



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

ANÁLISIS PLAN DE ESTUDIO DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA DE INGENIERÍA CIVIL EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA

**ANALYSIS OF THE PROBABILITY AND STATISTICS
CURRICULUM FOR CIVIL ENGINEERING AT A
PUBLIC UNIVERSITY**

María Eugenia Canut Díaz Velarde

Universidad Nacional Autónoma de México FES Acatlán

Ingrid Chantal Torres Ramos

Universidad Nacional Autónoma de México FES Acatlán

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13904

Análisis Plan de Estudio de Probabilidad y Estadística de Ingeniería Civil en una Universidad Pública

María Eugenia Canut Díaz Velarde¹marucanut@gmail.com<https://orcid.org/0000-0001-7764-8997>Universidad Nacional Autónoma
de México FES Acatlán
México, Estado de México**Ingrid Chantal Torres Ramos**ingrid-tr@ciencias.unam.mx<https://orcid.org/0000-0002-6864-6719>Universidad Nacional Autónoma
de México FES Acatlán
México, Estado de México

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo evaluar planes de estudio de la asignatura probabilidad y estadística de Ingeniería Civil en distintas facultades públicas en México y la aplicación de un instrumento de evaluación que identifique el grado de dificultad de ítems con el fin de conocer el nivel de conocimientos adquiridos. Se contempló tres líneas de acción: primero se realizó un análisis del currículo de la materia en instituciones que imparten la carrera; luego un panel de expertos en el área diseñó un instrumento de evaluación de conocimientos básicos; por último, se aplicó un cuestionario a una muestra de 49 estudiantes de tercer semestre de la carrera en la FES Acatlán. El examen consta de 13 preguntas seleccionadas de un amplio conjunto de ítems. A los ítems seleccionados se les realizó un análisis estadístico edumétrico utilizando el programa J Metrik para identificar los índices de dificultad y discriminación. Se concluye que los ítems resultaron ser en su mayoría difíciles con discriminación adecuada. Debido al extenso programa de la asignatura y al bajo número de horas al semestre. Por ello esta investigación es relevante ya que se debe disminuir el número de bloques temáticos y crear una segunda parte de la materia.

Palabras clave: estadística, probabilidad, dificultad, discriminación, comparación de temarios

¹ Autor principal

Correspondencia: marucanut@gmail.com

Analysis of the Probability and Statistics Curriculum for Civil Engineering at a Public University

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the curricula of the Probability and Statistics course within Civil Engineering programs at various public universities in Mexico, and to apply an assessment instrument designed to identify the difficulty level of items in order to gauge the knowledge acquired. Three lines of action were considered: first, an analysis of the course curriculum was conducted at institutions offering the program; then, a panel of experts in the field designed an assessment instrument for basic knowledge; finally, a questionnaire was administered to a sample of 49 third-semester students in the Civil Engineering program at FES Acatlán. The exam consists of 13 questions selected from a broad set of items. A statistical analysis of the selected items was conducted using the J Metrik program to identify difficulty and discrimination indices. The study concludes that the items were mostly difficult with adequate discrimination, which can be attributed to the extensive curriculum and the limited number of hours per semester. Therefore, this research is relevant as it suggests the need to reduce the number of thematic blocks and to create a second part of the course.

Keywords: statistics, probability, difficulty, discrimination, comparison of syllabi

