

## Toma de decisiones organizacionales con soporte estadístico

RESENDIZ, Juan\*†, BASURTO, Adiel, SAUZA, Martín y BUITRÓN, Hugo

Recibido Enero 21, 2016; Aceptado Marzo 29, 2016

### Resumen

La presente investigación, tiene por objetivo analizar qué empresas en la zona industrial Tula -Tepeji en donde los alumnos en estadía, utilizan las competencias adquiridas en la asignatura de estadística, como soporte para la toma de decisiones con la finalidad de elaborar una metodología de enseñanza y verificar si es de utilidad en éstas el uso de la estadística como un factor que incremente la pertinencia de los conocimientos adquiridos por los alumnos en la Universidad Tecnológica de Tula -Tepeji (UTTT), en su quehacer profesional y la manera en que ellos puedan aplicar dicho conocimiento. La metodología de investigación utilizada fue inductiva, cualitativa, transversal y descriptiva. En donde se aplicaron dos encuestas a los industriales y catedráticos, sobre las aplicaciones de las matemáticas; que se ha detectado que su necesidad está orientada al, Control Estadístico del Proceso (CEP) y Seis sigma, por lo que se da seguimiento apoyando a los alumnos junto con el conocimiento adquirido, para realizar proyectos de aplicación directa en las empresas. Como resultado, se observa que no en todas se toman decisiones con soporte estadístico; así como la forma de aplicar dicha rama de la matemática. Lo anterior, tomando en cuenta la contextualización y articulación del conocimiento mediante la matematización de los problemas.

**Matemáticas, Estadística, pertinencia, contextualización, matematización**

### Abstract

The present research, aims to analyze what companies in the industrial zone Tula - Tepeji in where the students stay, use the skills acquired in the subject of statistics, such as support for decision-making with the purpose of check if is useful in these the use of statistics as a factor that increases the relevance of the knowledge acquired by the pupils at the Technological University of Tula - Tepeji (UTTT), in their professional work and the way in which they can apply that knowledge. The research methodology used was qualitative inductive, transversal and descriptive. Where aplicaron two surveys on industrial and professors, on the applications of mathematics; it has detected that your need is oriented to the, Statistical Process Control (SPC) and Six Sigma, for what is a follow-up to support students together with the knowledge acquired, to undertake projects for direct application in the companies. As a result, it is noted that not all decisions are made with statistical support; as well as how to implement that branch of mathematics. The foregoing, taking into account the contextualization and articulation of knowledge through the matematizacion problems.

**Mathematics, statistics, relevance, contextualization, mathematisation**

**Citación:** RESENDIZ, Juan, BASURTO, Adiel, SAUZA, Martín y BUITRÓN, Hugo. Toma de decisiones organizacionales con soporte estadístico. Revista de Negocios & PyMes. 2016, 2-3: 73-81

\* Correspondencia al autor (Correo electrónico: [juan.resendiz@uttt.edu.mx](mailto:juan.resendiz@uttt.edu.mx))

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El presente trabajo pretende dar a conocer una propuesta de cómo se puede tomar decisiones en las organizaciones teniendo como base el soporte estadístico. Con el apoyo de equipos de trabajo (alumnos y asesores), al introducirnos en las empresas y generando conocimiento en el contexto, lo anterior se infiere, que se puede aplicar adquiriendo experiencia y tomando decisiones con soporte estadístico en las organizaciones que así lo permitan. Cuando reconocemos la manera en que nos enseñaron las matemáticas de una forma metódica y mecánica resolviendo páginas enteras de problemas idénticos, sin tener presente en que parte de la vida se puede aplicar. Al reflexionar a este nivel, lo interesante es aprender mediante la aplicación de la estadística teórica a problemas prácticos presentes en las organizaciones industriales.

## Problema

Una de las situaciones en las organizaciones industriales es la falta de toma de decisiones con algún soporte estadístico y por parte de las instituciones educativas no aterrizarlo en casos reales y sin un método de enseñanza enfocado a las matemáticas aplicadas a las organizaciones industriales, acorde a sus necesidades.

