

## Probabilidad y estadística para fundamentar casos prácticos en la especialidad de Ingeniería Industrial

### Probability and statistics to support practical cases in the specialty of Industrial Engineering

MARTINEZ-ACOSTA, María Teresa<sup>1,2,\*†</sup>, CAMACHO-RÍOS, Alberto<sup>3</sup> y SÁNCHEZ-LUJÁN, Bertha Ivonne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TecNM: Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez. Av. Tecnológico s/n, Jiménez Chih.,

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Docencia (CID), Calle Lucio Cabañas #27, Chihuahua, Chih.

<sup>3</sup>TecNM: Instituto Tecnológico Chihuahua II, Av. de Las Industrias #1101, Chihuahua, Chih.

ID 1<sup>er</sup> Autor: *María Teresa, Martínez-Acosta* / ORC ID: 0000-0001-8934-4843, CVU CONACYT ID: IT16D725

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Alberto, Camacho-Ríos* / ORC ID: 0000-0002-0685-4723, Researcher ID Thomson: C-6849-2017, CVU CONACYT ID: IT18C618

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Bertha Ivonne, Sánchez-Luján* / ORC ID: 0000-0002-3595-8281, CVU CONACYT ID: 342583

Recibido 13 de Enero, 2018; Aceptado 02 de Marzo, 2018

#### Resumen

Se describe la importancia de la rama estadística en la enseñanza de la ingeniería industrial, y se presentan los resultados parciales de una investigación en desarrollo, para situar el grado de relación que guarda la enseñanza de la probabilidad y estadística con el proceso de aprendizaje de las materias de especialidad, que los estudiantes deben alcanzar para poder comprender, analizar e interpretar prácticas diseñadas por el profesor, en libros de texto e incluso en la vida real cuando tengan que efectuar sus residencias profesionales. Se utiliza la ingeniería didáctica en el estudio, tanto al analizar la parte formadora (docentes), como en la parte receptora (estudiantes). Se observan deficiencias en los estudiantes en las últimas materias estadísticas en su formación como ingenieros. Los principales resultados, los conceptos básicos reconocidos por el estudiante, y los que no se encuentran aprendidos adecuadamente. Siendo necesarios para que el estudiante avance y comprenda de manera efectiva materias de la especialidad en su carrera.

**Ingeniería didáctica, Probabilidad y estadística, Ingeniería industrial**

#### Abstract

The importance of statistics in industrial engineering teaching is described in this paper, and the partial results of an ongoing research are also described. The purpose of this research is to observe the grade of correlation between the teaching of probability and statistics with the process of learning subjects regarding engineering. These subjects must be understood by students to comprehend, analyze and interpret practices designed by the professor, textbooks and real life in situations such as internships. Didactical engineering is employed in this research to analyze the forming part (professors), and the receptors (students). Weaknesses are observed in the students regarding the latest statistics subjects in their studies as future engineers. The primary results, the essential concepts recognized by the student, and the ones that haven't been learned properly. These concepts are necessary for the students to advance and further achieve a better comprehension of the subjects regarding engineering in their degree of choice.

**Didactical engineering, Probability and statistics, Industrial engineering**

**Citación:** MARTINEZ-ACOSTA, María Teresa, CAMACHO-RÍOS, Alberto y SÁNCHEZ-LUJÁN, Bertha Ivonne. Probabilidad y estadística para fundamentar casos prácticos en la especialidad de Ingeniería Industrial. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2018, 2-5: 10-18

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mtmartineztec@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Hoy en día los cursos de probabilidad se imparten desde el nivel medio superior de estudios, en varias de las especialidades curriculares que ofrecen los bachilleratos. Así sólo una parte de la matrícula que ingresa a estudiar la carrera de Ingeniería Industrial en la Institución de nivel superior seleccionada, cuenta con una formación, al menos en sus registros académicos, en probabilidad y estadística.

Por otro lado, las materias que dan sucesión a la probabilidad y la estadística integran parte importante de la retícula y formación en la carrera profesional en Industrial desde tiempo atrás, pasando por varios cambios de planes en las últimas décadas en el sistema tecnológico. Se conservan los temas que los especialistas consideran no modificables, al revisar los temarios.