Artículo recibido 25 setiembre 2024

Aceptado para publicación: 15 octubre 2024



INTRODUCCIÓN

El área de probabilidad y estadística tiene especial importancia en la ingeniería civil, por sus aplicaciones (análisis de datos, diseño de experimentos, control de procesos, procesos estocásticos, fiabilidad de sistemas, entre otros). De tal forma que es considerada una herramienta fundamental en el ámbito profesional. Los ingenieros constantemente se enfrentan a situaciones en las que deben tomar decisiones en donde los aspectos de incertidumbre, el azar y el riesgo son relevantes, como lo señala Viles (2007), el ingeniero debe ser consciente que la variabilidad es un fenómeno presente en los distintos procesos que desarrolla. Por ello, el objetivo de la investigación es evaluar los distintos planes de estudio de la asignatura de probabilidad y estadística en la carrera de Ingeniería Civil en distintas facultades y la aplicación de un instrumento de evaluación que identifique el grado de dificultad de ítems usados en exámenes extraordinarios con el fin de conocer el nivel de conocimientos adquiridos. En general, la ingeniería civil es una disciplina que utiliza distintos tipos de conocimientos como es física, matemática, química, mecánica, hidráulica, topografía, estructuras, geotecnia, geología por mencionar algunas con la finalidad de elaborar infraestructura, principalmente edificios, obras hidráulicas y de transporte como carreteras, aeropuertos y puentes haciendo uso de materiales que cumplen con los objetivos constructivos, tales como concreto, acero, suelo, entre otros. También tiene un fuerte componente organizativo que consigue su aplicación en la administración tanto en el aspecto urbano como en el rural; no solo en lo referente a la construcción, sino también, al mantenimiento, control y operación de lo construido, así como en la planificación de la vida humana. Estas actividades requieren de distinta información que crea datos del tipo científico y su análisis exhorta a los ingenieros a tomar decisiones, por lo que se requiere que el egresado de esta carrera tenga una formación con un pensamiento estadístico-probabilístico garantizando de esta manera una cultura científica eficiente (Fischbein, 1975).

El área de la probabilidad y estadística sirve de base para realizar estudios e investigaciones donde no se tiene certeza, tal como lo señala Hita María “en geotecnia en general y en las obras subterráneas en particular, la incertidumbre, es decir falta de certeza sobre la validez de las hipótesis iniciales formuladas, juega un papel fundamental” (2015, p. 22).



La falta de conocimiento induce un riesgo asociado tanto al diseño inicial como en la toma de decisiones durante la construcción, obligando al geotécnico a tener en consideración las diferentes posibilidades y consecuencias en el diseño ingenieril. El profesional del área de ingeniería requiere de métodos heurísticos y herramientas que le permiten decidir en ambientes de riesgo e incertidumbre, por ello, hace uso de la investigación de operaciones, como herramienta de aplicación de la probabilidad y estadística en la que se trabajan distintos modelos probabilísticos como los relacionados con líneas de espera y pronósticos, teoría de la decisión, cadenas de Markov, entre otros. Igualmente se utiliza en los procesos de planeación, control y pronóstico de la producción y en la investigación de mercados, campo que es propicio para la aplicación de los métodos estadísticos multivariados; así mismo, en la planeación de la producción y gestión de activos en procesos industriales, lo mismo que el control estadístico de la calidad, en el cual se usan herramientas estadísticas para el control de la variabilidad como se presenta en Viles (2007). Por tal motivo es de suma importancia la discusión del plan de estudio.

MARCO TEÓRICO

Evaluación

Tejedor y Rodríguez 1996, señalan que evaluar implica juzgar la enseñanza y juzgar el aprendizaje; que aplica valor a los actos y a las prácticas de los docentes, con ello se adjudica un valor a los actos que dan cuenta de los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación es una actividad reflexiva propia del docente que no solo analiza el aspecto cognitivo del estudiante, sino que abarca todos los aspectos que intervienen en el proceso educativo y que cuenta con un conjunto de técnicas e instrumentos de evaluación del aprendizaje, el cual se utiliza para tomar decisiones y mejorar los procesos. Por lo tanto, las formas de evaluación no se clasifican como buenas o malas, su calidad depende del grado de pertinencia al objeto evaluado, a los objetivos involucrados y a su ubicación en el sistema. Por lo que la evaluación es una forma de brindar información organizativa con la perspectiva de la mejora educativa en la toma de decisiones (Castillo y Bolívar, 2002).

Aprendizaje del alumno en la probabilidad y estadística

Cochran (2005) señala que existen dos razones por las que hay una clara deficiencia en el conocimiento de la probabilidad básica. La primera de ella se debe a la falta de comprensión de los conceptos, que afecta al entendimiento de la probabilidad; la segunda se debe a la falta de lógica y habilidad en la resolución de problemas, desarrollada a través del estudio de probabilidad, esto contribuye sustancialmente a la inmadurez matemática e intelectual de los estudiantes.

