabilidad y estadística en su vida profesional durante todo el semestre, les motivó a aprender la teoría, coincidiendo con Al-Matar (2015) que refiere que la motivación de los docentes a los estudiantes por la materia se debe de mantener durante todo el curso para lograr los objetivos de aprendizaje. Por otra parte, al igual que Pinzón *et al.*, (2015) notamos que cuando se integran las herramientas tecnológicas como medio de apoyo a la enseñanza de la asignatura se fomenta el interés y el compromiso. Asimismo, se mejora la motivación, la comprensión de los conceptos y las habilidades de pensamiento estadístico.

Un hallazgo inesperado fue que el modelo puede generar emociones positivas en los estudiantes, lo que les motivan a comprometerse con su aprendizaje, dicha variable no se había contemplado, ya que lo recabado en la literatura investigada únicamente se hace mención a la motivación. Además, la planeación con el diseño instruccional posibilita la inclusión de metodologías activas y recursos de tecnología pertinentes para la creación de secuencias didácticas efectivas, lo que permite establecer que el modelo es viable.

Lo anterior, corrobora lo informado por Pinzón Triana *et al.*, (2015), quienes prueban su propuesta de enseñanza elaborada con secuencias instruccionales específicas y adecuadas al nivel de los estudiantes sobre un tema específico del currículo de probabilidad cuyos resultados sobre el uso de Recursos Educativos Abiertos (REA), seleccionados por su pertinencia, permiten a los estudiantes mejorar los niveles de aprendizaje y potenciarlo. Los autores destacan también una más rápida abstracción de conocimientos e interés en el tema, al tiempo que se favorece el razonamiento estadístico, la participación activa, el trabajo colaborativo y la retroalimentación oportuna.

Al ser un modelo dinámico permite comprender mejor los temas debido a las metodologías de enseñanza activas enriquecen los conocimientos, la comprensión o mejoran el entendimiento de la teoría, los problemas o las actividades asignadas. El uso de la tecnología les permitió el acceso a más información. Los recursos fueron significativos y les ayudó a repasar y entender mejor los temas.

El modelo les pareció muy didáctico y facilitó que el aprendizaje fuera más divertido, mientras que, el uso de herramientas como Excel, Stata o Minitab les permitió reafirmar los conceptos aprendidos en clase pudiendo aplicarlos a ejemplos más complejos. Lo que coincide con lo expuesto por Garfield *et al.*, (2014) que reportan que en estudios sobre el razonamiento y el empleo al azar en secuencias de actividades metódicamente diseñadas junto con herramientas tecnológicas apropiadas, ayudan a mejorar el razonamiento y la comprensión de los estudiantes.

Análisis de resultados de actividades, exámenes y proyectos

El modelo propuesto fomentó el pensamiento estadístico en los estudiantes al mejorar las argumentaciones de sus respuestas en el análisis de la información lo que coincide con lo expuesto por Berndt *et al.*, (2021) con respecto a que la calidad del material instructivo es decisivo para la construcción del conocimiento argumentativo, el cual puede mejorar dentro de un entorno de aprendizaje electrónico basado en problemas.

En los resultados obtenidos en los exámenes se observó casi dos terceras partes mejoraron sus calificaciones en el segundo examen nadie reprobó.

Los proyectos finales fueron una evaluación auténtica en que se vio la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante el semestre, lo que permitió evaluar el desempeño de los estudiantes de forma más relevante y contextualizada. Se confirma lo encontrado por Moreira *et al.*, (2014) que refieren que el aprendizaje basado en proyectos le permite al estudiante vincular temas estadísticos entre sí o con otras áreas del conocimiento, además de que el debate entre pares genera

habilidades para la argumentación y promueve el aprendizaje. También se concuerda con Samá *et al.*, (2023) en lo referente a que las metodologías basadas en proyectos permiten a los alumnos ir más allá de los conocimientos técnicos de la estadística.

El proceso completo desde ponerse de acuerdo en el tema a investigar hasta presentar los resultados les permitió a los estudiantes ver la aplicación práctica de la asignatura lo que enriqueció la experiencia e hizo patente el uso de metodologías activas como: investigación, trabajo colaborativo y aprendizaje basado en proyectos, promoviendo así un enfoque más dinámico, participativo y efectivo en la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

Evaluación de la interacción

La interacción entre el docente y el estudiante en el contexto del modelo activo mediado por tecnología fue de facilitador del conocimiento y al utilizar de forma apropiada métodos de aprendizaje activos para desarrollar habilidades y competencias contribuye a que los estudiantes se vuelven protagonistas en la formación de su propio conocimiento, lo que les pareció una forma muy innovadora y diferente a las clases a que están acostumbrados.

Al evaluar la colaboración entre los propios estudiantes en el contexto del modelo activo se encontró que, para aumentar el compromiso de los estudiantes en el trabajo colaborativo, se debe adjuntar, además de la rúbrica de evaluación, las rúbricas de autoevaluación y coevaluación para fomentar la responsabilidad compartida en el logro de un fin común en la generación de conocimiento de manera colaborativa. Lo anterior motivo que afloraran habilidades blandas como: tolerancia, negociación asertiva, gestión adecuada del tiempo, toma de decisiones y liderazgo; habilidades que sirven para desenvolverse en la vida cotidiana y que también los prepara para el mundo laboral.

Hallazgos importantes en torno al modelo propuesto

El modelo permitió abarcar el temario en el tiempo estipulado, dando así solución a la problemática de tiempo insuficiente señalada por los docentes entrevistados. Además, al utilizar problemas contextualizados con el perfil de carrera e intereses grupales en el proyecto final y analizar datos reales, permitió reforzar lo aprendido y generar un pensamiento estadístico crítico, esto coincide con lo expuesto por Batanero (2013), que explica se debe a una mayor implicación de los estudiantes como coparticipes de su propia instrucción y al aumento de la motivación. Lo anterior confirma lo mencionado por Rodríguez *et al.*, (2010) que refiere que las nuevas generaciones de estudiantes necesitan un nuevo tipo de educación que se traduzca en un replanteamiento de contenido, forma y duración.

La investigación coincide con lo expuesto por Bolaño (2020), con respecto a que el constructivismo es el modelo pedagógico ideal para la enseñanza de las matemáticas, ya que lo importante es la forma de aplicación de las propuestas pedagógicas. En el modelo propuesto se seleccionaron las estrategias pedagógicas, los métodos y las herramientas que permiten aprendizajes significativos en los estudiantes, lo que convierte al docente en un facilitador y mediador del proceso de aprendizaje. Se requiere de la autocrítica de la práctica docente, ya que, su función es construir conocimiento a través de una práctica renovada y redefinida que resulte beneficiosa para el estudiante.

También se tiene la misma visión de Marrón *et al.*, (2023), en lo referente a que la planificación de la enseñanza desde una perspectiva constructivista es en la que el docente crea un entorno colaborativo y los estudiantes participan activamente en la construcción de su propio aprendizaje. Aunado a la incorporación de herramientas digitales y software estadístico fomentan el pensamiento crítico en la resolución de problemas.

Por esta razón, el desarrollo del curso utilizando el diseño instruccional ADDIE, permitió el diseño eficaz y la planeación de este con la selección de metodologías

activas y recursos adecuados y pertinentes para cada tema con la finalidad de alcanzar los objetivos curriculares al momento de la implementación. Esto confirma lo expuesto por Garfield *et al.*, (2014), con respecto a que las secuencias de actividades metódicamente diseñadas junto con herramientas tecnológicas apropiadas ayudan a mejorar el razonamiento y comprensión de los estudiantes sobre los datos y el azar.

Los resultados obtenidos sugieren que el modelo propuesto es viable para aplicar en otras ingenierías, solamente habría que tener un archivo con ejercicios y aplicaciones de cada una de las diferentes ingenierías para favorecer que los estudiantes vean la utilidad de la asignatura en su futura vida profesional, e incluso para el análisis de información perteneciente a otras asignaturas o incluso su tesis profesional.

Limitaciones

La muestra fue por conveniencia y el modelo se implementó en un grupo de primer semestre de ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro, por lo que si se quiere replicar en otros programas de ingeniería sería necesario programar actividades y aplicaciones relacionadas a la ingeniería en la que se pretende implementar para que el modelo funcione con éxito. También debería considerarse ampliar o actualizar los problemas cada ciclo escolar para evitar que generaciones anteriores compartan las soluciones a los problemas asignados.

8 CONCLUSIONES

En la investigación se observan resultados favorables para el cumplimiento del objetivo general de medir el efecto de la enseñanza de estadística inferencial al usar el modelo propuesto en el aprendizaje de estudiantes de ingeniería, que reafirman la hipótesis que su uso conlleva factores que mejoran el aprendizaje disciplinar en los estudiantes de ingeniería. En seguida, se muestran las conclusiones de la investigación.

La propuesta del modelo desde el orden de los temas en el programa curricular, su fundamentación teórica con la IBD, estructuración y desarrollo con el diseño instruccional ADDIE enfocada al logro de los objetivos de cada tema, permitió una implementación exitosa e innovadora con la que los estudiantes pudieron visualizar la aplicación de los conocimientos adquiridos en su vida profesional lo que les motivó en su participación y compromiso con la materia, generándoles emociones positivas y permitió consolidar los conceptos vistos en las clases teóricas.

Dado que el modelo hace uso de metodologías de enseñanza activas repercutió directamente en la selección, diseño y creación de materiales para el curso, con los cuales se busca reforzar el contenido y facilitar el aprendizaje; mientras que mediarlo con tecnología, propicio un mayor involucramiento de los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje, desarrollo de habilidades, metacognición y fomenta su autonomía.

Los videos tutoriales sobre el uso de programas estadísticos como Minitab, Excel y Stata apoyados de la metodología de aula invertida, fueron punto clave que permitió a los estudiantes aprender el manejo de dichos softwares estadísticos al tiempo que se les enseñaba a interpretar los resultados importantes que se obtienen al utilizar estos programas y la forma de argumentar y/o justificar los resultados obtenidos, aspecto importante para la toma de decisiones.

El modelo propuesto permite que el estudiante adquiriera un pensamiento estadístico e incremente sus habilidades de argumentar y/o justificar sus resultados

sustentados en la evidencia de la información, con aplicaciones e información alineada a su perfil profesional que le motiven a aprender los conceptos que le permitirán hacer una transferencia de los aprendizajes a su vida profesional incidiendo en la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.

Futuras líneas de investigación

Aplicar la propuesta a otras ingenierías para ajustar el modelo de enseñanza, adecuando y generando un repositorio de actividades, bases de datos, problemas y proyectos en función del perfil de cada ingeniería, lo que podría sugerir direcciones futuras de investigación, tanto para esta materia inicial, como para cursos avanzados de la misma con aplicaciones más específicas relacionadas con su área laboral que permitan continuidad o acoplamiento que posibiliten la transferencia de saberes.

