

Importancia de la estadística en Ingeniería

Importance of statistics in engineering

Diego Rodríguez Centeno

Universidad Tecnológica de Tecamachalco

diegorc13@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se pretende identificar la importancia que tiene la estadística en la Ingeniería, específicamente, en las Ingeniería en Tecnologías de la Información (TI) y la Ingeniería en Procesos Industriales (PI), que se imparten en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco. Se hace una breve revisión bibliográfica para identificar qué temas aplica un ingeniero, luego, se hace la revisión del currículo de ingeniería para identificar qué asignaturas del currículo incluye temas de estadística. También se realizó una entrevista a docentes para investigar los temas que imparte en otras asignaturas y que están relacionados a estadística. Y finalmente, se hizo una breve revisión a cuatro libros que sirven como apoyo para algunas asignaturas, identificando temas de estadística en algunos de sus capítulos.

Palabras clave: estadística en ingeniería, currículo de ingeniería, aprendizaje de la estadística

Abstract

This paper aims to identify the importance of statistics in engineering, specifically in the Engineering Information Technology (IT) and Engineering in Industrial Processes (PI), they taught at the Technological University of Tecamachalco. A brief literature review is to identify which applies statistical issues an engineer, then the engineering curriculum review is to identify which subjects in the curriculum includes statistical issues. An interview with teachers was also conducted to investigate the issues they taught in other subjects that are related to statistics. And finally, there was a brief review of four books that serve as support for some subjects, identifying issues statistics in some of its chapters.

Key words: engineering statistics, engineering curriculum, statistics learning.

Fecha recepción: Enero 2016

Fecha aceptación: Junio 2016

Introducción

El interés por este tema surge de la experiencia propia como estudiante y docente, de cursos de estadística en los que no se logra el aprendizaje. Son muchos los factores que intervienen en esta problemática, pero uno muy importante es la motivación del estudiante, los estudiantes no están motivados ya que les presentamos una estadística con datos inventados, con procedimientos que usan fórmulas matemáticas complejas, sin contexto, sin aplicación real a las áreas de interés de ellos. En este trabajo pretendemos identificar las aplicaciones que tiene la estadística en las ingenierías que se imparten en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco (UTTECAM), específicamente en las carreras de TI y PI, evidenciando qué temas de estadística aplica un ingeniero en el mundo laboral, para resaltar la importancia que tiene la estadística para un Ingeniero y contribuir con esto a resolver parte de esta problemática.

Batanero (2013) comenta que la enseñanza de la estadística ha tenido un gran desarrollo en los años recientes, ahora se reconoce la importancia que tiene en la formación general del ciudadano. Actualmente hay un consenso universal de que la alfabetización estadística es un componente en la educación (profesional y posgrado) en todos los campos en los que se involucren, interpreten o presenten datos debido a las necesidades de comprender su entorno en la dinámica del mundo moderno. Es por ello que en casi todos los programas universitarios se incluye al menos un curso de estadística (Yilmaz, 1996; Behar y Grima, 2001).

La estadística aporta a los estudiantes herramientas e ideas para usar la información cuantitativa en el mundo a su alrededor (Garfield y Ben-Zvi, 2007). Rumsey (2011) comenta que en la sociedad actual aparecen números por todas partes, estadísticas de aborto, probabilidades de que un equipo gane, índices de criminalidad, la esperanza de vida de una persona que come chatarra, aprobación de un presidente, etc. Es necesario saber que hay detrás de los números, la estadística es importante en la vida de cualquier ciudadano.

Materiales y métodos

En la primera parte de la investigación se hace una revisión bibliográfica para identificar qué temas de estadística usa un ingeniero. En la segunda parte se revisaron las hojas de asignatura de dos programas de ingeniería que se imparten en la UTTECAM, para identificar qué asignaturas de estadística se imparten, y en qué otras asignaturas del currículum se abordan temas de estadística. En la tercera parte, se realizó una entrevista semiestructurada a docentes que imparten asignaturas en las ingenierías en TI e Ingeniería en PI, y que tienen experiencia en el sector productivo. En la cuarta parte, se hace un análisis de textos, de algunos libros que se usan en asignaturas que se imparten en las Ingenierías comentadas, para identificar qué temas de estadística se aplican.