El razonamiento estadístico es una componente esencial del aprendizaje y está constituido por cinco componentes fundamentales como lo desarrollan Wild y Pfannkuch (1999):

- Reconocer la necesidad de los datos: diversas situaciones de la vida cotidiana pueden ser comprendidas por medio de análisis de datos que han sido recogidos adecuadamente lo que conlleva a la base de la investigación matemática. Por lo que es importante resaltar que no se pueden tomar decisiones a partir de la experiencia personal o la evidencia de tipo anecdótico por no ser fiable dicha información.
- Transnumeración: este término suele usarse por los autores para indicar la comprensión que puede surgir al cambiar la representación de los datos. Al analizar un modelo pueden existir tres tipos de transnumeración: (1) a partir de la medida que captura las cualidades o características del fenómeno; (2) al pasar de los datos brutos a una representación tabular o gráfica que permita el análisis; (3) dar los resultados de los datos de tal modo que sean comprensibles para el lector.
- Percepción de la variación: la recolección y análisis adecuado de datos requiere la comprensión de la variación que hay, así como de la incertidumbre originada por la variación no explicada. La estadística permite hacer predicciones, estudiar el comportamiento y causas de la variación de un fenómeno.
- Razonamiento con modelos estadísticos: el uso de gráficas y diversos métodos que sirvan para analizar la información recabada es de gran valor al momento de realizar un modelo, puesto que es una forma de representar la realidad. Lo importante es diferenciar y relacionar el modelo de los datos al mismo tiempo.
- Integración de la estadística y el contexto: se puede contemplar como un componente esencial del razonamiento estadístico.



Otro punto que considerar en la educación estadística son las actitudes y las creencias ante el aprendizaje de la materia. Este término se encuentra incluido en el dominio afectivo de la Educación Matemática, conceptualizado por McLeod (1992) que incluye las *emociones*. Las emociones son respuestas inmediatas positivas o negativas, que se producen mientras se estudia matemáticas o se requiere razonar. Las actitudes son respuestas más estables, son sentimientos más intensos que se desarrollan por repetición de las respuestas emocionales que se automatizan con el tiempo. Las creencias son ideas individuales mantenidas en el tiempo que se tienen sobre la materia, sobre uno mismo como estudiante o sobre el contexto social en que se realiza el aprendizaje.

Gal, Ginsburg y Schau (1997) definen las actitudes como un conjunto de emociones y sentimientos que se experimentan durante el período de aprendizaje de la materia objeto de estudio. Son bastante estables, se expresan positiva o negativamente (agrado/desagrado, gusto/disgusto) y pueden referirse a elementos vinculados externamente a la materia (profesor, actividad, libro, método de enseñanza, entre otros). Según Gal y Ginsburg (1994) las actitudes y creencias, especialmente las negativas, pueden tener un impacto directo en el clima de la clase llegando a constituir un auténtico bloqueo del aprendizaje si no se controlan.

Planteamiento del Problema

En el proceso de la investigación de la evaluación educativa, en la asignatura de probabilidad y estadística, se deben analizar distintos elementos en los que se involucran el perfil profesionista, objetivo, actitudes, conocimientos y habilidades necesarias que el estudiante requiere para el cumplimiento de su labor. Como ya se mencionó es una materia fundamental para el desarrollo de los ingenieros y se ha encontrado que la mayoría de los alumnos no logran adquirir el conocimiento mínimo además de presentar un alto índice de reprobación. Incentivo que llevó a realizar la investigación: analizando los distintos planes de estudio de la asignatura en la UNAM, así como elaborar un instrumento de medición educativo, para inferir las capacidades de los alumnos y obtener información adecuada para la toma de decisiones.

Objetivos

- Revisar los planes de estudios de la FES Acatlán, FES Aragón y Facultad de Ingeniería para comparar los temas a tratar, número de horas de trabajo y créditos asignados con el fin de entender



el bajo rendimiento en la FES Acatlán.

- Construir un instrumento que permita evaluar la dificultad y nivel de discriminación de los ítems.

Pregunta de investigación

- ¿La diferencia de número de horas asignadas y la cantidad de temas a estudiar en cada uno de los programas de las distintas sedes afecta a los alumnos durante su proceso de aprendizaje?
- ¿La evaluación de los ítems presentan índices de dificultad y de discriminación adecuado para tener una valoración representativa del nivel de conocimiento?