Agregar al modelo propuesto la IA como herramienta de apoyo para encontrar problemas que tengan aplicaciones reales a la ingeniería en que sea impartido el curso y permita una retroalimentación instantánea de las actividades encomendadas.

Se detectó que es necesario analizar el tema de la enseñanza estadística en entornos totalmente virtuales, dado que es una línea de investigación que empezó en 2017, aún se requiere desarrollar a nivel pedagógico, tecnológico y sobre todo evaluar los aspectos emocionales en la enseñanza

Se concluye que los resultados y el cumplimiento de los objetivos permiten establecer que el uso de tecnología educativa en los aprendizajes de la estadística inferencial en estudiantes de ingeniería mejora su aprendizaje disciplinar.

REFERENCIAS

- Aguilar Juárez, I., Ayala de la Vega, J, Lugo Espinosa, O y Zarco Hidalgo, A. (2014). Análisis de criterios de evaluación para la calidad de los materiales didácticos digitales. *Revista Iberoamericana de la Ciencia Tecnología y Sociedad CTS*,9(25), 73-89. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92429919005>
- Albert Huerta, J. A., Ruiz Hernández, B., Álvarez Alfonso, I., y Hugues Galindo, E. (2014). Educación estadística en Latinoamérica: sobre el pensamiento inferencial. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 262–269.
- Albert, J. A., Ruiz, B., Inzunza, S., Hernández, S. y López, J. (2016). Hacia la innovación en educación estadística. <https://bit.ly/3szsoNp>
- Al-Matar, N. (2015). Advancing Statistical Education using Technology and Mobile Devices. *IOSR Journal of Mobile Computing y Application*, 2(1), 18–26. <https://doi.org/10.9790/0050-0211826>
- Araya-Pizarro, S. C., y Espinoza Pastén, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1). <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Ballina Rios, F. (2004). Paradigmas y perspectivas teórico- metodológicas en el estudio de la administración. *Ciencia Administrativa*, 2, 1-13. <http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/paradigmas2004-2.pdf>
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico. Componentes y desarrollo. I Jornada Virtual de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y la Combinatoria. Granada
- Batanero, C. y Godino, J. (2001). Análisis de datos y su didáctica. Material Digital <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Apuntes.pdf>
- Behar Gutiérrez, R., y Grima Cintas, P. (2004). La estadística en la educación superior ¿formamos pensamiento estadístico? *Ingeniería y Creatividad*, 5(2), 84–90.
- Belloch, C. (2017). Diseño Instruccional. *Unidad de Tecnología Educativa de la Universidad de Valencia*, 1-15.
- Berndt, M., Schmidt, F. M., Sailer, M., Fischer, F., Fischer, M. R., y Zottmann, J. M. (2021). Investigating statistical literacy and scientific reasoning & argumentation in medical-, social sciences-, and economics students. *Learning and Individual Differences*, 86, 1–9.

- Bolaño Muñoz, O. E. (2020). El constructivismo: Modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *educare*, 24(3), 488-502.
- Carrión, V. L. R., Pérez, R. C., Flores, S. G., Zavala, E. Z., García, J. E., y Chihuan, G. P. (2022). El Podcast: un recurso virtual para el aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 46, 21-33. <https://doi.org/10.17013/risti.46.21-33>
- Cepeda Romero, O., Gallardo Fernández, I. M., y Rodríguez Rodríguez, J. (2017). La evaluación de los materiales didácticos digitales. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 16(2), 79-95. <https://doi.org/10.17398/1695-288x.16.2.79>
- Chavarria Ortiz, V. H., Marín Gaviria, M. del P., y Soto Gil, A. M. (2005). La enseñanza de la Estadística Inferencial. Un estudio de caso en la Pontificia Universidad Javeriana Cali. *Pensamiento Psicológico*, 1(5), 37–56. <https://doi.org/10.11144/19>
- Chaves Esquivel, E. (2016). La enseñanza de la Estadística y la Probabilidad, más allá de procedimientos y técnicas. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 0(15), 21–31.
- Cuéstara Hernández, Y., Salcedo Estrada, I. M., y Hernández Díaz, M. (2016). La Enseñanza de la Estadística: Antecedentes y Actualidad en el Contexto Internacional y Nacional. *Atenas*, 3(35), 1–12.
- Cuevas Acosta, J. H. (2012). Panorama actual de los estándares educativos en estocástica. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 12(2), 1–12. <https://doi.org/10.18845/rdmei.v12i2.1672>
- Cuevas, H. y Solís, C. (2018). Reproducibilidad de la investigación y educación estadística con R Markdown. *Revista de Pedagogía*, 39(105), 57–81. <https://bit.ly/3wrylrH>
- Cuevas, H., Solís Moreira, C., y Silva Contreras, I. (2019). Programación computacional y análisis de datos en educación estadística. *Areté: Revista Digital Del Doctorado En Educación de La Universidad Central de Venezuela*, 5(9), 11–27.
- De Benito Crosetti, B., y Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 0, 44–59. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- Díaz Levicoy, D. A., y Sánchez Sánchez, J. C. (s.f.). Aplicando estadística en problemas actuales. *Funes*, 37–48.

- Duarte, A. (2000). Innovación y nuevas tecnologías: implicaciones para un cambio educativo. *XXI: Revista de Educación*, 2(0), 129-145.
- Escobar-Pérez, J., y Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una Aproximación a su utilización. *Avances En Medición*, 6, 27–36.
- Escudero, A. (2018). Principios de Investigación Basada en Diseño para la creación de un modelo de educación virtual. *Congreso Internacional Educativo Interdisciplinario 2018. Afrontar los retos de la educación en el Siglo XXI-2., March*, 217–232.
- Esquivel Gámez, I. (2014). *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (W. Martínez Olvera y L. García Utrera (eds.)). https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos__revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf
- Esteve Mon, F. M., Cela-Ranilla, J. M., y De Benito Crosetti, B. (2019). DBR: una estrategia metodológica para investigar en tecnología educativa. En *¿Cómo abordar la educación del futuro? Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente* (pp. 79-92). Octaedro.
- Estrella, S., Olfos, R., y Mena-lorca, A. (2015). El conocimiento pedagógico del contenido de estadística en profesores de primaria. *Educ. Pesqui.*, 41(02), 477–493. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022015041858>
- Fernández Mena, A. L., Rodríguez Fernández, L., Rodríguez Fernández, M. A., Rodríguez Magaña, M. A., y Tamayo Uribe, R. E. (2023). Implementacion de R Project aplicado a la enseñanza de la estadística en la Educacion Superior. *IPSUMTEC6*, 6(5), 1-8. <https://doi.org/10.61117/ipsuhtec.v6i5.237>
- Fernández Morales, A. (2017). Enrichiendo la experiencia del aprendizaje de Estadística con animaciones interactivas D3.js: Aplicaciones para seguros de las cadenas de Markov. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 7, 25–37.
- Ferrari, C. N., y Corica, A. R. (2017). Concepciones sobre la estadística, su enseñanza y aprendizaje: un estudio exploratorio con estudiantes para profesor en matemática. *Ikastorratza, e-Revista de Didáctica*, 19, 62–90.
- Fuentealba J. R., y Russell, T. (2023). Encouraging reflective practice in the teacher education practicum: A dean's early efforts. *In Frontiers in Educ.* 8, 1-8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1040104>
- Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., y Edel Navarro, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura*, 9(2), 42–53. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.993>

- Garfield. (2005). Evolution of students, understanding of statistical association in a computer based teaching environment. Material digital. Universidad de Granada.
- Garfield, J. B. y Ben-Zvi, D. (2008). Developing Students' Statistical Reasoning. En *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*. Springer.
- Garfield, J. y Ben-zvi, D. (2014). How Students Learn Statistics Revisited : A Current Review of Research on Teaching and Learning Statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372–396. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x>
- Gaytan-Reyna, K. L., Romero-Reyna, J. R., Zevallos-Loyaga, M. E., y Duarn-Llano, K. L. (2023). Enseñanza de la estadística en modalidad virtual: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, VIII(2), 307-330. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2878>
- Gnaur, D., y Huttel, H. (2016). *Podcasting for Teaching and Learning in Higher Education*. (1a ed. – Open Access) Aalborg Universitetsforlag. Higher Education Practices Series No. 2 https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/252862026/Podcasting_online.pdf
- Gnawali, L. (2008). Teacher Development through Reflective Practice. *Journal of Education and Research*, 1(1), 69-71. <https://doi.org/10.3126/jer.v1i0.7953>
- Guisasola Aranzabal, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(1), 1–18. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Herrera-Rodríguez, J. I. (2018). Las prácticas investigativas contemporáneas. Los retos de sus nuevos planteamientos epistemológicos. *Revista Científica*, 3(7), 6–15. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.7.0.6-15>
- Huberman, A. M. (1973). Cómo se realizan los cambios en la educación: una contribución al estudio de la innovación. En *Unesco. Experiencias e Innovaciones en Educación*.
- Inzunza, S. (2016). Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educación Matemática*, 28(3), 61–89.
- Inzunza, S. y Anguiano, E. I. (2019). Diseño y Evaluación de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje para Intervalos de Confianza basada en Simulación y Datos Reales. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(63), 1–26. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a01>

- Kazak, S., Fujita, T. y Wegerif, R. (2016). students' informal inference about the binomial distribution of "bunny hops": a dialogic perspective. *statistics education research journal*, 15(2), 46–61. <https://bit.ly/3PqAT7m>
- Kazak, S., y Pratt, D. (2017). Pre-service mathematics teachers' use of probability models in making informal inferences about a chance game. *Statistics Education Research Journal*, 16(2), 287–304.
- Ketonen, L., y Nieminen, J. H. (2023). Supporting student teachers' reflection through assessment: The case of reflective podcasts. *Teaching and Teacher Education*, 124(January), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104039>
- Lino González, M., y Chaparro Sánchez, R. (2022). Revisión sistemática del uso de tecnología para la enseñanza-aprendizaje de la estadística. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 175-199. <https://doi.org/10.6018/riite.501531>
- Lino González, M., Chaparro Sánchez, R., y Escudero-Nahón, A. (2022). Metodologías didácticas en la enseñanza de la estadística: Cartografía Conceptual. *Transdigital*, 141–155. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb7>
- Lino González, M., Chaparro Sánchez, R., y Rodríguez Morales, J. A. (2025a). *Modelo de enseñanza de estadística en ingeniería aplicando tecnología educativa*. Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb57>
- Lino González, M., Chaparro Sánchez, R., y Rodríguez Morales, J. A. (2025b). Podcast reflexivo de aprendizaje de probabilidad al usar metodologías activas y tecnología educativa en ingeniería
- Lino González, M., Ruiz Velasco-Acosta, S., y Chaparro Sánchez, R. (2025). *El biplot y conglomerados metodos gráficos para la validación de expertos*.
- López-Martín, M. del M., Batanero, C., y Gea Serrano, M. M. (2018). ¿Conocen los futuros profesores los errores de sus estudiantes en la inferencia estadística? *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 32(60), 134–155.
- Marrón, B., Camina, R., y San Román, V. (2023). Las planillas de cálculo: una herramienta didáctica para el análisis estadístico en la composición de una población. *Ensino em Re-Vista*, 30, e046. <https://doi.org/10.14393/er-v30a2023-46>
- Martínez Valcárcel, N. (2004). Los modelos de enseñanza y la práctica de aula. *Estudios Pedagógicos. Universidad de Murcia, España*, 1–19.