Por lo anterior, el seguimiento al avance académico en esa rama del estudiante es de gran importancia, sin menosprecio a otras, como son la cadena de asignaturas humanistas y sociales, así como la rama de materias en producción, calidad y productividad.

La asignatura de Probabilidad y Estadística es la que se analiza en el presente artículo, que da inicio a un vínculo que se presenta a partir del segundo semestre, y por lo tanto en donde comienza la enseñanza o retroalimentación de los conceptos básicos y lecciones de herramientas clásicas como el espacio muestral, las combinaciones, permutaciones, la media, mediana, varianza, desviación estándar, y que acompañarán al estudiante en su desarrollo y realización de otros temas subsecuentes en el avance de su carrera.

De manera analógica a la enseñanza y aprendizaje de las tablas de multiplicar en el nivel primario de estudios, la enseñanza y aprendizaje, no sólo de los conceptos básicos sino algunos teoremas de importancia en la probabilidad y la estadística, deben prevalecer en el estudiante de ingeniería industrial, no necesariamente de memoria, pero si en su razonamiento, apoyándose tal aprendizaje por la ejercitación y práctica, características del aprendizaje cognitivo.

Esto es complicado, aprender de memoria conceptos y fórmulas estadísticas, aunque algunas sean utilizadas desde el nivel medio escolar, se puede considerar posible recordarlas o comprenderlas con mayor agilidad si se usaron en el periodo académico anterior.

Cuando el alumno llega a tomar las materias ligadas a probabilidad y estadística, como son estadística I y II, entre otras, los cimientos con que cuente para profundizar en los temas del contenido de la asignatura serán fundamentales para la comprensión y se considera pueden facilitar el avance de conocimientos adquiridos. De igual manera al incorporar software estadísticos en clase, los conocimientos previos serán indispensables para enriquecer el proceso de enseñanza.

El grupo de estudio expuesto a continuación, presenta dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el curso, esto fue manifestado por el catedrático que imparte la materia, y mediante la observación fue posible verificarlo, pues se asistió a varias clases ordinarias, se disfrazó la inspección ante el grupo, al realizar otras actividades dentro del laboratorio-aula, y así pasar como desapercibido en los momentos en que se toman los datos de desenvolvimiento del grupo.

## Justificación

En un ingeniero industrial, la formación en el área estadística es trascendente en su currículum personal como estrategia y valor agregado.

Es una condición en ocasiones para que el egresado de la carrera pueda conseguir no sólo su residencia profesional en ciertas empresas que demandan practicantes en el campo industrial, y con esto el alumno pueda concluir sus estudios y obtener la experiencia recomendada, además para el recién egresado generalmente es un requisito a cubrir.

Ya que busca ingresar al campo laboral, y debe contar con las capacidades y conocimientos para utilizar ciertas herramientas y métodos dentro de los procesos productivos, como podrían ser: el control estadístico de proceso (SPC por sus siglas en inglés), índice de capacidad del proceso (CPK), entre otros.

Los estudiantes al cruzar la mitad de su carrera y tener mayor consciencia de lo que representa su formación para poder ofrecer sus servicios al egresar, generalmente se esfuerzan en aprovechar las materias que cursan, pero sus resultados a veces se observan frustrantes al empeñarse para cumplir con sus trabajos y prácticas, y no interpretar en ocasiones la información que obtienen o como obtener los resultados.

El desarrollo de una asignatura tiene dos partes fundamentales en la que transita el proceso de enseñanza-aprendizaje. El fin que persigue el proceso es la adquisición de conocimiento, pero es imprescindible no sólo la voluntad del estudiante, sino también la del profesor.

Así como el docente tiene responsabilidades, también enfrenta obstáculos durante el desempeño de su tarea, de esta manera tiene una percepción de la situación en el aprendizaje en el que él colabora.