1. Revisión bibliográfica

Ben-zvi y Garfield (2008) comentan que se ha incrementado la atención de parte de estadísticos, matemáticos y científicos de la educación, con respecto al desarrollo de una alfabetización estadística en todos los ciudadanos y que es necesario mejorar la educación estadística en todos los niveles. Moore citado por los autores indica que a diferencia de las matemáticas en las que los datos pueden ser vistos como números, en la estadística los datos son números con contexto, de tal forma que tienen que ser analizados significativamente considerando el contexto, ¿cómo fueron recolectados y qué representan? Moore citado por los autores escribió “La estadística es un método intelectual general que se aplica siempre que tengamos datos, y aparezcan variación y cambios. Se trata de un método fundamental porque los datos, la variación y los cambios están presentes en la vida moderna”.

Un ingeniero se enfrenta a la variabilidad y la incertidumbre en su vida profesional, Behar et al. (2002) presentan el análisis de qué elementos de estadística resuelven problemas específicos en diversas ramas de la ingeniería, entre ellos mencionan: la teoría de la probabilidad, la estimación por intervalos de confianza, los contrastes de hipótesis, la estimación del tamaño de la muestra, el diseño estadístico de experimentos, modelos de regresión, análisis exploratorio de datos, análisis de series de tiempo y pronósticos, teoría

de la fiabilidad, control estadístico de la calidad. Mencionan, que el análisis exploratorio de datos es útil para dar sentido a los datos en el contexto del problema, que la teoría de fiabilidad les permite estimar tiempos de falla o duración entre fallas de algún producto, que los modelos de regresión se usa para predecir la magnitud de alguna característica mediante el conocimiento de otras, que las series de tiempo les permite conocer el comportamiento de una variable en el pasado para hacer un pronóstico y estimar su fiabilidad, los intervalos de confianza sirven para estimar cantidades, el diseño estadístico de experimentos les facilita hacer ensayos en pequeña escala para predecir el comportamiento de un sistema, etc.

Viles (2007) comenta que la estadística es importante en la ciencia en general. Menciona que la variabilidad es un hecho básico de la naturaleza y se debe tratar como tal. El caso de la ingeniería no es distinto: la estadística se puede aplicar al diseño de nuevos productos y a su desarrollo, así como al control, a la optimización y a la mejora de la calidad de procesos de fabricación de bienes y servicios. Los ingenieros y científicos en general, se podrían beneficiar de la integración natural de los métodos estadísticos a su trabajo, si observaran los beneficios que ésta les ofrece. Destaca la necesidad de incorporar en la formación básica en estadística y calidad, de los ingenieros industriales, la importancia de medir y el proceso de muestreo y una metodología de resolución de problemas. Desarrollar en el ingeniero habilidades no sólo en el uso y en el conocimiento de herramientas estadísticas, sino también en la capacidad para redactar y comunicar los resultados obtenidos de aplicar dichos métodos.

Monleón (2010) indica que vivimos en un mundo lleno de información y que es necesario tomar decisiones en un ambiente de incertidumbre, que es característico del quehacer del ingeniero. La estadística es imprescindible para cuantificar dicha incertidumbre y para explorar el conocimiento. Destaca el autor la importancia del muestreo adecuado para que sea representativo de la población y que los resultados del mismo son probabilísticos. Comenta que la estadística es el método práctico, para describir datos económicos, políticos, sociales, psicológicos, médicos, biológicos y físicos, y la herramienta, para relacionar y analizar dichos datos. Y que a pesar de que se reconoce su importancia no hay una aceptación entre los jóvenes para su estudio y aplicación, tal vez por su dificultad matemática, desconocimiento o algún otro motivo.

León (2007) comenta que un curso de estadística para ingeniería debe motivar a los estudiantes con aprendizaje contextualizado y activo, buscando aplicaciones en el campo de interés de ellos y usando la tecnología. Y que la evaluación se use para apoyar el aprendizaje.

Como ya lo mencionamos en párrafos anteriores en los problemas que resuelve un ingeniero se presentan cambios e incertidumbre. Es así, que en la Ingeniería tenemos situaciones de carácter probabilístico que requieren de la estadística para toma de decisiones. Mencionaremos algunos ejemplos adicionales para destacar la importancia de la estadística para resolver algunos problemas del campo de la Ingeniería.

Camarena (1994) dirigió un proyecto para la NASA que media la atenuación de las señales espaciales a causa de la lluvia, el cual requirió las estadísticas de precipitación pluvial en México durante 10 años. Sin esa información estadística no se hubiera podido diseñar el modelo matemático de tipo probabilístico.