- Mendenhall, W., Beaver, E.J., y Beaver, B.M. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*. (13a ed.). CENGAGE Learning.
- Mickelsson, J., Nyström, A., Wendelin, C., y Majors, J. (2023). Professional past , present , and future : Digital platform designs for reflecting on professional competence. *Digital Culture & Education*, 14(4), 70-91. <https://www.digitalcultureandeducation.com/volume-14-4>
- Moreira da Silva, M. P., y Samá Pinto, S. (2014). Teaching Statistics through Learning Projects. *Statistics Education Research Journal*, 13(2), 177–186.
- Palacios Gelves, L. Y. (2024). Diseño de un modelo basado en las metodologías activas para el fortalecimiento de la enseñanza-aprendizaje de la estadística de los estudiantes de básica secundaria de cúcuta, norte de Santander. *Brazilian Journal of Business*, 6(3), 1-8. <https://doi.org/10.34140/bjbv6n3-048>
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J., y García-Cueto, E. (2014). Evidencias sobre la validez de contenido: Avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3–20.
- Pinzón Triana, Y. P., Poveda Segura, O., y Pérez Hernández, A. (2015). Un estudio sobre el desarrollo del pensamiento aleatorio usando recursos educativos abiertos. *Revista de Innovación Educativa*, 7(1), 1–13.
- Rivas Navarro, M. (2000). Innovación Educativa: Teoría, procesos y estrategias. En Síntesis (Ed.), *Investigación educativa en el contexto ecuatoriano: los avances de la sociedad 5.0*. <https://doi.org/10.2307/jj.8500791.16>
- Riyanti, D. (2021). Teacher professional development through reflective teaching. *Journal of English Teaching and Research*, 6(2), 101-110. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/inggris/article/view/16526/2373>
- Rocha Salamanca, P. (2013). La educación estadística en la formación de ingenieros. *Revista Científica*, 17(1), 33–45. <https://doi.org/10.14483/23448350.4563>
- Rocha Salamanca, P., Gallego Torres, A. P., y Montenegro Marín, C. E. (2016). Modelo de evaluación para los espacios de formación en estadística en ingeniería. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(1), 59–66.
- Rodríguez, N., Montañez, E. G., y Rojas, I. (2010). Dificultades en contenidos de Estadística Inferencial en alumnos universitarios. Estudio Preliminar. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación En Ciencias y Tecnología*, 2(1), 57–73.

- Samá, S., Amorim, M. É., y Batanero, C. (2023). Idoneidad didáctica en la formación de profesores: análisis de la enseñanza de la estadística con proyectos. *Enseño em Re-Vista*, 30, 1-26. <http://doi.org/10.14393/ER-v30a2023-29>
- Schuster, A., Puente, M., Andrada, O., y Maiza, M. (2013). La metodología cualitativa, herramienta para investigar los fenómenos que ocurren en el aula. La investigación educativa. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 4(2), 109-139. <http://www.exactas.unca.edu.ar/riecyt/VOL 4 NUM 2/TEXTO 7.pdf>
- Schunk, D. H. (2012). Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa. In 2012 (6a ed.). Pearson Education.
- Tarazona Suárez, J. E. (2012). Generalidades del diseño instruccional. *Inventum*, 12, 37-41. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.7.12.2012.37-41>
- UAQ. (2017). El Modelo Educativo Universitario de la Universidad Autónoma de Querétaro. *Universidad Autónoma de Querétaro*, 12.
- Zorrilla-Abascal, M.L., Farías-Gaytán, S.C., y Vicario-Solórzano, C.M. (Coords.). (2023). Guía de indicadores de calidad de recursos educativos digitales Gic-red. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

ANEXOS

Anexo 1. Plantilla de validación para la entrevista semiestructurada

El siguiente ejercicio pretende recoger la opinión de expertos en el desarrollo del siguiente instrumento, consta de siete columnas: La primera columna indica la dimensión a la que corresponde cada pregunta. La segunda muestra el texto como se presentará a los entrevistados. La tercera columna hasta la sexta señala los criterios de evaluación del instrumento, los cuales se describirán más adelante. Finalmente, en la séptima columna se podrán realizar observaciones en general.

El instrumento será aplicado a docentes que impartan la asignatura de probabilidad y estadística en la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Los criterios de evaluación establecidos son cuatro: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. Cada uno de estos criterios están conformados por unos indicadores numerados del 1 al 4, los cuales se definen a continuación:

Suficiencia

1. Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
2. Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden a la dimensión total
3. Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente
4. Los ítems son suficientes

Claridad

1. El ítem no es claro
2. El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas
3. Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem
4. El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada

Coherencia

1. El ítem no tiene relación lógica con la dimensión
2. El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión
3. El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo
4. El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo

Relevancia

1. El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
2. El ítem tiene relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este
3. El ítem es relativamente importante
4. El ítem es muy relevante y debe ser incluido

Dimensión	Pregunta	Suficiencia				Claridad				Coherencia				Relevancia				Observaciones
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Aspectos curriculares	1. ¿Considera que la ubicación de la materia en la rejilla curricular es adecuada y permite lograr las aportaciones a la formación profesional de los alumnos u objetivos de la carrera, por qué?																	

[illegible]

[illegible]

Anexo 2. Cuestionario Estudiantes

Fecha

Estimado estudiante

Te invitamos a responder el siguiente cuestionario con fines investigativos; las respuestas que proporciones son anónimas y no impactarán de ninguna manera en tu desempeño académico.

El propósito es conocer tu opinión al respecto del uso de la tecnología en la materia de **probabilidad y estadística**, que ya cursaste. Con los resultados obtenidos se hará la planeación y diseño de materiales didácticos usando herramientas tecnológicas que sirvan de apoyo en la enseñanza-aprendizaje de dicha asignatura y refuercen los temas y conceptos vistos en clase. El éxito de la investigación dependerá de la veracidad con la que contestes, pues permitirá hacer una propuesta más adecuada y lograr los objetivos pretendidos.

¡Muchas gracias por participar!

Información general

Edad: ##

Género: F= FEMENINO M= MASCULINO Prefiero no decirlo

¿Llevaste Probabilidad y/o estadística en la preparatoria? Si No No recuerdo

Carrera: [1-7]

- | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1. Automatización | 2. Civil | 3. Industrial y de Manufactura |
| 4. Mecánica Automotriz | 5. Electromecánica | 6. Nanotecnología |
| 7. Biomédica | | |

¿En qué modalidad se dio el curso de probabilidad y estadística?

- | | | |
|---------------|------------|------------|
| 1. Presencial | 2. Virtual | 3. Híbrida |
|---------------|------------|------------|

Semestre actual: [1-9]

Instrucciones

El cuestionario se basa en la escala tipo Likert de 5 respuestas en las que:

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Nunca	casi nunca	0 veces	casi siempre	Siempre

Selección de casilla correspondiente a su respuesta a cada una de las preguntas:

Uso de tecnología	Pregunta	Calificación				
		1	2	3	4	5
	En la licenciatura que cursas actualmente:					
	1. ¿El profesor de probabilidad y estadística de la clase teórica ocupó alguna herramienta o recurso tecnológico para explicar algún tema o concepto estadístico?					
	2. ¿Qué recursos o herramientas tecnológicas utilizó el profesor de la clase teórica?	Marcar todas las opciones que apliquen				

	☐ Material de su autoría: documentos en línea, diapositivas, videos, podcast, etc. ☐ Actividades de la plataforma Institucional virtual UAQ ☐ Recursos Educativos Abiertos que adecuó a las necesidades de la clase ☐ Videos de YouTube ☐ Conferencias TED ☐ Blogs ☐ Artículos científicos ☐ Textos académicos en línea ☐ Libros disponibles en línea ☐ Información disponible en Internet ☐ Paint ☐ Pizarras virtuales ☐ Ninguna ☐ Otra						
	3. ¿Fue útil usar tecnología en la clase?						
	4. ¿Comprendes mejor y más fácilmente los conceptos, contenidos y aplicaciones de la materia al utilizar tecnología y/o software?						
	5. ¿Cuál software de enseñanza o de procesamiento de datos aprendiste a utilizar en la clase de laboratorio? ☐ EXCEL ☐ MINITAB ☐ SPSS ☐ R ☐ R Studio ☐ Fathom ☐ Tinkerplots ☐ ninguno ☐ Otra	<i>Marcar todas las opciones que apliquen</i>					
Disciplinar	6. ¿Aprendiste los conceptos y pudiste aplicarlos al resolver las actividades o problemas de probabilidad y estadística propuestos?						
	7. ¿Consideras que los conceptos y temas que se abordan en la materia son complejos?						
	8. Las actividades o tareas asignadas fueron: ☐ Resolución de problemas del libro (u otros documentos) ☐ Proyectos individuales ☐ Proyectos grupales ☐ Investigar y exponer temas al grupo ☐ Otra	<i>Marcar todas las opciones que apliquen</i>					
	9. ¿Los ejemplos de clase te sirvieron y aplicaron la estadística para resolver problemas en diferentes campos de la ingeniería/ (o biomedicina)?						
	10. ¿sabes interpretar los resultados que se obtienen al resolver un problema estadístico para tomar decisiones a partir de ellos?						

	11. ¿Consideras que estudiar probabilidad y estadística te va ser de utilidad en tu carrera profesional y personal?					
	12. ¿Los temas vistos en la clase teórica se retomaban posteriormente en la clase de laboratorio para su ejecución práctica?					
Objetivos enseñanza	13. Probabilidad y estadística la cursas en primer semestre ¿Consideras que sería mejor te la dieran en los últimos semestres?					
	14. ¿El uso de la tecnología sirvió para reforzar o ampliar los conocimientos del tema visto en la clase teórica?					
	15. ¿El uso de simulaciones y visualización de la información te permite comprender mejor los conceptos?					
	16. Al analizar información ¿Sabes que estadístico te podría servir para analizarla y que supuestos se deben de cumplir para poder aplicarla?					
	17. ¿Consideras que se cumplieron los objetivos de enseñanza-aprendizaje del curso?					
Oportunidades de mejora	18. ¿El maestro sabe usar las herramientas pero no explica los conceptos?					
	19. El maestro sabe los conceptos pero no emplea herramientas					
	20. ¿consideras que el tiempo asignado a la teoría y la práctica es adecuado y suficiente para completar las unidades temáticas?					
	21. ¿Crees que 1 semestre es suficiente para abarcar los temas del curso?					
	22. ¿Si tienes dudas en la materia solicitas asesoría?					
	23. ¿Tienes acceso a recursos tecnológicos que se requieren en la materia?					
	24. ¿Cuántas horas extra clase le dedicas a la materia a la semana? () 0 horas () 1 hora () 2 horas () 3 horas >3 horas () solo cuando tengo trabajo o examen () otra	Marcar 1 sola opción				
	25. ¿Has puesto en práctica en tu vida diaria y/o académica algo de lo que aprendiste en la materia?					