### **Problema**

Los estudiantes de Ingeniería Industrial en la Institución, deben cursar una cadena de materias enfocadas al área estadística, con el objetivo de obtener los conocimientos necesarios, desde conceptos básicos y su aplicación, y así, en su avance académico, llegar a temas de mayor complejidad y casos prácticos industriales al final de su formación ingenieril, donde requieran realizar por último, una interpretación, después de obtener resultados mediante la aplicación de la probabilidad y estadística.

Para muchos de ellos el problema se refleja cuando se expone la dificultad para obtener el aprendizaje de las materias que se presentan en la cadena de materias.

Además limitaciones para realizar los análisis e interpretaciones a los resultados obtenidos en cada situación planteada por el profesor, por el libro, o incluso en un caso real.

Pero ¿cómo poder corroborar que uno de los factores para facilitar la comprensión de los temas en materias estadísticas, y la interpretación de las situaciones planteadas en clase, dependen del aprendizaje básico de conceptos en probabilidad y estadística y su aplicación?

No es posible regresar el tiempo, pero si es viable buscar e implementar alguna estrategia que apoye al alumno y le brinde habilidad de interpretación en estadística.

### **Hipótesis**

A mayor aprendizaje en probabilidad y estadística, mejor será su interpretación en materias de la especialidad.

### **Objetivo General**

Describir la relación de las enseñanzas previas en probabilidad y estadística con la interpretación en materias de la especialidad en estudiantes de la carrera de ingeniería industrial.

### **Marco Teórico**

Es la probabilidad y la estadística una ramificación de la matemática. En el idioma español uno de los principales iniciadores de obras en base al cálculo de la probabilidad, fue el sacerdote español jesuita, Tirso González de Santalla (1624-1705), catedrático teólogo, quien desafió ideologías y dogmas del cristianismo como religión para dar a conocer sus aportaciones, insistió por muchos años, pues sus análisis obligaban a poner en duda creencias y datos establecidos y plantear en qué grado de ocurrencia pudieron o podrían suceder.

Luego, en España, con base en los primeros autores que fueron franceses, varios profesores de matemáticas quienes publicaron sus libros, llamados en aquel entonces “curso de matemáticas”, se agregaron algunas páginas al considerar los primeros conceptos de probabilidad, esperanza de sucesos y la idea de la equiprobabilidad (Pliego & Javier, 1997).

De manera contemporánea, en un ambiente común, comenta Nelly León, que sería un error pensar que vivimos en un mundo determinista; muy por el contrario, la incertidumbre está presente en muchas situaciones de nuestra cotidianidad, por ello, aunque su estudio no haya sido abordado formalmente en la escuela, tanto los niños como los adultos tienen un conocimiento intuitivo sobre temas derivados de esa incertidumbre como lo son: el azar, la aleatoriedad y la probabilidad. (León, 2015).

Exponen Behar et al. (2002), en el contexto de la ingeniería, que se debe aprender a cuantificar el riesgo y las heurísticas que le permitirán hacerlo, por medio del resorte de la probabilidad y la Estadística. En este camino, la tarea de un ingeniero es conocer los elementos básicos de la teoría de la probabilidad, de manera que, a partir de la estimación de un evento simple, pueda obtenerse información sobre el riesgo de ocurrencia de eventos compuestos y complejos.

Así como también la Estadística puede apoyar la formación académica, al proporcionar las herramientas adecuadas para la construcción de heurísticas, a través de la llamada estimación de cantidades, por medio de intervalos de confianza.

En un trabajo de Del Pino & Estrella (2012), explican que para enfrentar las dificultades en el aprendizaje de la Estadística hay que reflexionar en profundidad sobre la naturaleza y el desarrollo del razonamiento estadístico, así como también qué significa entender y aprender los conceptos estadísticos.

Generalmente se subestima la dificultad que tienen los estudiantes para comprender conceptos básicos de Probabilidad y Estadística, pues pueden ser complejos y contrarios a la intuición, lo que induce a los estudiantes a cometer errores.

### Ingeniería Didáctica

En el entorno de la disciplina matemática y su didáctica, surge la noción de *la ingeniería didáctica*, apoyada en las tareas que realiza un ingeniero, el cual tiene que utilizar sus conocimientos aprendidos dentro de su área formativa para realizar un proyecto determinado, y atento a que en cualquier momento su trabajo será valorado de manera científica en su proceso y en resultados.