Schweitzer et al. (1995) realizaron un estudio para investigar la distribución de tiempo de frenado total (tiempo de reacción más tiempo de movimiento de acelerador a freno) durante condiciones de manejo reales a 60 km/h. Se requirió de la estadística para diseñar el experimento y analizar los datos recolectados a 51 personas.

La ingeniería y gestión del Internet dependen de la comprensión de las características de tráfico de red. Cleveland y Sun (1995) usan la estadística para modelar el tráfico observado en Internet. Los datos del tráfico de Internet son complicados, con propiedades estadísticas complejas y se tienen enormes bases de datos.

Bhuyan y Tarampi (2004) usaron los datos recolectados por el Sistema de Administración de Postes desde 1960 hasta 2000 de la B.C. Hydro, para aplicar la estadística y ajustar un modelo de predicción de la vida útil de los postes que han sobrevivido durante cierto tiempo y para decidir cuando estos postes necesitan la siguiente inspección.

Tanujit et al. (2011) presentaron una herramienta para estimar el retardo mínimo en los vuelos, que hace uso de la estadística para apoyar la toma de decisiones y ayudar en el análisis de la red de transporte aéreo de Estados Unidos de América. Esta herramienta muestra las estadísticas simples y predice los retrasos de un origen dado a un destino dado. Usa regresión, simulación y técnicas de optimización.

Medina et al. (2007) aplicaron la metodología Taguchi del diseño experimental en la planta de producción de un ingenio azucarero del Valle del Cauca, identificando factores y los mejores niveles de operación del sistema. Esta técnica de operación fue más efectiva que la técnica antes empleada. Aplicaron el diseño experimental.

Sominihac (1987) presenta la metodología estadística del diseño de experimentos como una herramienta muy usada en la Ingeniería de Construcción, para determinar al más bajo costo la efectividad real de nuevas técnicas, productos o procesos, identificando la influencia de variables independientes en la variación de la variable dependiente.

Fraga y Brito (2006) mencionan que es importante presentar a los estudiantes de ingeniería mecánica problemas de la especialidad, donde tengan que utilizar herramientas estadísticas, motivándolos y desarrollando en ellos el espíritu de investigación. La estadística que usa un ingeniero mecánico se aplica en el estudio de procesos como calor transferido por unidad de tiempo a través de un material aislante, fiabilidad de máquinas herramientas, estudio de fatiga de metales, normalización de ajustes y tolerancia en las partes que conforman una máquina, estudios de corrosión, prever las averías de un taller y diseñar el equipo de mantenimiento, etc.

2. Revisión de las hojas de asignatura de Ingeniería en Tecnologías de la Información e Ingeniería en Procesos Industriales.

Se realizó una revisión de las hojas de asignatura del currículo de las Ingenierías en TI y PI (CGUT, 2016), en estas hojas se especifica entre otras cosas, el temario. Se usó el proceso metodológico del análisis de textos, buscando identificar en ellas, qué temas de las demás asignaturas del currículo, incluyen conceptos de estadística, con esto se busca vincular la estadística con las otras asignaturas del currículo.

3. Entrevistas a profesores

Se entrevistaron a dos profesores de cada ingeniería que tuvieran experiencia en el sector productivo y experiencia en la impartición de diversas asignaturas del currículo. El método de recolección de datos fue mediante una entrevista semiestructurada con una guía de preguntas orientadas a aportar elementos acerca de qué estadística aplica en el sector

productivo, que estadística aplica en las asignaturas que imparte, y qué estadística usa en la vida cotidiana.

4. Análisis de textos

Se hizo un análisis de textos a los cuatro libros recomendados por los profesores, identificando, el capítulo y los temas de estadística que en él aparecen. Los textos que se revisaron fueron:

a) *Metrics and Models in Software Quality Engineering*, Stephen H. Kan, Addison Wesley 2002.

b) *Measuring the user experience*, Tom Tullis y Bull Albert, Morgan Kaufmann Publishers 2008.

c) *Control estadístico de la calidad y seis sigma*, Gutiérrez – De La Vara, McGraw Hill 2009.

d) *Control de calidad*, Besterfield D.H., Prentice Hall 2009.