Anexo 3. Alfa de Cronbach del cuestionario aplicado

Alpha p1 p3 p4 p6 p7 p9 p10 p11 p12 p13 p14 p15 p16 p17 p18 p19 p20 p21 p22 p23 p25

Test scale = mean(unstandardized items)
Reversed items: p18 p19 p21

Average interitem covariance: .3087662
Number of items in the scale: 21
Scale reliability coefficient: 0.8416

Alpha p1 p3 p4 p6 p7 p9 p10 p11 p12 p13 p14 p15 p16 p17 p18 p19 p20 p21 p22 p23 p25, asis
detail item label

Test scale = mean(unstandardized items)

Item	Obs	Sign	item-test		interitem	alpha	Label
			corr.	corr.			
p1	91	+	0.6943	0.6276	.2133912	0.7655	P1
p3	91	+	0.6588	0.5841	.215213	0.7680	P3
p4	91	+	0.6147	0.5366	.2199422	0.7716	P4
p6	91	+	0.6796	0.6168	.2175162	0.7677	P6
p7	91	+	0.1864	0.0994	.2529433	0.7954	P7
p9	91	+	0.5971	0.5148	.2207127	0.7728	P9
p10	91	+	0.6691	0.6068	.2192455	0.7688	P10
p11	91	+	0.5266	0.4480	.2294563	0.7779	P11
p12	91	+	0.4822	0.3812	.2288895	0.7813	P12
p13	91	+	0.2789	0.1627	.2457818	0.7953	P13
p14	91	+	0.6070	0.5383	.2242793	0.7730	P14
p15	91	+	0.4843	0.4028	.2326502	0.7805	P15
p16	91	+	0.6232	0.5600	.2245383	0.7725	P16
p17	91	+	0.6642	0.5989	.2185219	0.7687	P17
p18	91	+	-0.0699	-0.1853	.2741694	0.8155	P18
p19	91	+	-0.0695	-0.1822	.2735499	0.8146	P19
p20	91	+	0.4556	0.3707	.2344091	0.7822	P20
p21	91	+	0.0932	-0.0377	.262273	0.8099	P21
p22	91	+	0.2509	0.1568	.2486376	0.7934	P22
p23	91	+	0.3714	0.2963	.2424034	0.7863	P23
p25	91	+	0.5897	0.5037	.2204871	0.7733	P25
Test scale					.2342386	0.7916	mean(unstandardized items)

. alpha p1 p3 p4 (uso de tecnología)
Test scale = mean(unstandardized items)
Average interitem covariance: 1.013553
Number of items in the scale: 3
Scale reliability coefficient: 0.8106

. alpha p6 p7 p9 p10 p11 p12 (disciplinar)
Test scale = mean(unstandardized items)
Average interitem covariance: .4047049
Number of items in the scale: 6
Scale reliability coefficient: 0.6967

. alpha p13 p14 p15 p16 p17 (objetivos de enseñanza)
Test scale = mean(unstandardized items)
Average interitem covariance: .3073016
Number of items in the scale: 5
Scale reliability coefficient: 0.5809

. alpha p18 p19 p20 p21 p22 p23 p25 (oportunidades de mejora)
Test scale = mean(unstandardized items)
Reversed items: p20 p21 p23 p25
Average interitem covariance: .1122275
Number of items in the scale: 7
Scale reliability coefficient: 0.3480

Anexo 4. SEM del cuestionario a estudiantes

Measurement: p1 p3 p4 p6 p7 p9 p10 p11 p12 p13 p14 p15 p16 p17 p18 p19 p20 p21 p22 p23 p25

Exogenous variables

Latent: uso tech disciplina obEnseña OpMejora

Fitting target model:

```
Iteration 0: log likelihood = -2899.2486 (not concave)
Iteration 1: log likelihood = -2877.363 (not concave)
Iteration 2: log likelihood = -2869.3621 (not concave)
Iteration 3: log likelihood = -2862.6965 (not concave)
Iteration 4: log likelihood = -2860.5199
Iteration 5: log likelihood = -2858.65
Iteration 6: log likelihood = -2857.0803
Iteration 7: log likelihood = -2856.6885
Iteration 8: log likelihood = -2856.6576
Iteration 9: log likelihood = -2856.6566
Iteration 10: log likelihood = -2856.6565
```

Structural equation model Number of obs = 91

Estimation method = ml

```
Log likelihood      = -2856.6565
```

```
( 1) [p3]uso_tech = 1
( 2) [p9]disciplina = 1
( 3) [p16]obEnseña = 1
( 4) [p19]OpMejora = 1
```

		OIM					
		Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Measurement							
p1 <-							
	uso_tech	.9041572	.1402634	6.45	0.000	.6292459	1.179068
	_cons	3.252747	.1360095	23.92	0.000	2.986174	3.519321
p3 <-							
	uso_tech	1	(constrained)				
	_cons	3.67033	.1399147	26.23	0.000	3.396102	3.944557
p4 <-							
	uso_tech	.8168412	.1238885	6.59	0.000	.5740243	1.059658
	_cons	3.582418	.1346465	26.61	0.000	3.318515	3.84632
p6 <-							
	disciplina	1.113161	.1893635	5.88	0.000	.7420158	1.484307
	_cons	3.362637	.1248271	26.94	0.000	3.117981	3.607294
* p7 <-							
	disciplina	.068804	.1355652	0.51	0.612	-.1968989	.3345069
	_cons	3.065934	.105176	29.15	0.000	2.859793	3.272075
p9 <-							
	disciplina	1	(constrained)				
	_cons	2.923077	.1374556	21.27	0.000	2.653669	3.192485
p10 <-							
	disciplina	.9778488	.1762443	5.55	0.000	.6324163	1.323281
	_cons	3.21978	.1211806	26.57	0.000	2.982271	3.45729
p11 <-							
	disciplina	.6475506	.1652075	3.92	0.000	.3237498	.9713515
	_cons	3.967033	.1198261	33.11	0.000	3.732178	4.201888
p12 <-							
	disciplina	.9901777	.2026716	4.89	0.000	.5929487	1.387407
	_cons	3.043956	.1440458	21.13	0.000	2.761631	3.326281
* p13 <-							
	obEnseña	.173554	.232321	0.75	0.455	-.2817867	.6288948
	_cons	2.758242	.143566	19.21	0.000	2.476858	3.039626
p14 <-							
	obEnseña	.9130815	.2131121	4.28	0.000	.4953895	1.330774
	_cons	3.604396	.1182319	30.49	0.000	3.372665	3.836126
p15 <-							
	obEnseña	.7020854	.2194688	3.20	0.001	.2719345	1.132236
	_cons	3.879121	.118187	32.82	0.000	3.647479	4.110763

```

p16 <-
      obEnseña |
      _cons | 1 (constrained)
              3.175824 .112704 28.18 0.000 2.954928 3.39672
-----
p17 <-
      obEnseña |
      _cons | 1.386092 .229728 6.03 0.000 .9358337 1.836351
              3.153846 .1252198 25.19 0.000 2.90842 3.399272
-----
p18 <-
      OpMejora |
      _cons | 1.324742 .6514815 2.03 0.042 .047862 2.601623
              2.901099 .1407751 20.61 0.000 2.625185 3.177013
-----
p19 <-
      OpMejora |
      _cons | 1 (constrained)
              2.659341 .1374458 19.35 0.000 2.389952 2.92873
-----
p20 <-
      OpMejora |
      _cons | -1.140744 .5597145 -2.04 0.042 -2.237765 -.043724
              3.428571 .1195156 28.69 0.000 3.194325 3.662818
-----
* p21 <-
      OpMejora |
      _cons | .0733458 .519321 0.14 0.888 -.9445047 1.091196
              3.010989 .1557919 19.33 0.000 2.705643 3.316335
-----
* p22 <-
      OpMejora |
      _cons | -.3774127 .3897776 -0.97 0.333 -1.141363 .3865374
              3.10989 .1157248 26.87 0.000 2.883074 3.336707
-----
* p23 <-
      OpMejora |
      _cons | -.8163118 .4286602 -1.90 0.057 -1.65647 .0238468
              3.934066 .0992694 39.63 0.000 3.739502 4.12863
-----
p25 <-
      OpMejora |
      _cons | -1.920308 .8541784 -2.25 0.025 -3.594467 -.2461496
              3.065934 .1414146 21.68 0.000 2.788766 3.343102
-----
var(e.p1) | .6890611 .1577452 .4399406 1.079248
var(e.p3) | .5651459 .161206 .3231158 .9884687
var(e.p4) | .8382618 .1527354 .586525 1.198044
var(e.p6) | .5955837 .1074587 .4181807 .8482455
var(e.p7) | 1.0035 .1488153 .7503905 1.341984
var(e.p9) | 1.055696 .1686223 .7719336 1.44377
var(e.p10) | .7017272 .1155067 .5082268 .9689002
var(e.p11) | 1.028318 .1574649 .7617002 1.38826
var(e.p12) | 1.23749 .194906 .9088173 1.685027
var(e.p13) | 1.862344 .2763499 1.392361 2.490969
var(e.p14) | .9046471 .1436618 .6626814 1.234962
var(e.p15) | 1.05387 .162037 .7796704 1.424501
var(e.p16) | .7151968 .1255792 .5069507 1.008987
var(e.p17) | .5801804 .1166574 .3912112 .8604288
var(e.p18) | 1.597205 .2404279 1.189129 2.145321
var(e.p19) | 1.601616 .2409278 1.192653 2.150815
var(e.p20) | 1.146944 .1799859 .8432694 1.559978
var(e.p21) | 2.208038 .3273676 1.651224 2.952618
var(e.p22) | 1.201957 .1784172 .8985402 1.607831
var(e.p23) | .8184557 .1269685 .6038746 1.109286
var(e.p25) | 1.386548 .2237049 1.010654 1.902249
var(uso_tech) | 1.216281 .2858235 .7673676 1.927812
var(disciplina) | .6636607 .2107507 .356156 1.236664
var(obEnseña) | .4407022 .1505033 .2256593 .8606711
var(OpMejora) | .1174966 .10121 .0217176 .6356809
-----
cov(uso_tech,disciplina) | .6397663 .1622509 3.94 0.000 .3217603 .9577723
cov(uso_tech,obEnseña) | .5297967 .1321862 4.01 0.000 .2707165 .788877
cov(uso_tech,OpMejora) | -.3427852 .1493466 -2.30 0.022 -.6354992 -.0500713
cov(disciplina,obEnseña) | .5873123 .1463264 4.01 0.000 .3005178 .8741067
cov(disciplina,OpMejora) | -.2829792 .1272065 -2.22 0.026 -.5322993 -.033659
cov(obEnseña,OpMejora) | -.241449 .1068719 -2.26 0.024 -.4509141 -.0319839
-----
LR test of model vs. saturated: chi2(183) = 355.97 Prob > chi2 = 0.0000