Esta investigación se presenta en cuatro apartados, antecedido por el qué, por qué y para que de la misma. El apartado 1: Se refiere al aspecto exploratorio de la investigación; El apartado 2: A la identificación de la aplicabilidad de las ramas de la matemática; El apartado 3: Define la propuesta para el desarrollo y enseñanza para toma de decisiones con soporte estadístico y finalizando, el apartado 4: En donde se analiza su implementación. Sumado a lo anterior se dará énfasis en la matematización y articulación de saberes, sin dejar a un lado el razonamiento tanto del catedrático como del alumno en la pertinencia organizacional.

## Desarrollo de la investigación

### Apartado 1 Exploratoria de la investigación

En este punto se da a conocer cuál es la situación actual de la materia bajo estudio, respecto a la enseñanza aprendizaje y la pertinencia en su aplicación en las organizaciones industriales. Así como la información con la que se cuenta para su inicio y con ello podamos identificar la necesidad propia de cada organización en la aplicación de las matemáticas.

#### a) Análisis de la situación actual

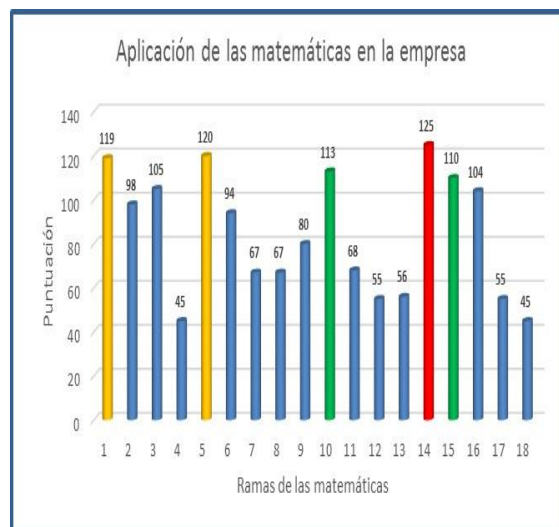
La aplicación de conocimientos matemáticos en la futura vida profesional del estudiante se infiere, se ha visto empobrecida por las técnicas memorísticas y/o repetitivas que se emplean tanto por maestros como por alumnos de la UTTT, para el aprendizaje de procesos algorítmicos, por lo cual ha sido necesario retomar de alguna manera una didáctica más apropiada al tipo de alumnos de este sistema educativo. Para Piaget, Resnick, L. & Ford, W. (1988, p.197), *“el aprendizaje de la matemáticas y su aplicación consiste en pensar activamente y actuar sobre el entorno, no en advertir positivamente lo que se presenta ni tampoco en memorizarlo”*, sin embargo, hoy en día no se ha logrado aún que el total de los catedráticos que imparten la matemática en la institución, adopten una manera de ver el proceso enseñanza aprendizaje de las matemáticas mediante esta filosofía, por el contrario en algunos casos se puede caer en el error de tender hacia un forma en el cual el profesor ha sido educado, esto es la transmisión de conocimientos que muy escasa aplicación tienen en la vida del futuro profesionista.

b) Información con que se cuenta para realizar la investigación

A teniendo las necesidades de los industriales y aprovechando algunas de las asignaturas de los alumnos (Estadística, Estadística Aplicada a la Ingeniería y CEP), se ha dado seguimiento a las generaciones 2013-2015, de los alumnos tanto de Técnico Superior Universitario (TSU), como de Ingeniería en Proceso y Operaciones Industriales (IPOI), observando la pertinencia de las mismas en las organizaciones bajo análisis. Con el fin de responder a esta nueva cuestión, se iniciaron una serie de entrevistas personalizadas para buscar las labores que se requieren atender con aplicaciones matemáticas dentro de una empresa. Como resultado de las entrevistas se encontró que un 93% de los alumnos hacen trabajos de rutina (llenado de formatos, supervisión de trabajos, mantenimientos a equipos, supervisión de las líneas de producción, control de calidad del proceso productivo, control en el recibo de las materias primas, etc.), en algunos casos mal orientados, ya que no responde a las necesidades certeras de la organización (ver tablas 1 y gráfico 1).