Sin embargo, el ingeniero sabe que, al mismo tiempo, se encuentra obligado a trabajar con objetos más problemáticos que los objetos que la ciencia descarta y, de esa forma, tiene que afrontar prácticamente todos los obstáculos que se le presentan por estar en la situación actual, en otras palabras, tendrá en ocasiones que utilizar su ingenio de forma eficaz.

La ingeniería didáctica, al surgir en la década de los ochentas, busca ser percibida como el medio de abordar dos cuestiones cruciales, dado el estado de desarrollo de la didáctica de las matemáticas en esa época, situaciones que hasta la fecha son observables:

1. Las relaciones entre la investigación y la acción en el sistema de enseñanza.
2. El papel que conviene hacerle tomar a las “realizaciones didácticas” en clase, dentro de las metodologías de la investigación en didáctica (Artigue, Douady, Moreno, 1995).

“El entorno inmediato de un sistema didáctico está constituido inicialmente por el sistema de enseñanza, que reúne el conjunto de sistemas didácticos y tiene a su lado un conjunto diversificado de dispositivos estructurales que permiten el funcionamiento didáctico y que intervienen en él en diversos niveles” (Chevallard, 1998, p. 8).

El punto número uno, afronta el riesgo de la percepción de innovar, cuando son apreciados sin articular dos momentos en el proceso científico-técnico (investigación y acción).

No es difícil observar que la idea de la innovación es presumida, el objetivo de innovar busca indirectamente sobresalir de lo ordinario, sin observar concienzudamente los beneficios, si no se le presta cuidado en el campo de la investigación, tiende a no considerar la historia científica, entonces la innovación puede aminorar un acercamiento al sistema educativo.

Si solamente el momento acción tiene presencia en un proyecto, y se presenta como el total de una investigación, dificulta la manera de medirlo, y da pie a realizar de manera incorrecta el proceso científico-técnico.

Como segunda cuestión, la ingeniería didáctica se distingue primordialmente por un diseño experimental sustentado en las realizaciones didácticas en el curso, es decir, sobre la concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza (Artigue et al., 1995).

La ingeniería didáctica tiene como identificación y estrategia comparativa, en cuanto a otros tipos de investigación, que se apoyan en la experimentación en clase, es decir, analizar el registro en el cual se ubica y atender las formas de validación a las que está asociada.

Dentro de un enfoque comparativo, una característica más, es que las investigaciones que recurren a la experimentación en clase se sitúan por lo general con validación externa (encuestas, entrevistas, tests), pero aplicando la comparación estadística del rendimiento de grupos experimentales y grupos de control.

En el planteamiento que hacemos de la ingeniería didáctica, de modo contrario a lo anterior, su estructura se forma con el registro de los estudios de casos y cuya evaluación es en esencia interna, basada en el contraste entre el análisis a priori y a posteriori del tema de que se trate.

La metodología de la ingeniería didáctica, delimita cuatro fases de proceso:

### Fase 1. De análisis preliminar

- El análisis epistemológico de los contenidos contemplados en la enseñanza.
- El análisis de la enseñanza tradicional y sus efectos.
- El análisis de las concepciones de los estudiantes, de las dificultades y obstáculos que determinan su evolución (dimensión cognitiva).
- El análisis del campo de restricciones donde se va a situar la realización didáctica efectiva (dimensión didáctica).
- Y, por supuesto, todo lo anterior se realiza teniendo en cuenta los objetivos específicos de la investigación.

### Fase 2. De concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas de la ingeniería

- Las variables macro-didácticas o globales, concernientes a la organización global de la ingeniería
- Y las variables micro-didácticas o locales, concernientes a la organización local de la ingeniería, es decir, la organización de una secuencia o de una fase.

### Fase 3. De experimentación

Esta fase no requiere más explicaciones, es la acción que al ser desarrollada dará paso al análisis respectivo.