```

Anexo 5. Análisis de los coeficientes de los factores

LOADINGS ORIGINALES: Factor loadings (pattern matrix) and unique variances						rotate, varimax (orthogonal) factor loadings (pattern matrix) and unique variances					
Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Uniqueness	Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Uniqueness
p1	0.7075	0.2254	-0.0303	0.0360	0.4464	p1	0.3597	0.6247	-0.1065	0.1504	0.4464
p3	0.7069	0.4320	-0.0518	0.1537	0.2873	p3	0.1956	0.7971	-0.1041	0.1679	0.2873
p4	0.5670	0.3526	0.1536	0.2728	0.4561	p4	0.1373	0.7173	0.1020	-0.0054	0.4561
p6	0.7672	-0.0969	-0.1434	-0.0077	0.3813	p6	0.5849	0.4516	-0.2683	0.0267	0.3813
p7	0.0683	0.1471	0.0677	-0.0210	0.9687	p7	-0.0174	0.1259	0.0770	0.0961	0.9687
p9	0.5926	-0.2876	0.0632	-0.1968	0.5234	p9	0.6708	0.1459	-0.0581	0.0452	0.5234
p10	0.6669	-0.2787	0.1883	-0.0315	0.4411	p10	0.6852	0.2799	0.0474	-0.0936	0.4411
p11	0.5249	0.2712	0.1655	-0.2987	0.5343	p11	0.3496	0.3874	0.1328	0.4192	0.5343
p12	0.5183	-0.3357	-0.1910	-0.2009	0.5418	p12	0.6017	0.0554	-0.3021	0.0421	0.5418
p13	0.1742	0.4388	0.0991	-0.3481	0.6461	p13	0.0051	0.2246	0.1454	0.5313	0.6461
p14	0.6354	0.1127	-0.0340	0.2201	0.5340	p14	0.3106	0.5915	-0.1224	-0.0687	0.5340
p15	0.5031	0.3604	-0.1715	0.0718	0.5824	p15	0.0972	0.5763	-0.1970	0.1929	0.5824
p16	0.5930	-0.3734	0.2529	-0.1763	0.4138	p16	0.7476	0.1126	0.1148	-0.0375	0.4138
p17	0.7303	-0.3776	-0.0493	-0.1106	0.3094	p17	0.7730	0.2198	-0.2048	-0.0535	0.3094
p18	-0.3419	0.1795	0.4998	-0.1595	0.5756	p18	-0.2077	-0.1760	0.5715	0.1539	0.5756
p19	-0.2932	0.0545	0.5533	0.0174	0.6046	p19	-0.1503	-0.1357	0.5920	-0.0625	0.6046
p20	0.3819	-0.1982	0.2211	0.1351	0.7477	p20	0.3831	0.2103	0.1262	-0.2129	0.7477
p21	-0.0204	-0.5613	0.1640	0.3604	0.5278	p21	0.2190	-0.1766	0.0717	-0.6228	0.5278
p22	0.1086	0.0498	0.2939	0.2095	0.8555	p22	0.0303	0.2076	0.2692	-0.1675	0.8555
p23	0.3381	0.1409	-0.0914	0.1066	0.8462	p23	0.1088	0.3546	-0.1253	0.0237	0.8462
p25	0.5183	0.0847	0.2954	0.0664	0.6325	p25	0.3529	0.4410	0.2201	0.0014	0.6325

rotate, promax(3) oblique (oblicua) Factor loadings (pattern matrix) and unique variances					
Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Uniqueness
p1	0.1990	0.5754	-0.0912	0.1230	0.4464
p3	-0.0501	0.8256	-0.0941	0.1248	0.2873
p4	-0.1043	0.7943	0.1011	-0.0438	0.4561
p6	0.4823	0.3312	-0.2547	0.0056	0.3813
p7	-0.0407	0.1287	0.0826	0.0947	0.9687
p9	0.7179	-0.0582	-0.0362	0.0566	0.5234
p10	0.6649	0.1279	0.0603	-0.0921	0.4411
p11	0.3527	0.2348	0.1700	0.4286	0.5343
p12	0.6507	-0.1406	-0.2841	0.0467	0.5418
p13	0.0432	0.1285	0.1810	0.5456	0.6461
p14	0.1088	0.6070	-0.1234	-0.1055	0.5340
p15	-0.0828	0.5935	-0.1874	0.1583	0.5824
p16	0.8167	-0.1015	0.1354	-0.0178	0.4138
p17	0.7741	0.0195	-0.1883	-0.0541	0.3094
p18	-0.0901	-0.1766	0.5822	0.1895	0.5756
p19	-0.0821	-0.0945	0.5897	-0.0360	0.6046
p20	0.3274	0.1742	0.1231	-0.2181	0.7477
p21	0.1958	-0.1225	0.0384	-0.6279	0.5278
p22	-0.0540	0.2740	0.2597	-0.1759	0.8555
p23	-0.0147	0.3729	-0.1244	-0.0003	0.8462
p25	0.2583	0.4001	0.2295	-0.0068	0.6325

Anexo 6. SEM del modelo sugerido del análisis de factores con rotación oblicua

Endogenous variables

Measurement: p1 p3 p4 p7 p14 p15 p22 p23 p25 p6 p9 p10 p11 p12 p16 p17 p20 p13 p21 p18 p19

Exogenous variables

Latent: uso_tech disciplina obEnseña OpMejora

Fitting target model:

```
Iteration 0: log likelihood = -2848.8441 (not concave)
Iteration 1: log likelihood = -2830.7363 (not concave)
Iteration 2: log likelihood = -2823.745 (not concave)
Iteration 3: log likelihood = -2820.7496 (not concave)
Iteration 4: log likelihood = -2820.0751 (not concave)
Iteration 5: log likelihood = -2819.692 (not concave)
Iteration 6: log likelihood = -2817.496 (not concave)
Iteration 7: log likelihood = -2812.2243 (not concave)
Iteration 8: log likelihood = -2806.4847
Iteration 9: log likelihood = -2804.3494
Iteration 10: log likelihood = -2802.65
Iteration 11: log likelihood = -2801.6204
Iteration 12: log likelihood = -2800.7426
Iteration 13: log likelihood = -2800.6244
Iteration 14: log likelihood = -2800.442
Iteration 15: log likelihood = -2800.4021
Iteration 16: log likelihood = -2800.3478 (not concave)
Iteration 17: log likelihood = -2800.3426
Iteration 18: log likelihood = -2800.3352
Iteration 19: log likelihood = -2800.3199
Iteration 20: log likelihood = -2800.3193
Iteration 21: log likelihood = -2800.3143
Iteration 22: log likelihood = -2800.314
Iteration 23: log likelihood = -2800.3139
```

Structural equation model Number of obs = 91

Estimation method = ml

Log likelihood = -2800.3139

```
( 1) [p3]uso_tech = 1
( 2) [p9]disciplina = 1
( 3) [p16]obEnseña = 1
( 4) [p19]OpMejora = 1
```

		OIM					
		Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Measurement							
p1 <-							
	uso_tech	.8368246	.1120475	7.47	0.000	.6172156	1.056434
	_cons	3.252747	.1360095	23.92	0.000	2.986173	3.519321
p3 <-							
	uso_tech	1	(constrained)				
	_cons	3.67033	.1399147	26.23	0.000	3.396102	3.944557
p4 <-							
	uso_tech	.7844977	.1103243	7.11	0.000	.5682661	1.000729
	_cons	3.582418	.1346465	26.61	0.000	3.318515	3.846632
p7 <-							
	uso_tech	.1702355	.1340541	1.27	0.204	-.0925057	.4329767
	disciplina	-.1302705	.1776052	-0.73	0.463	-.4783703	.2178294
	_cons	3.065934	.105176	29.15	0.000	2.859793	3.272075
p14 <-							
	uso_tech	.6988638	.1062258	6.58	0.000	.490665	.9070625
	obEnseña	2.315066	2.843993	0.81	0.416	-3.259058	7.889191
	cons	3.604396	.1182319	30.49	0.000	3.372665	3.836126

p15 <-	uso_tech	.5541701	.1034741	5.36	0.000	.3513646	.7569757
	obEnseña	-1.105824	1.789152	-0.62	0.537	-4.612497	2.400849
	_cons	3.879121	.118187	32.82	0.000	3.647479	4.110763
p22 <-	uso_tech	.2148205	.1208175	1.78	0.075	-.0219775	.4516185
	OpMejora	.3096877	.2177982	1.42	0.155	-.1171889	.7365644
	_cons	3.10989	.1157248	26.87	0.000	2.883074	3.336707
p23 <-	uso_tech	.2951748	.1000676	2.95	0.003	.0990459	.4913036
	OpMejora	.0269014	.1825682	0.15	0.883	-.3309258	.3847285
	_cons	3.934066	.0992694	39.63	0.000	3.739501	4.12863
p25 <-	uso_tech	.4864232	.1604382	3.03	0.002	.1719701	.8008763
	disciplina	.4829378	.2291651	2.11	0.035	.0337824	.9320932
	OpMejora	.5034364	.2625139	1.92	0.055	-.0110813	1.017954
	_cons	3.065934	.1414147	21.68	0.000	2.788766	3.343102
p6 <-	disciplina	1.07134	.1783181	6.01	0.000	.7218432	1.420837
	_cons	3.362637	.1248271	26.94	0.000	3.117981	3.607294
p9 <-	disciplina	1	(constrained)				
	_cons	2.923077	.1374556	21.27	0.000	2.653669	3.192485
p10 <-	disciplina	.9774445	.1674409	5.84	0.000	.6492664	1.305623
	_cons	3.21978	.1211806	26.57	0.000	2.982271	3.45729
p11 <-	disciplina	.8339033	.195988	4.25	0.000	.4497739	1.218033
	obEnseña	-6.956156	8.371234	-0.83	0.406	-23.36347	9.451161
	_cons	3.967033	.119826	33.11	0.000	3.732178	4.201888
p12 <-	disciplina	.9373197	.1897997	4.94	0.000	.5653192	1.30932
	_cons	3.043956	.1440458	21.13	0.000	2.761631	3.326281
p16 <-	disciplina	.8052805	.1516627	5.31	0.000	.508027	1.102534
	obEnseña	1	(constrained)				
	_cons	3.175824	.1127043	28.18	0.000	2.954928	3.396721
p17 <-	disciplina	1.126158	.176521	6.38	0.000	.7801828	1.472132
	obEnseña	1.255592	1.653016	0.76	0.448	-1.984259	4.495443
	_cons	3.153846	.1252198	25.19	0.000	2.90842	3.399273
p20 <-	disciplina	.6824481	.1953802	3.49	0.000	.2995099	1.065386
	obEnseña	1.003915	1.972067	0.51	0.611	-2.861265	4.869095
	OpMejora	.3576687	.2518489	1.42	0.156	-.1359462	.8512835
	_cons	3.428571	.1195156	28.69	0.000	3.194325	3.662818
p13 <-	obEnseña	-6.232368	7.676172	-0.81	0.417	-21.27739	8.812652
	_cons	2.758242	.1435659	19.21	0.000	2.476858	3.039626
p21 <-	obEnseña	11.34082	13.93337	0.81	0.416	-15.96809	38.64973
	OpMejora	.5671986	.3866183	1.47	0.142	-.1905593	1.324957
	_cons	3.010989	.1557916	19.33	0.000	2.705643	3.316335
p18 <-	OpMejora	1.48899	.5645243	2.64	0.008	.3825427	2.595437
	_cons	2.901099	.1407752	20.61	0.000	2.625185	3.177013
p19 <-							