METODOLOGÍA

La investigación contempló cuatro líneas de acción. La primera fue realizar un análisis acerca de los temas que cubre cada universidad basándose en cada respectivo plan de estudio; en la segunda etapa un panel de cinco expertos en el área diseñó un instrumento de evaluación de conocimientos básicos de la materia de probabilidad y estadística; en la tercera etapa, se aplicó un cuestionario utilizando la plataforma SAE (Sitio Educativo Acatlán) a una muestra de 49 alumnos de tercer semestre de la FES Acatlán, UNAM, en la licenciatura de ingeniería civil en donde se aborda la temática, objetivo y el nivel de conocimientos del curso (concepto, procedimiento, aplicación y reconocimiento del tema a utilizar). En la cuarta etapa se utilizó, el programa J Metrik para la evaluación de los reactivos propuestos que se formularon de acuerdo con los bloques temáticos, con escala de opción múltiple, debido a que da un mayor alcance de encuestados, son fáciles de resolver, puntuar, procesar de forma objetiva y fiable tal como lo señala Gronlund (1993). Cada reactivo se construyó con cuatro posibles respuestas, con únicamente una respuesta correcta. Dentro de las posibles opciones no se consideran alternativas como "ninguna de las anteriores" o "todas las anteriores" que son consideradas poco recomendables en este tipo de cuestionarios, (Nunnally 1972; Thorndike 1991). Las respuestas se distribuyeron de forma aleatoria, por lo que cada alternativa (a, b, c, d) estuvo representada de forma equilibrada en cuanto a la corrección de la respuesta.

El objetivo del instrumento fue evaluar el grado de dificultad del examen e identificar los efectos, los impactos y la eficiencia en el aprendizaje. En relación con el área de evaluación se ha observado un interés creciente por la evaluación del aprendizaje a gran escala, lo que ha permitido un mejor

entendimiento y caracterización del logro educativo de los estudiantes Maher, (2004); Martínez-Padilla y Pérez-González (2008); Cancela et al., (2010).

Las temáticas abordadas en el diseño del cuestionario fueron: estadística descriptiva, se consideraron reactivos del tipo conceptual para la identificación de distribuciones de frecuencia y de gráficas, medidas de asimetría y medidas de tendencia central; probabilidad y distribuciones, los reactivos fueron del tipo conceptual, procedimiento y aplicación abordando ítems de reglas de probabilidad, probabilidad condicional, distribuciones discretas y continuas e interpretación de funciones de densidad y distribución.

La validez del cuestionario se obtuvo a partir de dos puntos: primeramente, el diseño del cuestionario fue realizado por un panel de expertos que se encuentran familiarizados con la materia y segundo punto, se realizó la aplicación de una prueba piloto a un grupo de estudiantes para asegurar que los ítems cumplan con condiciones básicas de conocimiento sobre la materia y plan de estudio en curso.

La evaluación del instrumento, junto con el análisis de las temáticas y cuestionario permite analizar la posibilidad de replantear los conocimientos, así como las capacidades y destrezas que los estudiantes universitarios deben adquirir, y permite participar activamente en los procesos de acreditación nacional de la institución.

La investigación en la evaluación educativa proporciona información de gran importancia tanto para las Instituciones de Educación Superior, como para la elaboración de programas y cursos concretos, Nowatzki (2004); Bornmann et al., (2006). Sin embargo, la selección de indicadores apropiados de dicha eficacia es una tarea difícil, especialmente cuando los criterios no están bien definidos, Praslova (2010).

La dificultad de un ítem se entiende como la proporción de personas que responden correctamente un reactivo de una prueba entre el número total de personas que contestó el ítem, es decir, entre mayor sea esta proporción, menor será su dificultad. Es así, que se trata de una relación inversa: a mayor dificultad del ítem, menor será su índice (Wood, 1960). Usualmente, a esta proporción se le denota con una p , e indica la dificultad del ítem (Crocker y Algina, 1986). En el caso de la discriminación, si la prueba y un ítem miden la misma habilidad o competencia, podemos esperar quien tuvo una puntuación alta en todo el test deberá tener altas probabilidades de contestar correctamente el ítem.



También debemos esperar lo contrario, es decir, que quien tuvo bajas puntuaciones en la prueba, deberá tener pocas probabilidades de contestar correctamente el reactivo. Así, un buen ítem debe discriminar entre aquellos que obtuvieron buenas calificaciones en la prueba y aquellos que obtuvieron bajas calificaciones. La correlación del punto biserial (rpbis) se utiliza para saber si las personas *adecuadas* son las que obtienen las respuestas correctas, que tanto poder predictivo tiene el reactivo, y cómo puede contribuir a las predicciones. Henrysson (1971) sugiere que el rpbis dice más sobre la validez predictiva de la prueba que el coeficiente de correlación biserial, ya que tiende a favorecer los reactivos de dificultad media. También se sugiere que el rpbis es una medida que combina la relación entre el criterio del reactivo y el nivel de dificultad.