### Fase 4. De análisis a posteriori y evaluación.

La comparación de dos análisis, el a priori y a posteriori, tienen como propósito, en esencia la validación de las hipótesis formuladas en la investigación. Un análisis a priori, debido a su extensión, y a fortiori, al interpretar la comparación de ambos resultados, es prácticamente incomunicable en toda su extensión.

Los resultados ante un problema en la ingeniería, de manera técnica, también busca probar o negar una hipótesis, pero la interpretación o argumento es más generalizado, propone mejoras de formas técnicas y numéricas comúnmente.

En la ingeniería dinámica de la enseñanza, es diferente, considera dos adjetivos que tienen relación, *obsolescencia* y *replicabilidad* dentro de la clase. Cuando éstos aparecen dentro del aula, se dice que el docente va evolucionando su comportamiento ante el alumnado, aunque no es común identificarlos.

Modifica las estrategias de enseñanza, puede pasar de cambiar en un tema el número de interrogantes sobre sus conceptos, y agregar más preguntas abiertas o cerradas, entre otras situaciones señaladas como características internas.

Algunas acciones tentativas son, el tiempo de silencio del profesor frente al grupo, la utilización de sus registros, el espacio que otorga a sus explicaciones, y las aportaciones de los alumnos, la selección que realiza de las actividades para aplicar (tipos de ejercicios de repaso, problemas abiertos, la duración y lugar de las actividades, duración del tema, la adecuación de los controles/evaluación).

Lo anterior son algunos de los recursos de las representaciones, los cuales comúnmente aplica el docente que, de hecho, podemos señalar que diferencian sustancialmente las formas de enseñar, y a su vez inciden en el aprendizaje (Robert & Boschet, 1984).

Desafortunadamente, para quienes tienen el propósito de querer estudiar ese tipo de características internas, de modo cualitativo, presentan temor a no ser comprendidos en sus investigaciones, y optan habitualmente por la evaluación con características a las que pueda dárseles un valor numérico, que son más sencillas de plantear y medir estadísticamente.

De tal forma que dejan de lado el registro de la comunicación científica, y así adoptar el pensamiento natural simplemente, que no es incorrecto, cabe recalcar, pero carece de elementos internos que la ingeniería didáctica puede considerar y estudiar, lo que perjudica de tal manera el proceso de replicabilidad, u obtención de información que el investigador quiera adquirir para darla a conocer, analizar o ampliar su indagación en un futuro.

### Metodología

1. Definir las partes del análisis
2. Selección del proceso de investigación
3. Determinar la población y tamaño de muestra en profesores
4. Diseño de preguntas detonadoras para realizar encuesta a profesores
5. Aplicación, recolección y análisis de la información
6. Determinar la población y tamaño de la muestra en estudiantes
7. Diseño de test diagnóstico para estudiantes
8. Aplicación, recolección y análisis de la información
9. Contrastar pregunta de investigación con los resultados
10. Generar informe

### Tipo de investigación

El tipo de investigación es transeccional, correlacional-causal, ya que tiene como propósito describir las variables:

1) Enseñanzas en probabilidad y estadística y 2) interpretaciones de los aprendizajes en materias de especialidad. Analizar sus incidencias e interrelación en un momento dado (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).



**Figura 1** Cadena de asignaturas en área estadística en la carrera de Ing. Industrial

*Fuente: Elaboración propia*

### Pregunta de investigación

¿Cómo se relacionan las enseñanzas en probabilidad y estadística con la interpretación en materias de especialidad de Ingeniería Industrial?

### Métodos

Con base en la exposición de las etapas de la ingeniería didáctica, y de los criterios básicos en cada una de ellas, se consideró que para la situación que se planteó en el presente trabajo, cuyo objetivo es: “describir la relación que guardan las enseñanzas previas en probabilidad y estadística con la interpretación en materias de la especialidad en estudiantes de ingeniería industrial”, la fase uno de la metodología, en su tercera consideración:

El análisis de las concepciones de los estudiantes, de las dificultades y obstáculos que determinan su evolución, fue la seleccionada.

Este trabajo en su población y muestra de estudio se integra de 2 partes: la primera la forman tres docentes, con perfil de Ingenieros Industriales, que imparten la asignatura de Ingeniería de Calidad, de manera regular.