OpMejora	1	(constrained)				
_cons	2.659341	.1374459	19.35	0.000	2.389952	2.92873
var(e.p1)	.7782578	.139945			.5470939	1.107095
var(e.p3)	.4889161	.1180607			.3045727	.7848337
var(e.p4)	.854342	.1463539			.6106829	1.19522
var(e.p7)	.9831273	.1468371			.7336294	1.317476
var(e.p14)	.6656707	.1172815			.471292	.9402185
var(e.p15)	.8329122	.1345225			.606908	1.143077
var(e.p22)	1.148214	.1749844			.851731	1.547902
var(e.p23)	.7882622	.119259			.5859889	1.060357
var(e.p25)	1.207305	.2007467			.8715295	1.672446
var(e.p6)	.5835851	.1076692			.4065003	.837814
var(e.p9)	.9924176	.162455			.7200389	1.367833
var(e.p10)	.6417955	.1114747			.4566147	.9020768
var(e.p11)	.5770834	.1579299			.3375134	.9867023
var(e.p12)	1.249512	.1992234			.9141635	1.707878
var(e.p16)	.6400815	.1084532			.4592093	.8921953
var(e.p17)	.4287097	.0923366			.2810796	.6538788
var(e.p20)	1.00497	.1641765			.7296204	1.384234
var(e.p13)	1.495523	.2681241			1.052412	2.125202
var(e.p21)	1.080621	.3556246			.5669555	2.05967
var(e.p18)	.6833114	.4073283			.2124269	2.198001
var(e.p19)	1.213907	.2552126			.8039484	1.832916
var(uso_tech)	1.292511	.2705144			.8575971	1.947984
var(disiplina)	.7269398	.2192508			.4025031	1.312888
var(obEnseña)	.0097855	.0230638			.0000965	.9926703
var(OpMejora)	.5052089	.2555665			.1874475	1.36164
cov(uso_tech,disiplina)	.5924958	.1553241	3.81	0.000	.2880662	.8969254
cov(uso_tech,obEnseña)	-.0238963	.0365103	-0.65	0.513	-.095455	.0476625
cov(uso_tech,OpMejora)	-.2827439	.1489966	-1.90	0.058	-.5747718	.009284
cov(disiplina,obEnseña)	.0215053	.0273492	0.79	0.432	-.0320982	.0751087
cov(disiplina,OpMejora)	-.2689375	.1227825	-2.19	0.028	-.5095868	-.0282882
cov(obEnseña,OpMejora)	-.0227787	.0281627	-0.81	0.419	-.0779765	.0324191

LR test of model vs. saturated: $\chi^2(170) = 243.28$, Prob > $\chi^2 = 0.0002$

Anexo 7. Diseño instruccional de unidades 1 y 2

Fase de Diseño Unidad 1. Introducción a la probabilidad y estadística

Esta fase retoma del análisis, que el modelo será propuesto como apoyo al binomio docente-estudiante en la enseñanza-aprendizaje de la probabilidad y estadística que se enseña en el primer semestre de siete carreras de ingeniería de la UAQ; por lo que deberá proponer actividades relacionadas con dichas ingenierías que faciliten la comprensión de los conceptos asociados a la probabilidad y estadística; así como el desarrollo del pensamiento estadístico en el contexto de la ingeniería.

La primera unidad es una introducción a la asignatura de probabilidad y estadística, por lo que se asignan actividades que motiven al estudiante a cursar la materia mostrándole su utilidad práctica en el ejercicio de su profesión al comprender y fomentar el pensamiento estadístico en la ingeniería y su relación con estudios ingenieriles; por tanto, la necesidad de aprender la materia para el correcto manejo y aplicación de conceptos fundamentales, desde la selección de la muestra, la recogida de datos y el tipo de variables que necesita para responder a una pregunta o solucionar un problema en su área profesional.

Características de la Unidad 1. Introducción	Su finalidad es la de enmarcar el uso de la estadística y fomentar el pensamiento estadístico en el estudiante de manera que les amplíe el panorama de lo que esta materia les puede abonar a su formación profesional. La probabilidad y estadística es una materia importante en la formación ingenieril que le permitirá dar respuesta a preguntas y resolver problemas en función de información cuya constante es la variabilidad.
Contenido disciplinar	Temas 1.1 Definición de estadística y pensamiento estadístico 1.2 Pensamiento estadístico en la ingeniería 1.3 Pasos para realizar un estudio en ingeniería 1.4 Método científico y estadística 1.5 Variabilidad, poblaciones y muestras 1.6 Recolección de datos en Ingeniería 1.6.1 Estudio retrospectivo 1.6.2 Estudio observacional 1.6.3 Diseño de experimentos 1.6.4 Longitudinales 1.7 Variables y tipo de variables 1.7.1 Cualitativas 1.7.2 Cuantitativas
Objetivo de la unidad	Conocer los fundamentos y papel de la estadística en la resolución de problemas de ingeniería, los métodos usados en ingeniería para recolectar información; así como el tipo de variables que puede recolectar.

Objetivos de aprendizaje	Al finalizar la unidad el estudiante será capaz de: OA1. Conocer la definición de estadística OA2. Identificar los usos de la estadística y el rol que juega en el proceso de resolución de problemas de ingeniería; así como describir los pasos necesarios para realizar un estudio en ingeniería y explicar en qué pasos se requiere la estadística. OA3. Explicar y ejemplificar algunas situaciones que se pueden resolver en los contextos ingenieriles usando estadística OA4. Explicar la relación del método científico y la estadística OA5. Debatir como la variabilidad afecta los datos recolectados para ser utilizados en la toma de decisiones de ingeniería OA6. Conocer la diferencia entre población y muestra OA7. Listar y explicar los diferentes métodos que se usan en ingeniería para la recolección de los datos OA8. Debatir cual es el mejor método de recolección de datos en ingeniería y es capaz de clasificar por tipo de estudio un artículo OA9. Reconoce las variables y tipos de variable OA10. Explica y ejemplifica cuando pueden ser utilizadas	
Recursos	Libros	Devore, J. L. (2008). <i>Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias</i>. CENGAGE Learning. ★ Johnson, R. A. (Richard A. (2012). <i>Probabilidad y estadística para ingenieros</i> (8a edición). Pearson Education. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). <i>Applied Statistics and Probability for Engineers</i>. En WILEY. https://doi.org/10.1080/00224065.1998.11979825 Ott, R. L., & Longnecker, M. (2015). <i>An introduction to Statistical Methods and Data Analysis</i> (7a ed.). Cengage Learning. Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). <i>Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias</i>. Mallma Perez, I., Salazar Vázquez, L., & Mallma Perez, E. (2019). <i>Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias</i> (I. Mallma (ed.)).
	Artículos	Rodríguez-Centeno, D. (2016). Importancia de la estadística en ingeniería. <i>Revista iberoamericana de producción académica y gestión educativa</i>. 5 (julio-diciembre). 1-17. https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/download/609/682

	Videos educativos de YouTube Links sobre temas: mapa conceptual de argumentación Apps para cuestionarios o examen auto calificable: GoogleForms, nearpod Sistemas de respuesta personal: Menti, Kahhot Apps para rúbricas: Rubistar Apps para hacer mapas conceptuales: Canva, Miro, Lucidspark y Maptini (colaborativas) Plataforma institucional	
Metodologías constructivistas y rol del docente y estudiante	• Investigación: Los estudiantes se convierten en investigadores y productores de conocimiento al impulsarlos a resolver problemas reales que les interesan y requieren de su creatividad, capacidad de integrar el material de estudio (Libman, 2010).	
	Rol del docente Indicará los libros, detallando las páginas a leer) y artículos para que el estudiante investigue y se cubran los objetivos de aprendizaje de la unidad Seleccionará videos de YouTube como apoyo a los conceptos vistos en la unidad Elaborará materiales para evaluar los aprendizajes Elaborará rúbricas con la aplicación Rubistar	Rol del estudiante Leerán las páginas y artículos sugeridos para investigar las preguntas asignadas en las actividades propuestas y darles una respuesta clara y concisa. Realizaran las actividades propuestas por el docente: cuestionarios, mapas conceptuales, debatir en equipos
	• Discusión o debate: Concede al estudiante la responsabilidad de pensar para resolver problemas argumentando sus conclusiones. Esta metodología didáctica debe ser estructurada y guiada por el docente para cumplir su finalidad formativa (Groth, 2014). Muchos de los aprendizajes lo incorporan en sus implementaciones puesto que enriquecer el pensamiento personal y colectivo; además por ser una de las habilidades blandas que se requiere en la vida laboral al trabajar con grupos multidisciplinarios.	
	Rol del docente Explicará la metodología a emplear y su finalidad. Les compartirá y proyectará un mapa conceptual de argumentación y de debate Propiciará y guiará el debate que se llevara a cabo por cada uno de los equipos de trabajo previamente formados.	Rol del estudiante Revisará los mapas conceptuales de argumentación y debate Debatirá con su equipo sobre los temas que pide el docente y los acuerdos a los que lleguen serán escritos en un documento en Word siguiendo la rúbrica que les dio el docente. Expondrá preguntas y dudas que tenga para poder realizar las actividades tanto en el aula como en el foro

	Elaborará rúbricas de evaluación Revisará los documentos resultantes del debate de acuerdo a la rúbrica Aclarará dudas y preguntas de los estudiantes Dará asesorías y comunicación en foro de la plataforma institucional	
	• Aula invertida: el estudiante realizara las lecturas y actividades fuera de la escuela como actividades extraescolares y en clase podrá exponer sus dudas y preguntas del material revisado para poder hacer actividades aplicadas en clase de dichos temas para su posterior evaluación.	
	Rol del docente * Antes de la clase Indicar la tarea de actividades extraescolares pues será el insumo durante la clase 2: lectura de libro, artículo y ver un video Elaborar actividades para cubrir los temas de población y muestra * Durante la clase Aplicar las actividades elaboradas Aclarar dudar * Después de la clase Revisar, evaluar las respuestas de los alumnos y dar retroalimentación Dejar alguna actividad o recursos adicionales	Rol del estudiante * Antes de la clase Hacer las actividades extraescolares asignadas Apuntar preguntas o dudas que tenga del material asignado * Durante la clase Realizar las actividades propuestas Preguntar dudas que tenga * Después de la clase Aplicar lo aprendido en la actividad que se dejó de tarea