RESULTADOS

Del análisis realizado en los planes de estudio de las facultades de la UNAM que imparten la carrera de ingeniería civil se observó que existe una gran discrepancia, como se muestra en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1 Comparación de la asignatura en facultades de la UNAM

		FES Acatlán	FES Aragón	Facultad de Ingeniería	
Asignatura		Probabilidad y estadística	Probabilidad y estadística	Probabilidad	Estadística aplicada a ingeniería civil
	Semestre	3	2	4	6
Hora / semana	Teóricas	2	4.5	4	3
	Prácticas	2	0	0	0
Créditos		6	9	8	6
Estatus (carácter)		obligatoria	obligatoria	obligatoria	obligatoria
Plan		2014	2007	2016	2016
Modalidad		Curso-taller	curso	curso teórico	curso teórico

Objetivos generales	El alumno analizará los conceptos y las técnicas del método estadístico y la teoría básica de la probabilidad, enfocados al manejo de información aplicable al campo de la ingeniería civil.	Analizar los elementos de la teoría de la probabilidad y la estadística, que permitan al estudiante explicar fenómenos aleatorios relacionados con la ingeniería y tomar decisiones en situaciones de incertidumbre.	El alumno aplicará los conceptos y la metodología básica de la teoría de la probabilidad para analizar algunos fenómenos aleatorios que ocurren en la naturaleza y la sociedad.	El alumno aplicará los conceptos de la teoría, metodología y técnicas estadísticas, modelará y resolverá problemas de ingeniería con el muestreo, representación de datos e inferencia estadística para tomar decisiones en las diferentes áreas de ingeniería civil: construcción, estructuras, geotecnia, hidráulica, sanitaria y ambiental y sistemas y planeación.
---------------------	--	--	---	--

Elaboración propia

Cuadro 2 Comparación de horas por semestre

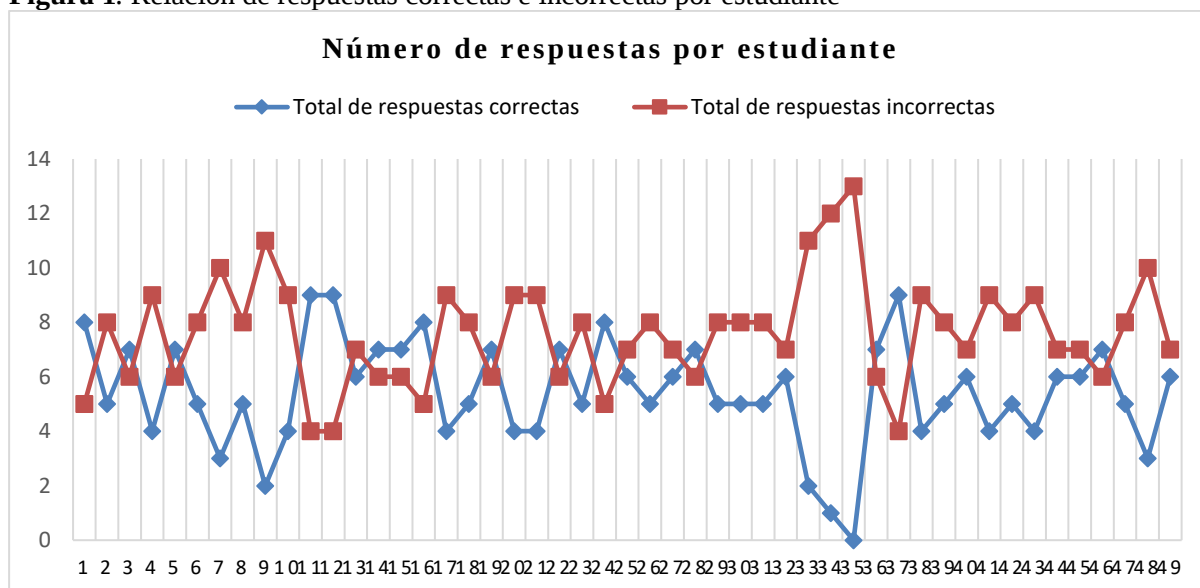
		Horas semestrales			
		FES Acatlán	FES Aragón	Facultad de Ingeniería	
Asignatura		Probabilidad y estadística	Probabilidad y estadística	Probabilidad	Estadística aplicada a ingeniería civil
Tema	Estadística descriptiva	14	6	-	9
	Probabilidad y distribuciones	24	36	64	-
	Estadística inferencial y regresión lineal	26	30	-	39
Total de horas por sede		64	72	112	

Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la prueba piloto fueron comparados encontrando resultados de interés. En la figura 1, se muestra el número de respuestas correctas e incorrectas que obtuvo cada uno de los estudiantes.