La otra parte es un grupo de 28 estudiantes del sexto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, en el semestre Enero-Junio 2018, cursa la materia de Ingeniería de Calidad, la quinta asignatura de la cadena que inicia con probabilidad y estadística en su formación (figura 1), en el mes de marzo iniciaron prácticas utilizando el software minitab para su mayor comprensión.

MARTINEZ-ACOSTA, María Teresa, CAMACHO-RÍOS, Alberto, SÁNCHEZ-LUJÁN, Bertha Ivonne. Probabilidad y estadística para fundamentar casos prácticos en la especialidad de Ingeniería Industrial. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2018

Los resultados se presentan en 2 etapas, se muestra primero la información de la parte formadora (primera etapa), y enseguida la obtenida por la parte receptora (segunda etapa), (figura 2).



**Figura 2** Partes dentro del proceso enseñanza-aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

## Resultados

### Primera etapa

En base a 4 preguntas detonadoras, con la finalidad de obtener información, durante el proceso en la etapa de enseñanza. Se obtienen las impresiones de 3 profesores marcados como P1, P2 y P3, sobre el rendimiento y avance del grupo en cuanto al aprendizaje de los temas (ver Tabla 1).

¿Por qué para un Ingeniero Industrial la probabilidad y la estadística tienen un papel importante?	
P1	La disciplina aumenta la capacidad de análisis y pensamiento lógico. Es la base de conocimiento de materias posteriores como Estadística I y II.
P2	Ciertos temas son imprescindibles para plantear, analizar y dar solución a casos prácticos que se le presentaran al estudiante, por ejemplo situaciones con sucesos aleatorios o pronósticos utilizados en los análisis de procesos productivos.
P3	Señalamientos, ya estimados por los anteriores, aumentando el grado de importancia que tiene la disciplina para el estudiante.
¿Qué problemas observa en los estudiantes al enseñar estadística avanzada?	
P1	El estudiante no alcanza a comprender los significados de parámetros, y de los conceptos básicos en su momento, no les queda claro el sentido de lo que aprenden, duda en cuanto a las intervenciones en nivel medio escolar dentro del área estadística.
P2	La formación en el nivel medio escolar es un factor importante, señala que al recibir en la carrera a alumnos que no cursaron un bachillerato con una especialidad en probabilidad, les es más difícil comprender y aplicar los temas al respecto en nivel superior, y genera en ocasiones un desequilibrio al momento de medir el ritmo de avance de aprendizaje del grupo.

P3	Señala la frustración que observa en algunos estudiantes al buscarlo para pedirle asesoría al no sentirse seguros de las explicaciones de los resultados que obtienen de forma numérica en sus prácticas.
<i>Considera que cualquier alumno avanzado de Ingeniería Industrial, sabe interpretar, por ejemplo, ¿Qué es la desviación estándar?</i>	
P1	No es sencillo en cualquier estudiante, la capacidad de análisis en promedio dentro del grupo, no se ha fortalecido, y en su proceso de enseñanza, como profesor, tiene dificultad para hacer comprender al alumno.
P2	Posiblemente no sepan exponer el concepto de manera formal, pero confía que la aplicación la deben saber, puesto que la practican en la asignatura que están cursando actualmente de manera más práctica.
P3	Generalmente es la etapa de las materias donde en su impartición tiene mayores problemas, recurre a varias maneras para poder llegar a la comprensión de los alumnos, y no siempre lo logra.
<i>¿Cuál es el motivo de utilizar softwares estadísticos dentro de su clase?</i>	
P1	Es solicitado en el temario, al disminuir el tiempo de proceso en la captura de datos, aplicación de fórmulas y gráficas, puede incrementar el número de prácticas del tema, y la recolección de datos sean de procesos más reales. Lo más probable al ingresar a laborar a una empresa, ubicados como profesionales industriales en un área técnica, tendrán que utilizar algún programa, puede no ser el visto en clase, pero aprenderían de manera más rápida su manejo.
P2	Coincide en que es una petición dentro del programa de la materia la utilización y práctica de un software estadístico, no se muestra muy convencido que la incorporación tenga sólo aciertos en el curso, por un lado se facilita el avance de los temas, pero el proceso de análisis e interpretación de resultados se dificulta por parte de los alumnos, se pierden en el sentido electrónico, teniendo el profesor que idear maneras de hacer entender al joven en cuanto a los resultados y gráficas.
P3	Agrega razones similares a las anteriores, no es el software el problema de raíz, según su percepción sino la historia, la preparación del estudiante durante su desarrollo.