• Aprendizaje basado en problemas (ABP): Su principal característica es que se puede trabajar en pequeños grupos colaborativos y se fundamenta en el enfoque constructivista, en el que los estudiantes tienen una participación activa al ser ellos mismos quienes buscan la información, la seleccionan, organizan y resuelven con ella los problemas; mientras el docente lo guía u orienta según lo requiera el estudiante. En el contexto de la estadística los estudiantes investigan para dar respuesta a preguntas, recopilan y analizan la información recabada para resolver problemas e interpretar los resultados generando así el pensamiento estadístico. El propósito de esta metodología es desarrollar habilidades de pensamiento y procesos cognitivos del estudiante para que aprenda a aprender y resolver problemas parecidos a los que tendrá que enfrentarse en la vida laboral pues le permitirán la transferencia de esos conocimientos en el ejercicio profesional (Restrepo Gómez, 2005).	
Rol del docente Explicará la sección de recolección de datos en ingenieros a través de los diferentes tipos de estudio atendiendo a sus principales características para que sepan cómo reconocer de qué tipo de estudio se trata al leer un artículo. Dará a los estudiantes 4 artículos de investigación (1 por cada uno de los tipos de estudio para la recolección de datos en ingeniería) Elaborará una actividad grupal en la que ellos determinen que tipo de estudio es cada artículo argumentando y justificando sus respuestas por escrito Solicitará por equipos hagan un mapa conceptual de las variables y tipos de variables con ejemplos de cada una Elaborará una actividad individual tipo quiz para la sección de variables y tipos de variables	Rol del estudiante Atenderá la explicación del docente y externará dudas y preguntas. En equipo ubicará las secciones del artículo que le permitirán determinar que tipo de estudio fue utilizado, que variables observaron, muestra y argumentarán y justificarán sus respuestas. En equipo elaborarán un mapa conceptual de las variables y tipos de variables, poniendo ejemplos en cada una de ellas Contestará de forma individual las actividades asignadas

	Revisará y retroalimentará las respuestas de las actividades propuestas.	
Actividades de aprendizaje	Con el propósito de conjuntar lo aprendido en la unidad Proponer de forma individual ejercicios de aplicación con estudios que se han hecho pero los resultados que arrojan no son posibles por estar mal elaborados ya sea por el tipo de estudio, muestra, variables usadas, que no es extrapolable; etc. así como estudios bien realizados y con resultados confiables. El propósito es ver si el pensamiento estadístico se está empezando a dar y con lo visto al momento es capaz de argumentar porque el ejemplo dado estuvo bien realizado o no.	
Referencia		

Fase de Diseño **Unidad 2.** Fundamentos de Probabilidad

La segunda unidad comprende los fundamentos de probabilidad debido a que la metodología para hacer inferencias se apoya en la teoría de probabilidad. En estadística se usa la teoría de probabilidad para calcular la probabilidad de una muestra observada y con ella hacer inferencias con respecto a las características de una población desconocida de la cual fue obtenida; es decir, la probabilidad es la base de la teoría de la estadística (Mendenhall et al., 2010).

La variabilidad y el azar son conceptos que se explican con probabilidad y son una constante en la información que se recaba con la finalidad de analizar mediante técnicas estadísticas inferenciales que permitirán anticiparse a los hechos, hacer predicciones y tomar decisiones informadas con base en la información.

Elementos	Descripción											
Características de la Unidad 2	Esta unidad será para enseñar la teoría de probabilidades cuyo objetivo es medir la incertidumbre provocada por el azar permitiendo cuantificar la confianza en nuestros resultados y conclusiones Se introduce la probabilidad a través de conceptos, axiomas, teoremas, reglas y propiedades; abordándola desde la representación de la teoría de conjuntos; delimitándola, a través de espacios muestrales y eventos; visualizándola, gráficamente mediante tabla de contingencia y árbol de probabilidad. Con aplicaciones prácticas mediante problemas que requieren técnicas de conteo, probabilidad condicional y Bayes.											
Temas (Contenido disciplinar)	<table><tr><th>CLASE</th><th>Duración</th><th>Tema</th></tr><tr><td colspan="3">(T, P)</td></tr><tr><td>1</td><td>3,1</td><td>2.1 Introducción a la probabilidad 2.2 Espacios muestrales y eventos 2.2.1 Experimentos aleatorios</td></tr></table>			CLASE	Duración	Tema	(T, P)			1	3,1	2.1 Introducción a la probabilidad 2.2 Espacios muestrales y eventos 2.2.1 Experimentos aleatorios
CLASE	Duración	Tema										
(T, P)												
1	3,1	2.1 Introducción a la probabilidad 2.2 Espacios muestrales y eventos 2.2.1 Experimentos aleatorios										

			2.2.2 Espacios muestrales 2.2.3 Eventos 2.3 Axiomas y definición de probabilidad 2.4 Teoría de conjuntos y su algebra
	2	3,1	2.5 Técnicas de conteo 2.5.1 Regla de multiplicación 2.5.2 Permutaciones 2.5.3 Combinaciones
	3	3,1	2.6 Probabilidad condicional 2.7 Independencia de eventos y regla del producto 2.8 Teorema de Bayes y probabilidad total
Objetivo de la unidad	Capacitar al estudiante en el análisis, cálculo e interpretación de probabilidades que le permiten describir cuantitativamente fenómenos aleatorios. Conocer y utilizar las leyes de probabilidad para evaluar riesgos y tomar mejores decisiones en problemas concernientes a las ingenierías.		
Objetivos de aprendizaje	Al finalizar la unidad el estudiante será capaz de: OA1. Conocer al definición de probabilidad, su utilidad y aplicar en la resolución de problemas de ingeniería OA2. Conocer e identificar los espacios muestrales y eventos en contextos ingenieriles y aplicar para resolver problemas OA3. Conocer axiomas y propiedades de probabilidad a aplicar a resolver problemas de ingeniería OA4. Identificar la relación entre la teoría de conjuntos y probabilidad y el rol que juega en el proceso de resolución de problemas de ingeniería OA5. Identificar y reconocer las características de las técnicas de conteo para resolver problemas de ingeniería. OA6. Debatir las posibles interpretaciones de los resultados obtenidos en problemas de probabilidad aplicados a ingeniería OA7. Crear tablas de contingencia y árboles de decisión para resolver problemas de ingeniería OA8. Reconocer la independencia de eventos y resolver problemas de contextos ingenieriles mediante la regla del producto OA9. Reconocer y resolver problemas de probabilidad condicional aplicados a la ingeniería OA10. Identificar y aplicar el Teorema de Bayes para resolver probabilidades condicionales OA11. Realizar un diario de aprendizaje para fomentar la reflexión al finalizar cada unidad (T y P)		
Problemas	- Se asignarán problemas en contextos ingenieriles a resolver de cada uno de los temas de manera individual - Se asignarán actividades por equipos para la resolución de un proyecto donde tengan que aplicar lo aprendido en cada clase de la unidad		

	Se asignará una actividad de reflexión al concluir cada unidad a entregar de manera individual
Descripción	- Analizarán, resolverán e interpretarán cada uno de los problemas asignados de manera individual o por equipos dependiendo de la actividad. - Realizará de manera individual su diario de aprendizaje con una reflexión al finalizar los temas y actividades de toda la unidad sobre lo aprendido y su utilidad práctica
Requerimiento	Proyector Acceso a la plataforma para subir las actividades resueltas
Duración	3 semanas
Recursos de información	- Presentación PowerPoint con explicación de la clase de introducción a la probabilidad con ejemplos aplicados en ingeniería - Presentación PowerPoint con explicación de espacios muestrales, eventos, experimentos aleatorios con ejemplos y problemas resueltos - Presentación PowerPoint con explicación de teoría de conjuntos y su álgebra a través de problemas resueltos - Presentación PowerPoint con explicación de técnicas de conteo - Presentación PowerPoint con explicación de los temas de probabilidad condicional y de Bayes - Tarjetas didácticas de conceptos de los temas de la unidad - Páginas de libros relacionadas con los temas de la unidad
Roles de participación	- Los estudiantes resolverán de por equipo y de manera individual los problemas asignados y grabarán un podcast o video con una duración máxima de 5 minutos para hacer su diario de aprendizaje con una reflexión al finalizar la unidad. En las actividades de resolución de problemas trabajaran en equipos de 5 integrantes. - Docente guía y orientador.
Recursos de TE ^s	- Video Youtube: Como hacer un diagrama de Venn en LucidChart https://www.youtube.com/watch?v=HBr2GdHwrOM&ab_channel=LucidSoftware - Aplicación LucidChart para crear Diagramas de Venn en línea https://lucid.app/documents#/templates?folder_id= - Como hacer un podcast gratuito https://clavepodcast.com/como-hacer-un-podcast/ - Como hacer un video en PowerPoint https://www.youtube.com/watch?v=2U7prGzeb1E&ab_channel=ChavaDV - Como hacer un video en PowerPoint https://www.youtube.com/watch?v=1exQ4lcK6TA&ab_channel=AcademyTotalGuard-MeritxellVi%C3%B1as ^s Estas son opciones pero puedes crear en el programa o aplicación de tu preferencia, al finalizarlo deberás subirlo a la plataforma institucional
Herramientas cognitivas	Los recursos propuestos permitirán: - Identificar correctamente los espacios muestrales y eventos para poder resolver los problemas y actividades asignadas de cada uno de los temas - Los recursos le permitirán resolver problemas de probabilidad aplicando la teoría de conjuntos y pasando a la representación gráfica de diagramas de Venn - Les permitirán resolver problemas asociados a la probabilidad en el contexto de la ingeniería
Comunicación	- Aula - Foro de la plataforma institucional (si tienen dudas o preguntas del proyecto posterior a la clase)

social/apoyo de contexto	• Cada actividad y/o problemas asignados tendrán especificaciones para su resolución • El proyecto por equipo asignado al terminar de cada clase tendrá instrucciones para llevarlo a cabo así como una rúbrica indicando lo que se espera como producto final • Diario individual de aprendizaje de cada unidad servirá para motivar a la reflexión de lo aprendido y forzar a la revisión de cada tema para poder hacer el guion que hilará las ideas vertidas en el podcast o video. Esta acción reforzará la comprensión de los temas vistos
Evaluación	La evaluación será mediante: • Resolución de problemas y quizzes (de conceptos) de manera individual y por equipos • El diario al final de la unidad tendrá rúbrica y lineamientos para su elaboración • Evaluación, autoevaluación y coevaluación del trabajo por equipo
Referencias	Johnson, R. A. (Richard A. (2012). <i>Probabilidad y estadística para ingenieros</i> (8a edición). Pearson Education. http://encore.fama.us.es/iii/encore/record/C_Rb2405266_Singenieros_Orig_hresult_X6_T?lang=spi&suite=cobalt Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). <i>Applied Statistics and Probability for Engineers</i>. En <i>WILEY</i>. https://doi.org/10.1080/00224065.1998.11979825 Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). <i>Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias</i>