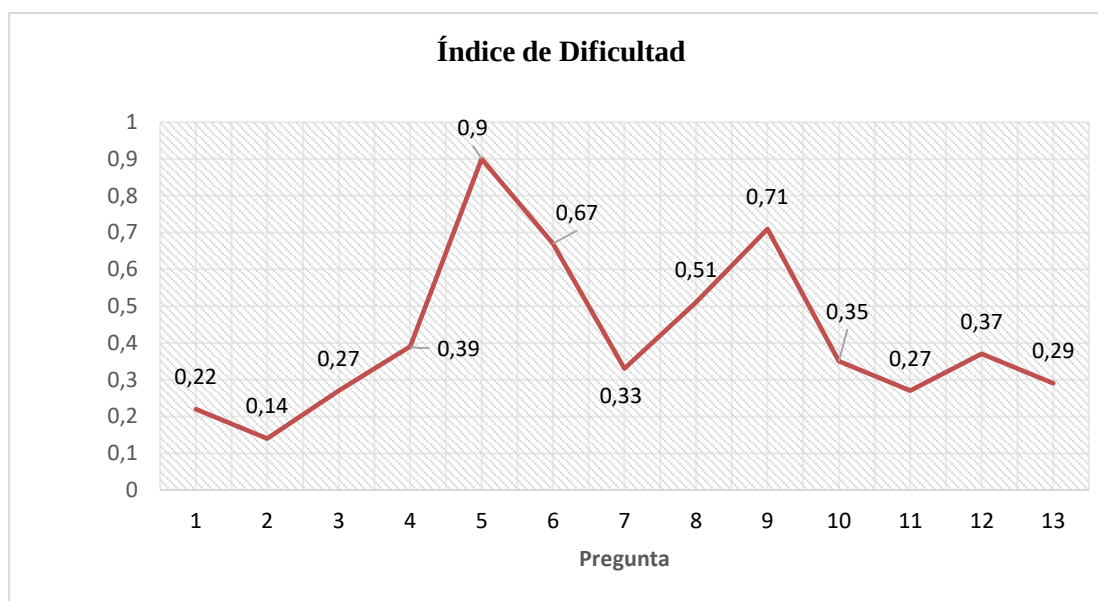
Figura 1. Relación de respuestas correctas e incorrectas por estudiante



Elaboración propia

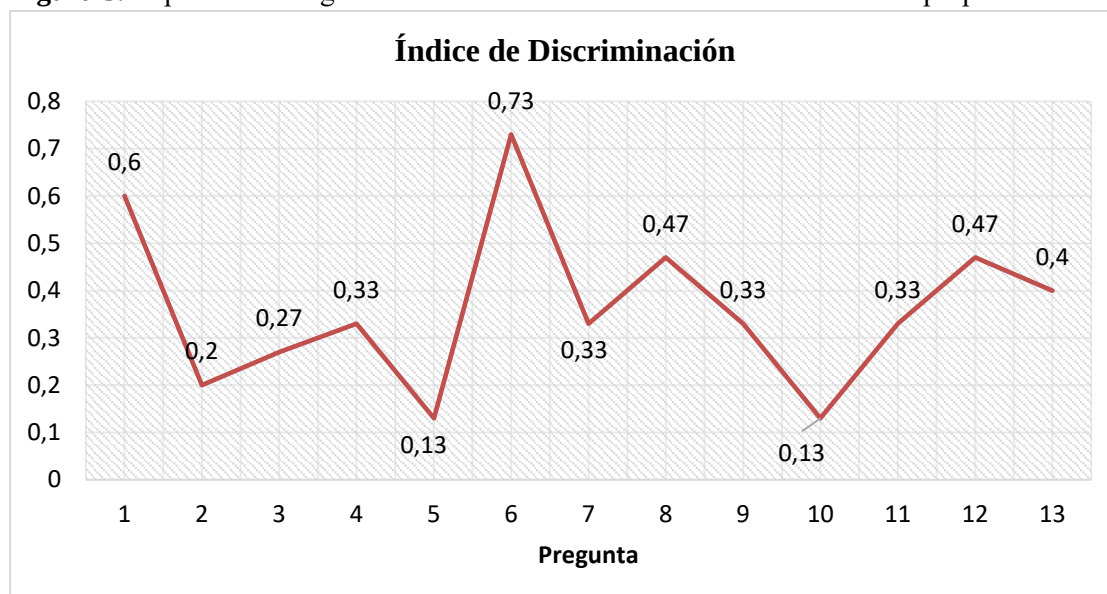
En la figura 2, se muestra el grado de dificultad de cada uno de los reactivos contestados por la muestra de 49 estudiantes.