**Tabla 1** Respuestas de los profesores

Fuente: Elaboración propia

### Segunda etapa

Se formulan preguntas que consideren los conceptos básicos y su utilidad, con redacción corta y contestación de opción abierta (figura 3), obteniendo lo siguiente:



TEST DIAGNOSTICO

Semestre y grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: DA CONTESTACIÓN A CADA PREGUNTA:

1. ¿Con tus palabras define la palabra "Probabilidad"?
2. ¿Cuál es el concepto o que representa la "media estadística" en un conjunto de datos?
3. ¿Con tus palabras define la palabra "Estadística"?
4. ¿Cuál es el concepto o que representa la "desviación estándar en un conjunto de datos"?
5. ¿A qué se refiere el término "datos agrupados"?

**Figura 3** Test de aplicación al estudiante

Fuente: Elaboración propia

Al analizar las respuestas a la primera pregunta, *¿Con tus palabras define "probabilidad"?*, se observa buen dominio del concepto de probabilidad, en la mayoría de los integrantes del curso. Con un 92.9% de los jóvenes, las expresiones más comunes fueron: *porcentaje de que ocurra un evento y posibilidades de ocurrencia de un número determinado de alternativas*, dando a entender que tienen clara la idea.

En el siguiente cuestionamiento, *¿Cuál es el concepto o que representa la "media estadística" en un conjunto de datos?*, 89.3% de las respuestas también fueron positivas, y se consideraron correctas, observando que fueron básicamente muy parecidas entre los encuestados, las palabras *"es el promedio"* agregadas a cualquier enunciado planteado, dieron certeza a considerar que tienen un aprendizaje correcto al significado del concepto.

Por lo tanto, es sencillo reparar en que durante su formación académica han aplicado lo que es un promedio y como obtenerlo, independientemente del nombre técnico de "media aritmética".

Llama la atención que para la interrogante, sobre *el concepto de estadística*, las respuestas fueron muy variadas, afortunadamente el 85.7% de las respuestas pueden ser juzgadas como aciertos, la explicación del participante permite observar que en su mayoría comprenden la finalidad que tiene la estadística, enunciados que van desde: *estudio de grupos de datos para establecer su relación, tendencias, entre otros, así como disciplina que muestra el saber aplicar formulas con datos tomados, comportamientos y gráficos*.

En esos enunciados se contempla el concepto correcto, como lo es la recopilación, análisis e interpretación de datos con el fin de deducir las características de una población.

Al preguntar sobre *la desviación estándar*, como cuarta interrogante, una parte de las contestaciones de los estudiantes, el 42.8%, consideró *la media estadística*, al aportar en sus comentarios, que *la desviación estándar es el grado en que se alejan o se acercan los datos a esa media*, mientras que el resto, 57.2% de las respuestas, no consideró la media, perdiendo sentido las contestaciones que dieron los participantes, y observando que no comprenden lo que la desviación representa.

Por último, al indagar *¿A qué se refiere el término "datos agrupados"?*, 17.8% de los alumnos dieron por respuesta enunciados acertados, frases como: *son subgrupos que se forman del total de la población, sirven para resumir los datos obtenidos, formación de rangos o niveles para facilitar el análisis*, fueron las presentadas en un mínimo de las participaciones. El resto de los alumnos dieron por respuesta frases incorrectas, alejadas de la realidad.

## Conclusiones

La relación que guardan la parte formadora en las asignaturas pertenecientes al área de la probabilidad y de la estadística (profesores), con la parte que recibe y aprende a utilizar de manera correcta y efectiva los conocimientos que debe practicar y que seguramente utilizará al desempeñar su profesión de ingeniería industrial (estudiantes) es muy estrecha.