Resultados

a) Revisión bibliográfica

En la bibliografía está bien documentado que el ingeniero enfrenta en su mundo laboral y profesional, variabilidad, incertidumbre. Y una de las herramientas más usadas para minimizar esta variabilidad y realizar análisis a los datos para una mejor toma de decisión, es la estadística. En la literatura se comenta que temas de estadística usa un ingeniero, tales como: estadística descriptiva, teoría de probabilidad, intervalos de confianza, pruebas de hipótesis, diseño de experimentos, muestreo, regresión, correlación, pronósticos, teoría de la confiabilidad, etc., son aplicados para resolver problemas en los diversos campos de la ingeniería.

b) Revisión hojas de asignatura

i) Currículo de Ingeniería en TI

Asignatura	Tema relacionado a estadística
Introducción al análisis y diseño de sistemas	Técnicas de recolección de datos
Ingeniería de Software I	Estudio de factibilidad, recolección de datos
Ingeniería de Software	Principios de usabilidad, Pruebas de usabilidad
Calidad en el Desarrollo de Software	Conceptos y métricas de calidad en el desarrollo de software
Administración de proyectos de TI I	Calidad del proyecto, estudio de factibilidad
Administración de proyectos de TI II	Análisis cuantitativo y cualitativo del riesgo
Base de Datos para aplicaciones	Business Intelligence, Datawarehouse, Datamarts, Datamining, OLAP
Auditoría de Sistemas de TI	Interpretación de la información
Desarrollo de Aplicaciones Web	Usabilidad, Pruebas de usabilidad

TSU: Formación Tecnológica

Ingeniería: Formación Tecnológica

Tabla 1: Temas de estadística en el currículo de TI.

Se observa en la tabla 1 que las asignaturas que incluyen temas relacionados a estadística son asignaturas del bloque Formación Tecnológica, no aparecen asignaturas de los bloques Formación Científica, Ciencias Básicas Aplicadas, Formación Pertinente, Formación Directiva, que son los otros bloques en los que se clasifican las asignaturas en el currículo. También se observa que un tema que se encontró tanto en el nivel TSU como en Ingeniería es el tema de usabilidad que aparece en las asignaturas de: Desarrollo de aplicaciones web e Ingeniería de Software. Es importante mencionar que en estas hojas de asignatura aparece en la materia de Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Matemático, en el tercer cuatrimestre de TSU, un capítulo de estadística descriptiva. Y la materia de estadística aplicada (10° cuatrimestre de Ingeniería), con los siguientes temas: Fundamentos de estadística descriptiva, fundamentos de probabilidad, distribuciones de probabilidad, pruebas de hipótesis, modelos de regresión lineal.

ii) Currículo de Ingeniería en PI

Asignatura	Tema relacionado a estadística descriptiva
Administración de la producción	Pronósticos
Control estadístico del proceso	Estadística Descriptiva, las siete herramientas de calidad, gráficos de control, capacidad y habilidad del proceso mediante estudio R&R y los coeficientes Cp, Cpk, etc.
Calidad	Las siete herramientas de calidad (lista de cotejo, histograma, gráfico de dispersión, gráfico de control, diagrama de Ishikawa, estratificación, gráfica de Pareto.
Administración de la Calidad	Inspección y muestreo, Seis sigma
Estudio de mercado	Análisis estadístico (uso de fuentes de información primaria y secundaria, técnicas de pronósticos de la oferta y la demanda, interpretación de datos, segmentación de mercados, etc.)
Manufactura esbelta	Seis Sigma (fase de medición-técnicas de medición estadísticas, fase de análisis-técnicas de las variables importantes)
Metrología industrial	Estudio de repetitividad y reproducibilidad
Tópicos avanzados de calidad	Metodologías PPAP y APQP
TSU: Formación Tecnológica	Ingeniería: Formación Tecnológica

Tabla 2: Temas de estadística en el currículo de PI.

Se observa en la tabla 2 que las asignaturas que incluyen temas relacionados a estadística son asignaturas del bloque Formación Tecnológica, no aparecen asignaturas de los otros bloques. También se observa que un tema que se encontró tanto en el nivel TSU como en Ingeniería es el tema de las siete herramientas de calidad que forman parte de seis sigma. Es importante mencionar que en estas hojas de asignatura aparece la materia de Probabilidad y Estadística en el tercer cuatrimestre de TSU con los siguientes temas: Estadística descriptiva, probabilidad y distribuciones de probabilidad, estimación y pruebas de hipótesis, regresión lineal y correlación, diseño de experimentos (Anova). Y la materia de estadística aplicada a la ingeniería (7° cuatrimestre de Ingeniería), con los siguientes temas: Conceptos de probabilidad y distribuciones de probabilidad (normal, binomial y poisson), estadística inferencial con pruebas de hipótesis, análisis de varianza, regresión lineal múltiple, análisis de confiabilidad.

c) Entrevista a profesores

i) Profesores de TI

En la tabla 3, se muestran los principales resultados de las entrevistas a docentes.