Figura 2. Grado de dificultad de reactivos.



Posteriormente, se obtuvo el índice de discriminación de cada uno de los ítems propuestos, ver figura 3.

Figura 3. Representación gráfica del índice de Discriminación. “Elaboración propia”



A continuación, se presenta en el cuadro 3 la clasificación de los ítems de acuerdo con sus características psicométricas en términos de los índices de dificultad y discriminación, media y desviación estándar, que ayuda a determinar que ítems se debe conservar y cuales descartar, dado su comportamiento.

Cuadro 3 Comparación Ítems

Pregunta	Dificultad		Discriminación		Media	Desviación estándar	rpbis	
P1	0.22	difícil	0.60	excelente	.22	.42	.490	conservar
P2	0.14	difícil	0.20	regular	.14	.35	.244	revisar
P3	0.27	difícil	0.27	regular	.27	.44	.349	conservar
P4	0.39	difícil	0.33	adecuado	.39	.49	.328	conservar
P5	0.90	muy fácil	0.13	pobre	.90	.30	.175	descartar
P6	0.67	fácil	0.73	excelente	.67	.47	.593	conservar
P7	0.33	difícil	0.33	adecuado	.33	.47	.279	conservar
P8	0.51	moderada	0.47	adecuado	.51	.50	.352	conservar
P9	0.71	fácil	0.33	adecuado	.71	.45	.295	conservar
P10	0.35	difícil	0.13	pobre	.35	.48	.155	descartar
P11	0.27	difícil	0.33	adecuado	.27	.44	.325	conservar
P12	0.37	difícil	0.47	adecuado	.37	.48	.427	conservar
P13	0.29	difícil	0.40	adecuado	.29	.45	.331	conservar

Elaboración propia

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



Al analizar el número de horas dedicadas al aprendizaje de la materia de probabilidad y estadística de la licenciatura de ingeniería civil, se tiene que en la FES Acatlán, cuenta con 64 horas al semestre, es bajo comparado con el número de horas de la FES Aragón con 72 horas al semestre y de la Facultad de Ingeniería que cuenta con un total de 112 horas totales dividido en dos materias, una contiene 64 horas y la segunda materia cuenta con 48 horas. Respecto al contenido temático que abarcan cada una de las facultades, se tiene mayor extensión de temas en la FES Acatlán. Esta situación ha provocado que exista una baja eficiencia en el aprendizaje de la materia provocando falta de aplicación de los sistemas estadísticos a la ingeniería civil aunado al número de créditos, causando una gran desmotivación en los alumnos. Esto pudo observarse al tomar una muestra de 49 alumnos y aplicarles un examen de conocimientos, en el que se evaluó y analizó la calidad de los reactivos con dos indicadores fundamentales el nivel de dificultad y el índice de discriminación.

La forma esencial de conocer la calidad de los reactivos de una prueba es poniéndolos en práctica y analizando su comportamiento empíricamente, es por ello que los estudiantes contestaron los ítems de la prueba piloto mencionada en la metodología, capturando los resultados en una base de datos para realizar posteriormente los análisis estadísticos correspondientes. Básicamente, la preparación consistió en transformar los resultados crudos de los estudiantes en un formato binario (0 y 1), se evaluó el índice de dificultad de los ítems propuestos, de los cuales resultó ser muy fácil (P5), fáciles (P6, P9), moderadamente fáciles (P8) y resto de las preguntas (P1, P2, P3, P4, P7, P10, P11, P12 y P13) resultaron ser difíciles.

En la evaluación del comportamiento de los ítems utilizando el índice de discriminación, permite que cada ítem diferencie entre los alumnos que tienen altas y bajas calificaciones. Con base en los resultados obtenidos y en Ebel y Frisbie (1987) se determinó que los ítems (P1, P6) tienen excelente nivel de discriminación, deben ser conservados. Los ítems (P4, P7, P8, P9, P11, P12 y P13) discriminan de manera adecuada, deben ser conservados. Los ítems (P2 y P3) tiene una discriminación regular por lo que necesitan ser revisados, así mismo los ítems (P5 y P10), no discriminan, deben ser descartados.