Anexo 8. Guion tecnopedagógico Unidad 1

Institución o Facultad	Ingeniería	Área académica	Licenciatura	Materia	Probabilidad y estadística
Profesor (a)	Montserrat Lino González	UNIDAD 1	Introducción		

#	Contenido (sugerencia gráfica)	Instrucciones especiales
1	 Portada UNIDAD 1 Introducción a la probabilidad y estadística en la ingeniería Montserrat Lino González	Insertar imagen al principio y después poner el texto.
2	Presentación Esta unidad es una introducción a la asignatura de probabilidad y estadística, por lo que se asignan actividades que motiven al estudiante a cursar la materia mostrándole su utilidad práctica en el ejercicio de su profesión al comprender y fomentar el pensamiento estadístico en la ingeniería y su relación con estudios ingenieriles; por tanto, la necesidad de aprender la materia para el correcto manejo y aplicación de conceptos fundamentales, desde la selección de la muestra, la recogida de datos y el tipo de variables que necesita para responder a una pregunta o solucionar un problema en su área profesional. Su finalidad es la de enmarcar el uso de la estadística y fomentar el pensamiento estadístico en el estudiante de manera que les amplíe el panorama de lo que esta materia les puede abonar a su formación profesional. Reconocer que la probabilidad y estadística es una materia importante en la formación ingenieril que le permitirá dar respuesta a preguntas y resolver problemas en función de información cuya constante es la variabilidad.	Poner de encabezado (que aparezca en todas las pantallas de esta unidad): Modelo de enseñanza Probabilidad y Estadística (del lado izquierdo) y UNIDAD 1. Introducción (lado derecho)
3	UNIDAD 1. Introducción a la probabilidad y la estadística en la ingeniería Los temas de esta unidad son: 1.1 Definición de estadística y pensamiento estadístico 1.2 Pensamiento estadístico en la ingeniería 1.3 Pasos para realizar un estudio en ingeniería 1.4 Método científico y estadística 1.5 Población y muestra 1.6 Recolección de datos en Ingeniería 1.6.1 Estudio retrospectivo 1.6.2 Estudio observacional 1.6.3 Diseño de experimentos 1.6.4 Longitudinales 1.7 Variables y tipo de variables 1.7.1 Cualitativas 1.7.2 Cuantitativas	separar en 3 pestañas para cada clase
	Temas de 1.1 a 1.5 Pase de lista: https://forms.gle/3RidJXZuTFL4imQ9 Test de competencias digitales (Link) Actividad 1. (Aula) Lee los libros: Montgomery pp1-5 y el de Johnson pp1-7, ve los videos propuestos y responde las siguientes preguntas: <i>¿Qué es la estadística?</i>	Subir recursos a la plataforma Poner una imagen que indique que la actividad requiere el uso de Libros: * Montgomery & Runger pp 1-5 * Johnson, R.A. pp 1-7 Libros (soló páginas señaladas):

	¿Qué es el pensamiento estadístico en la ingeniería? ¿Qué pasos se requieren para realizar un estudio en ingeniería? ¿Qué es población? ¿Qué es muestra? Lee la ficha resumen y responde la pregunta: ¿Cuál es la relación entre el método científico y la estadística? Finalmente contesta los siguientes cuestionarios: Cuestionario 1 (temas 1.1- 1.3) Cuestionario 2 (temas 1.4- 1.5) Consulta la ficha resumen (sección 1.3): * https://view.genial.ly/65107c3eb85e11001131e46f/learning-experience-didactic-unit-metodo-cientifico-y-estadistica Videos: * Daniel Carreón ¿qué es la estadística? * Matemóvil. Población y mues	Montgomery (2018) pp 1-5 https://doi.org/10.1080/00224065.1998.1197982 Johnson, R. A. (Richard A. (2012). Pp 1-7 http://encore.fama.us.es/iii/encore/record/C_Rb2405266_Singenieros_Orightresult_X6_T?lang=spi&suite=cobalt Videos Daniel Carreón (2021) ¿Qué es la estadística? https://www.youtube.com/watch?v=0_ybaigJd1s&ab_channel=DanielCarre%C3%B3n Matemóvil (2018) Población y muestra https://www.youtube.com/watch?v=gl9EEbT7viM&t=14s&ab_channel=Matem%C3%B3vil Links Actividades: Cuestionario 1 (temas 1.1- 1.3) https://forms.gle/tu32ijaP2Bw9kNNA8 Cuestionario 2 (temas 1.4- 1.5) <u>o pon esta ruta en el buscador:</u> https://forms.gle/tu32ijaP2Bw9kNN
5	ACTIVIDAD EXTRACLASE Lee el artículo de Rodríguez-Centeno (de la página 1 a la 6) e identifica la utilidad de la estadística en la ingeniería y los tipos de problemas que se pueden resolver ya que <u>en la siguiente clase</u> trabajarás por equipo (5 personas) para debatir entre ustedes y contestar las siguientes preguntas: • ¿Para qué se usa la probabilidad y la estadística en las ingenierías? • ¿qué tipo de problemas se pueden resolver al usar la estadística en la ingeniería y por qué? • Según Moore ¿qué son los datos en la estadística? Y ¿qué es la estadística? Escribe 5 técnicas estadísticas que se usan para resolver problemas de diversas ramas de la ingeniería y que cosas permiten resolver.	Subir recursos a la plataforma Artículo Aunque solo se les pide la lectura de la página 1 a la 6 se sugiere subirlo completo. Rodríguez-Centeno, D. (2016) https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/download/609/682
6	Actividad 2. Aula Debate con tu equipo (5 personas) para responder a las preguntas que se obtienen de la lectura del artículo de Rodríguez-Centeno, D. (página 1-6): • ¿Para qué se usa la probabilidad y la estadística en las ingenierías? • ¿Qué tipo de problemas se pueden resolver al usar la estadística en la ingeniería y por qué? • Escribe cinco técnicas estadísticas que se usan para resolver problemas de diversas ramas de la ingeniería y que cosas permite resolver. • Según Moore ¿qué son los datos en la estadística? y ¿qué es la estadística? <u>(no entra en la rúbrica pero si requiere respuesta en el documento a entregar dado que contará como asistencia)</u> Actividad a evaluar: Elaborarán un resumen de las respuestas a las que llegaron de común acuerdo en su grupo de debate y las subirán como un archivo de Word a la plataforma institucional de acuerdo a la Rúbrica 1. Registro escrito de debate. No olvides poner los nombres de los integrantes de tu equipo.	Subir recursos a la plataforma Artículo Aunque solo se les pide la lectura de la página 1 a la 6 se sugiere subirlo completo: Rodríguez-Centeno, D. (2016) https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/download/609/682 Materiales de apoyo para realizar la actividad: ¿Qué es un debate? https://blog.udlap.mx/wp =

	* Duración de la actividad 45 minutos * Deberán subir el documento Word antes de las 12:00 pm de ese día <i>(dado que se está trabajando en el aula y no en el centro de cómputo)</i>	content/uploads/2016/02/Caracteristicas-del-debate.pdf Rúbrica 1. Registro escrito de debate https://drive.google.com/file/d/17qKnMZBPoyPatX_wwmgSpNXhZ65URnce/view?usp=drive_link
7	Tema 1.6 Actividad 3. Aula Atiende la presentación Power Point de la explicación de recolección de datos en ingeniería, características, ventajas y desventajas. Realiza la actividad: https://app.nearpod.com/?pin=SD3PB	Subir recursos a la plataforma Presentación Power Point con la explicación de la recolección de datos en ingeniería
8	Tema 1.7 Actividad 4. Aula Lee del libro de Mallma Perez et al., 2019 las páginas 14 y 15 que puedes descargar del link y ve el video en YouTube de Matemóvil. Variables estadísticas. Posteriormente, realiza un esquema (mapa conceptual) de las variables y tipos de variables. Poniendo un ejemplo en cada uno. Sube tu mapa a la plataforma institucional.	Subir recursos a la plataforma Presentación Power Point con la explicación de variables y tipos de variables Libros (sólo páginas señaladas): Mallma Perez et al.(2019) pp. 14 y 15 https://drive.google.com/file/d/1wx_g8h4lksxd1qNboISyVbsAFVA-p2d/view?usp=drive_link Videos Matemóvil (2018). Variables estadísticas cualitativas y cuantitativas https://www.youtube.com/watch?v=Tb3sqUSd2SQ&ab_channel=Matem%C3%B3vil Materiales de apoyo para realizar la actividad: Aplicación para crear mapas mentales https://www.gocongr.com/es/mapas-mentales/
9	Práctica 1. Laboratorio Leer el reglamento de laboratorio y firmar Platicarles del software que se va a ocupar: Excel y Minitab Investiga para los programas de Excel y Minitab: ¿Qué es y para qué sirve? ventajas y desventajas sube tu investigación a la plataforma (max 1 hoja)	Subir recursos a la plataforma Reglamento laboratorio (pdf) Minitab (lo podrían descargar en su computadora desde su casa a través de la plataforma?)
10	Práctica 2. Laboratorio Contesta la práctica #2 y al finalizar súbela a la plataforma	Subir práctica a la plataforma practica #2

Anexo 9. Rúbrica para el podcast de reflexión

Rúbrica 2. Podcast de reflexión de lo aprendido en las unidades 1 a 3 vistas hasta el momento:

Unidad 1. Introducción a la probabilidad y estadística en la ingeniería

Unidad 2. Fundamentos de probabilidad

Unidad 3. Variables aleatorias y sus distribuciones de probabilidad

Nombre del estudiante: _____

Número de matrícula: _____

CATEGORIA	10.Excelente	8. Satisfactorio	6. Elemental	0. Inadecuado
Estructura y fluidez	El podcast está muy bien estructurado y fluido	El podcast es coherente y tiene buena fluidez	El podcast tiene una estructura débil y la fluidez es limitada	El podcast carece de estructura y fluidez
Creatividad y originalidad*	El podcast es altamente creativo y original	El podcast es creativo y muestra originalidad	Hay algunos elementos creativos	El podcast carece de creatividad
Claridad de la expresión oral	La expresión oral es excepcionalmente clara	La expresión oral es clara y fácil de seguir	La expresión oral es clara, pero con limitaciones	La expresión oral es confusa y difícil de seguir

* Originalidad también contempla que sea un trabajo 100% creado por ti, **lo que se pretende saber es que aprendiste (tú) de las unidades vistas hasta el momento.**