Pregunta	Respuesta
<i>En los cursos que ha impartido, ¿qué temas tienen relación con estadística?</i>	Métricas en el desarrollo de Software, métricas de usabilidad, herramientas de calidad de Ishikawa, diseño de cuestionarios y análisis de los resultados para medir la satisfacción de un cliente, análisis de requerimientos para identificar las expectativas del cliente al desarrollar un sistema, muestreo en la modulación de frecuencias, base de datos (datawarehousing, minería de datos, business intelligence), estudios de usabilidad.
<i>¿Qué libros de otras asignaturas ha usado y que incluyen temas de estadística?</i>	No usan libros de texto, pero sugirieron dos libros como referencias para algunos temas: 1) Metrics and Models in Software Quality Engineering, Stephen H. Kan, Addison Wesley 2002; 2) Measuring the user experience, Tom Tullis y Bull Albert, Morgan Kaufmann Publishers 2008.
<i>En el sector productivo, ¿qué temas de estadística aplica?</i>	La media para determinar el punto medio de la amplitud de una señal y para optimizar el ancho de banda, muestreo para la modulación de frecuencias y para la aplicación de encuestas de satisfacción a usuarios y/o clientes, Pareto en el desarrollo de sistemas, en los estudios de usabilidad usan gráficas de barras, gráficas de sectores y promedios, cuando se diseña un sistema de planeación estratégica (Business Intelligence) se trabaja con mucha estadística a manera de cubos de OLAP para predicción, proyección y consultas. Se usa estadística descriptiva en el diseño de sitios web para saber el número de visitas o lo que funciona en una página, y para monitorear servidores, el tráfico de red. Para asegurar la calidad en el desarrollo de software se usan datos de lo que ha pasado para interpolar lo que sucederá, cuándo falla y qué probabilidad hay de que falle.
<i>¿Aplican conceptos de estadística en la vida cotidiana?</i>	Sí, aunque inconscientemente. Al entregar reportes o informes cuatrimestrales, analizar gastos, su forma de vestir, calcular tiempos promedios de viaje, promedios escolares de sus hijos, etc.
<i>Según su experiencia y conocimientos, ¿qué importancia tiene la estadística en ingeniería?</i>	Los docentes mencionaron que la estadística fue muy importante en su maestría, específicamente en las asignaturas de Ingeniería de Software, Ingeniería de Usabilidad, Administración de Proyectos, y de manera especial en el desarrollo de la tesis, por lo que consideran que sí es importante en la Ingeniería.

Tabla 3: Entrevistas a profesores de Tecnologías de la Información

ii) Profesores de PI

En la tabla 4, se muestran los principales resultados de las entrevistas a docentes.

Pregunta	Respuesta
En los cursos que ha impartido, ¿qué temas tienen relación con estadística?	El tema de los pronósticos y la regresión lineal, Pareto para dar prioridades a ciertos problemas, Seis sigma, las gráficas de control, los índices Cp y Cpk, el estudio R&R, es importante la medición de los datos para que las inferencias sean válidas y evitar sesgos por las malas mediciones en el proceso o en el producto final, Ishikawa, correlación, muestreo de aceptación, entre otros.
¿Qué libros de otras asignaturas ha usado y que incluyen temas de estadística?	No usan libros de texto, pero sugirieron dos libros como referencias para algunas asignaturas: 1) Control estadístico de la calidad y seis sigma, Gutiérrez – De La Vara, McGraw Hill 2009; 2) Control de calidad, Besterfield D.H., Prentice Hall 2009.
En el sector productivo, ¿qué temas de estadística aplica?	Seis sigma como una metodología de mejora para monitorear la calidad, las gráficas de control a nivel operativo como ayudas visuales de la estabilidad de un proceso como ver tendencias y observar problemas como desgastes de herramientas, gráfica de dispersión para buscar la correlación entre variables como humedad y calidad de etiquetas, humedad y pérdida de peso de un producto al almacenarlo durante mucho tiempo, Ishikawa o mapas mentales buscando causas de problemas, series de tiempo o regresión lineal para identificar el comportamiento de una variable influenciada por otras, los índices Cp y Cpk para evaluar capacidad de un proceso, estudio R&R para monitorear el sistema de medición aunque esto siempre lo hace gente externa a la empresa para identificar si el problema proviene de los operadores o de las máquinas, muestreo de aceptación para aceptar o no un producto siempre se genera una ficha técnica de las características que debe cumplir un producto para recibirlo.
¿Aplican conceptos de estadística en la vida cotidiana?	Si la aplican pero tal vez sin darse cuenta, para calcular promedios de consumo de alimentación, de gastos de viaje, kanban en el refrigerador cuando se ven huecos, 5's en la casa, al calcular promedios y presentar informes académicos, etc.
Según su experiencia y conocimientos, ¿qué importancia tiene la estadística en ingeniería?	Indicaron que la estadística es fundamental para el trabajo que desempeña un ingeniero, que es importante porque se analizan comúnmente las etapas de la producción y se usan datos para tomar decisiones, siempre se están haciendo análisis de la información que junto con la experiencia facilita el éxito.