Los docentes tienen la percepción de que los alumnos, en mayoría, han llegado a cursar las últimas materias de la cadena sin la preparación suficiente, que pueda brindarles una seguridad adecuada para reflexionar en los resultados que obtienen en las situaciones que se les plantean, y así poder abordarlos, criticarlos y poder tomar decisiones.

Al considerar la ingeniería didáctica para analizar las concepciones de los estudiantes, de las dificultades y obstáculos que determinan su evolución, se observa que los alumnos tienen un buen aprendizaje sobre conceptos generales como probabilidad, estadística y media.



Presentan carencias en conceptos como desviación estándar, datos agrupados y no agrupados, que son conceptos que se desarrollan durante un proceso estadístico.

Hasta este momento no podemos adjudicar las deficiencias a las etapas anteriores de educación del alumno, o a la falta de materias relacionadas durante el nivel medio escolar, pero se encuentran como posibles causas dentro de los comentarios de los docentes.

Por los razonamientos de los profesores, cabe la posibilidad, que los estudiantes por diferentes motivos no aprovecharon las enseñanzas del primer curso de la cadena de asignaturas, que es probabilidad y estadística, no maduraron en la interpretación del desarrollo y resultados de un problema estadístico.

Dando contestación a la pregunta de investigación, después de analizar los resultados obtenidos, se establece que la comprensión y razonamiento de enseñanzas en probabilidad y estadística, son indispensables para que el estudiante avance y destaque de manera efectiva en el proceso académico de la especialidad de la carrera, que lleva hasta concluir, no sólo la rama de materias estadísticas, sino su perfil de ingeniero industrial.

Los profesores que imparten la materia de ingeniería de Calidad, tal vez sin percibirlo consideran el factor obsolescencia, se ocupan de la evolución, al trabajar con paquetes electrónicos como apoyo didáctico, y sus impresiones al respecto. Lo importante de la tecnología es saberla aplicar, de forma que facilite y contribuya positivamente, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin olvidar las raíces de la disciplina de que se trate.

### Recomendaciones

Sería beneficioso y enriquecedor en el proceso académico de los futuros ingenieros, buscar estrategias en reuniones de trabajo dentro de la academia de ingeniería industrial para diagnosticar y nivelar a los estudiantes que avanzan en la cadena de asignaturas en el área de probabilidad y estadística, alcanzando la evolución y preparación necesaria, no sólo en materias cursadas como requisito, sino en conocimientos y preparación para temas futuros que experimentarían con mayor complejidad.

### Referencias

- Artigue, M., Douady, R. & Moreno, L. (1995). *Ingeniería didáctica en educación matemática*. Colombia: Ed. Iberoamérica.
- Behar, R., Klinger, R., Olaya, J., Andrade, M., Mesa, E., Conde, G., Delgado J. & Díaz, R. (2002). El Rol de la Estadística en el trabajo del Ingeniero. *Ingeniería y Competitividad*, 4(1), 49-50. Recuperado de [http://historiayespacio.univalle.edu.co/index.php/ingenieria\\_y\\_competitividad/article/view/2319](http://historiayespacio.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2319)
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Francia: AIQUE grupo editor.
- Del Pino, G. & Estrella, S. (2012). Educación estadística: Relaciones con la matemática. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49(1), 53-64. Recuperado de <http://www.conferencias.unc.edu.ar/index.php/xclatse/clatse2012/paper/downloadSuppFile/439/334>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Education
- León, N. (2015). Explorando las nociones básicas de probabilidad a nivel superior. *Paradigma*, 19(2), 125-143. Recuperado de <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/article/download/2928/1359>
- Pliego, M. & Javier F. (1997). Historia de la Probabilidad en España. *Revista de Historia Económica-Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 15(1), 161-176. Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/2032>
- Robert, A. & Boschet, F. (1984). *L'acquisition des débuts de l'analyse sur R dans une section ordinaire de DEUG première année. Cahier de Didactique des Mathématiques N°7*. Paris: IREM Paris VII.