Con el coeficiente de correlación biserial (r_{bis}), se puede observar en los ítems (P1, P3, P4, P6, P8, P9, P11, P12 y P13) que tienen correlaciones adecuadas. Los ítems (P1, P6 y P12) son considerados excelentes. Los ítems (P2, P5 y P7) reflejan una baja correlación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bornmann, L., Mittag, S., y Daniel, H. D. (2006). Quality assurance in higher education meta-evaluation of multi-stage evaluation procedures in Germany. *Higher Education*, 52(4), 687-709. doi: <https://doi.org/10.1007/s10734-004-8306-0>
2. Cancela, A., Sánchez, A., Gandón, R., y Rey, M. (2010). La Gestión de Calidad ante la Actual Dimensión Universitaria en España. *Formación Universitaria*, 3(2), 29-36.
3. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062010000200005>
4. Castillo Arredondo, S., y Bolívar Botía, A. (2002). *Compromisos de la Evaluación Educativa*. Madrid, España: Pearson Educación.
5. Cochran, J. (2005). Can you really learn basic probability by playing a sports board game? *The American Statistician*, 59(3), 266-272. doi: <https://doi.org/10.1198/000313005X55251>
6. Crocker, L. M., y Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Harcourt, New York, 527.
7. Ebel, R. L., y Frisbie, D. A. (1987). Essentials of Educational Measurement. *JEM*, 24(2), 182-184.
8. Fischbein, H. (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*. Holland: Springer Netherlands.
9. Gal, I., y Ginsburg, L. (1994). The Role of Beliefs and Attitudes in Learning Statistics: Towards an Assessment Framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2), 1-16. doi: <https://doi.org/10.1080/10691898.1994.11910471>
10. Gal, I., Ginsburg, L., y Schau, C. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics education. *The Assessment Challenge in Statistics Education*, 37-51.
11. Gronlund, N. E. (1993). *How to make achievement tests and assessments*. Boston: Allyn & Bacon.



12. Henrysson, S. (1971). Gathering, analyzing, and using data on test items. *Educational measurement*, 2, 130-139.
13. Hita María, J. L. (2015). *Aplicación de métodos estadísticos a la ingeniería de túneles y obras subterráneas*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. de Minas y Energía (UPM), Madrid.
14. Maher, A. (2004). Learning Outcomes in Higher Education: Implications for Curriculum Design and Student Learning. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 3(2), 46-54.
15. Martínez-Padilla, J. H., y Pérez-González, J. A. (2008). Efecto de la Trayectoria Académica en el Desempeño de Estudiantes de Ingeniería en Evaluaciones Nacionales. *Formación Universitaria*, 1(1), 3-12. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062008000100002>
16. McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* p. (575–596). Macmillan Publishing Co, Inc.
17. Nowatzki, E. A. (2004). Model for education, professional preparation, and licensure of civil engineers. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 130(4), 269-279.
18. Nunnally, J.C. (1972). *Educational Measurement and Evaluation*. 2nd Ed. New York: McGraw-Hill Book Company.
19. Praslova, L. (2010). Adaptation of Kirkpatrick's four level model of training criteria to assessment of learning outcomes and program evaluation in Higher Education. *Educational Assessment Evaluation and Accountability*, 22 (3), 215-225. doi: <https://doi.org/10.1007/s11092-010-9098-7>
20. Tejedor, F. J., Rodríguez Diéguez, J. L. (1996). *Evaluación Educativa: I. Evaluación de los Aprendizajes de los Alumnos*. Salamanca: Universidad, Instituto de Ciencias de la Educación. Madrid, España.
21. Thorndike, R.M., Cunningham, G.K., Thorndike, R.L., Hagen, E.P., (1991). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. 5 th Ed. New York: MacMillan Publishing Company,



22. Viles, E. (2007). Análisis didáctico de la Estadística y la calidad en los estudios de Ingeniería Industrial. *Tecnura*, 11(21), 54-62.
23. Wild, C., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>
24. Wood, D. A. (1960). *Test Construction: development and interpretation of achievement tests*. Columbus, OH: C. E. Merrill Publishing Company. doi: <https://doi.org/10.1177/001316446102100125>