Tabla 4: Entrevistas a profesores de Procesos Industriales

d) Análisis de textos

a) Metrics and Models in Software Quality Engineering, Stephen H. Kan, Addison Wesley 2002.

En el capítulo 3, se definen los niveles de medición de los datos y algunos otros conceptos como medición de errores, confiabilidad y validez, correlación, etc. El capítulo 4 aborda las principales métricas de calidad del software en los aspectos de calidad del producto, proceso y proyecto. El capítulo 5, describe las siete herramientas de calidad de Ishikawa: Lista de cotejo, diagrama de Pareto, gráfica de dispersión, diagrama de causa y efecto, estratificación, histograma y gráfica de control. El capítulo 14, habla de los tipos de recolección de datos, de los tipos de muestreo y la escala de Likert. En el capítulo 19 concluye que en la práctica las métricas de software y medición, el control de calidad de datos es sólo un punto de partida. El proceso depende de la traducción de los datos brutos

en información y luego, en conocimiento que puede dar lugar a acciones y resultados efectivos.

b) *Measuring the user experience*, Tom Tullis y Bull Albert, Morgan Kaufmann Publishers 2008.

En el capítulo 2 se revisan conceptos básicos de estadística: tamaño de muestra; variables dependientes e independientes; tipos de datos nominales, ordinales, intervalo y razón; estadística descriptiva: medidas de tendencia central y medidas de de variabilidad, especificando cuando se recomienda usar una u otra; Comparación de medias (muestras independientes y dependientes), relaciones entre variables, correlación y gráfica de dispersión. Pruebas no paramétricas, chi-cuadrada; gráficas de barras, gráficas de líneas, gráficas de puntos, gráficas circulares. En el capítulo 4, aparecen las métricas de rendimiento: porcentaje de tareas completas; tiempo de realización de tareas; errores; la eficiencia, que se mide observando el número de acciones que cada participante realiza para completar una tarea, tomando los promedios de cada participante; facilidad de aprendizaje, medido en intentos para realizar una tarea. En el capítulo 6 se comentan las escalas de Likert y Diferencial semántico, usadas comúnmente para recolectar datos en estudios de usabilidad.

c) *Control estadístico de la calidad y seis sigma*, Gutiérrez – De La Vara, McGraw Hill 2009.

El capítulo 1 presenta conceptos de calidad, destaca que la medición es esencial para el control estadístico de un proceso. Comenta que la variabilidad forma parte de la vida diaria y es inherente a cualquier sistema de medición, el objetivo del control estadístico es reducir la variación de los procesos. El capítulo 2 presenta las herramientas de estadística descriptiva: distribución de frecuencias y su representación, medidas de tendencia central, medidas de dispersión, medidas de forma, etc. El capítulo 3 introduce los conceptos de probabilidad y las distribuciones de probabilidad binomial, geométrica, poisson, y normal. El capítulo 4 trata los temas de muestreo, los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis. En el capítulo 5 se comentan los índices de capacidad para procesos, Cp, Cpk, Cr, el índice k del centrado del proceso, el índice de Taguchi y el Cpm. El capítulo 6 presenta

las herramientas del seis sigma: diagrama de Pareto, estratificación, hoja de verificación, diagrama de Ishikawa (causa-efecto), lluvia de ideas y el diagrama de dispersión. En los capítulos 7 y 8, se describen las cartas de control para variables y para atributos. El capítulo 11 trata de monitorear el sistema de medición mediante un estudio R&R. En el capítulo 12 se comenta el muestreo de aceptación tan importante en la relación cliente-proveedor. En el capítulo 13 se trata el tema de confiabilidad, se describen algunos conceptos básicos como confiabilidad, falla, tiempo de falla, datos censurados, tiempo de vida, en qué consiste un estudio de confiabilidad y para qué sirve un estudio de usabilidad, etc.

d) Control de calidad, Besterfield D.H., Prentice Hall 2009.

El capítulo 3 presentan los conceptos de control estadístico del proceso: el diagrama de Pareto que se usa para identificar los problemas más importantes; el diagrama de causa y efecto para identificar las causas de un problema y corregir esas causas; la hoja de verificación o lista de cotejo para reunir datos para controlar el proceso y resolver problemas; el diagrama de dispersión para evidenciar la relación entre dos variables siendo una de ellas controlable; el histograma para identificar visualmente la variación en un proceso o la capacidad del mismo; las gráficas de control que permiten tomar decisiones o mostrar la mejora de la calidad, la estabilidad de un proceso. También presenta los conceptos de muestreo de aceptación, confiabilidad, diseño de experimentos, ingeniería de Taguchi, entre otros. El capítulo 4 presenta conceptos básicos de estadística descriptiva como distribución de frecuencias y su representación mediante un histograma, las medidas de tendencia central y de dispersión como técnicas analíticas complementarias a las técnicas gráficas, la distribución normal como una distribución que modela muchas de las variaciones en la naturaleza y en la industria, y el diagrama de dispersión para determinar si existe una relación de causa a efecto entre dos variables. El capítulo 5 resalta el concepto de variación y presenta las gráficas de control para variables, usadas para observar cuándo las variaciones observadas en la calidad son mayores que las que causarían la casualidad mostrando si un proceso está o no en un estado estable, si un proceso está o no controlado. El capítulo 7 presenta algunos conceptos básico de probabilidad, también presenta las distribuciones discretas Binomial y Poisson, y la distribución continua Normal. El capítulo 8 presenta las gráficas de control para atributos. Los capítulos 9 y 10 presentan el muestro

por aceptación y sus características. El capítulo 11 presenta conceptos básicos de confiabilidad y las distribuciones aplicables a la confiabilidad.

Discusión final

Como hemos comentado en los párrafos anteriores, la estadística es importante en la vida de cualquier ciudadano para comprender, analizar y tomar decisiones ante la enorme cantidad de datos que aparecen a su alrededor. Pero de manera muy especial, en el trabajo que realiza un ingeniero, quién en su quehacer diario enfrenta situaciones en donde aparece la variabilidad, la incertidumbre. Los métodos estadísticos son indispensables para reducir la variabilidad y tomar mejores decisiones en su mundo laboral.

Es indispensable que el ingeniero aplique correctamente el muestreo para recolectar datos, que aplique la teoría de probabilidades para modelar datos y calcular probabilidades, que aplique la teoría de confiabilidad para estimar tiempos de vida de productos y estimar tiempos de falla, que aplique los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis para estimar parámetros y probar supuestos acerca de ellos, que aplique las series de tiempo y la regresión lineal para estudiar el comportamiento de una variable en función de otras, que aplique el diseño de experimentos para determinar qué variables tienen mayor influencia en la variable de respuesta que interesa, etc.

Sin duda muchos temas de estadística son importantes para el trabajo de un ingeniero en TI, pero, fundamentalmente aplica temas de estadística descriptiva, y una de las aplicaciones más importantes es en las pruebas de usabilidad que él realiza cotidianamente. También resulta importante identificar que existe una vinculación entre la estadística y las demás asignaturas del currículo como se muestra en la tabla 1. Las entrevistas a profesores corroboran la importancia que tienen algunos temas de estadística en el quehacer del futuro ingeniero.

El ingeniero en PI aplica diversos temas de estadística, pero uno de los más importantes tiene que ver con las 7 herramientas de calidad fundamentales para monitorear la calidad en el proceso o al finalizar el proceso de cualquier producto. También resulta importante identificar que existe una vinculación entre la estadística y las demás asignaturas del

currículo como se observa en la tabla 2. Las entrevistas a profesores corroboran la importancia que tienen diversos temas de estadística en el quehacer del futuro ingeniero.

Los hallazgos encontrados en esta investigación nos permitirán elaborar una estrategia didáctica que incluya eventos contextualizados (problemas) y en los que se incorporen los temas que el ingeniero aplica, que le permita construir el conocimiento de la estadística y que mediante la resolución de estos eventos contextualizados logre la transferencia del conocimiento de la estadística. De esta manera se impartirá en la ingeniería una estadística contextualizada, una estadística aplicada al mundo laboral, y con ello se busca tener alumnos motivados para lograr el aprendizaje. Para diseñar e implementar esta estrategia didáctica se usará la Teoría de la Matemática en el contexto de las Ciencias, que es una teoría que ya tiene sistematizados los procesos de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, en particular de la estadística (Camarena, 2010; Trejo y Camarena, 2013).

Bibliografía

- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico. Componentes y desarrollo. En J. M. Contreras, G.R. Cañadas, M.M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 55-61). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, 2013.
- Ben-zvi, D., Garfield, J.B. (2008). Introducing the emerging discipline of statistics educations, *School Science and Mathematics*, 108, 355-361.
- Behar, R., Grima, P. (2001). Mil y una dimensiones del aprendizaje de la estadística. *Estadística Española* Vol. 43, Núm. 148, págs. 189-207.
- Behar, R. et al. (2002). El rol de la estadística en el trabajo del ingeniero. *Ingeniería y Competitividad* Vol. 4, Núm. 1, págs. 47-54.
- Behar, R., Klinger, R., Olaya, J., Andrade, M. Mesa, E., Conde, G., Delgado, J., Arbeláez, D., Trujillo, P., Solano, H., Díaz, R. El rol de la estadística en el trabajo del ingeniero. *Ingeniería y Competitividad*, Vol. 4, Núm. 1 (2002).
- Besterfield, D.H. (2009). *Control de calidad*. Prentice Hall, México.
- Camarena, P. (1994). *Modelo de atenuación por lluvia en banda ka*. (Reporte de Investigación DEPI-IPN:941326). México: ESIME-IPN.
- Camarena, P. (2010). Aportaciones de Investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en Ingeniería. *Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica*. IPN.
- CGUT (2016). Programas educativos que oferta el Sistema de Universidades Tecnológicas. Consultado el 22 de marzo de 2016 en <http://cgut.sep.gob.mx/programasEducativos.php>
- Cleveland, W.S., Sun, D.X. (2000). Internet Traffic Data. *Journal of the American Statistical Association*, 95, 979-985.
- Fraga, E. y Brito, M.L. (2006). El papel de la estadística en la formación de la ingeniería mecánica. *Ingeniería Mecánica* # 1.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75,3,372-396.
- Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Editorial Mc Graw Hill, México.
- Kan, S.H. (2002). *Metrics and Models in Software Quality Engineering*. Addison Wesley.

- León, J. (2007). Enseñando estadística a futuros ingenieros. *Scientia et Technica*, Año XIII, No 34. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Li, H., Bhuyan y Tarampi, D. (2004). "Life prediction of aging wood poles and subsequent inspection practice – a case study". *The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 23 No. 1, pp. 15-20.
- Medina, P.D. (2007) Aplicación del Modelo de Experimentación Taguchi en un Ingenio Azucarero del Valle del Cauca. *Scientia et Technica*, Año XIII, # 34.
- Monleón, T. El tratamiento numérico de la realidad. Reflexiones sobre la importancia actual de la estadística en la sociedad de la información. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, Vol. 186, Núm. 743 (2010).
- Rumsey, D. (2011). *Statistics Essentials for Dummies*. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana.
- Shweitzer, N., Apter, Y., Ben-David, G., Liebermann, D.G. y Parush, A. (1995). A Field Study on Braking Response during Driving. *Ergonomics*, Vol. 38: 1903-1910.
- Solminihac, T (1987). Metodología estadística para el estudio y evaluación de aspectos técnicos en la construcción. *Revista de Ingeniería de Construcción* # 2.
- Tanujit, D., Phillips, D.J., Steele, P. (2011). A Graphical Tool to Visualize Predicted Minimum Delay Flights. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 20(2):294-297.
- Trejo, P., Camarena, P., Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria*, Vol. 11: 397-424.
- Tullis, T. y Albert, B. (2008). *Measuring the user experience*. Morgan Kaufmann Publischer.
- Viles, E. (2007). Análisis didáctico de la estadística y la calidad en los estudios de Ingeniería Industrial. *Tecnura* año 11, # 21.
- Yilmaz, M. R. (1996), "The Challenge of Teaching Statistics to Non-Specialists," *Journal of Statistics Education* [Online], 4(1).(www.amstat.org/publications/jse/v4n1/yilmaz.html)