1	Aritmética	10	Trigonometría
2	Geometría Plana	11	Funciones de varias variables
3	Lógica matemática	12	Derivadas
4	Teoría de conjuntos	13	Integrales
5	Probabilidad y Estadística	14	Control estadístico del proceso
6	Algebra	15	Six sigma
7	Algebra Lineal	16	Matemáticas financieras
8	Geometría descriptiva	17	Ecuaciones diferenciales
9	Geometría Analítica	18	Algebra boleana

**Tabla 1** Rama de las matemáticas resultado de encuestas a empresarios.



**Gráfico 1** Resultado de encuestas a empresas.

## Apartado 2

### Identificación de la aplicabilidad de las ramas de la matemática

En el gráfico 1 se pueden observar los resultados tabulados, obtenidos producto de la encuesta aplicada a los directivos de las empresas bajo análisis; cabe hacer notar que en la misma, se muestra que las empresas analizadas, no se requiere un alto grado el uso de las matemáticas como en la actualidad, se pretende enseñar al alumno de los programas educativos antes mencionados, en congruencia con las necesidades en nuestra región, en donde se identifica que nuestros alumnos adquieran conocimientos de: a) Aritmética como base de cálculos básicos, b) Probabilidad y estadística, como herramienta de apoyo a como se podría encontrar sus productos e inclusive su organización; c) por último el CEP, como herramientas que ayude en su conjunto a **“Tomar decisiones con soporte estadístico”**.

Los tres anteriores, están evaluados entre los más altos, de acuerdo al presente estudio relacionado con la utilidad de las matemáticas en la empresa, lo cual nos hace pensar que éstas son las materias a las que debemos apostar en nuestros alumnos para que tengan herramientas suficientes y responder la necesidades actuales de las organizaciones, con apoyo de nuestros alumnos. Es este segundo caso por el que nos inclinamos, sin olvidar que una de las principales preocupaciones de los maestros de matemáticas, es el efectivo aprendizaje por parte de los alumnos, lo cual ante este escenario, representa un verdadero reto para los docentes.

### Apartado 3

#### **Propuesta para el desarrollo y enseñanza para toma de decisiones con soporte estadístico.**

Tomando en cuenta el modelo de enseñanza aprendizaje de las Universidades tecnológicas en su modalidad de TSU, es del 70 % aplicable y 30 % teórica y en las ingenierías del 60% aplicable y 40 % teoría, a continuación se da conocer la forma en que actualmente se trabaja.

**A. Método didáctico propuesto para la enseñanza de la estadística:** soportando a lo observado y como apoyo en la enseñanza de las matemáticas en este nivel educativo, es preciso establecer los fundamentos que regirán el ambiente de aprendizaje de los alumnos, ante este panorama se ha propuesto en práctica una metodología que es fundamentada con diversos investigadores y teóricos de la educación. Resnick (1988), el cual nos ha dejado una experiencia a través de la observación directa donde se enfatiza una actitud de interés por los alumnos. Los principales pasos de esta metodología se presentan a continuación.

#### **Pasos del método propuesto**

- Creación y/o comprensión del problema a resolver:
- Según Resnick, L. & Ford, W. (1988, p. 253) “En cualquier situación de resolución de problemas, el primer paso es elaborar una representación del problema; es decir, las características del mismo y codificarlas de tal manera que sean interpretables por el sistema de procesamiento de la información”.
- Análisis e identificación de variables que inciden en el problema.
- Esquematización o modelación matemática.
- Resolución matemática o aplicación de algoritmo.
- Interpretación de resultados.
- Resolución definitiva.
- Presentación del reporte final de resultados.

### Apartado 4

#### **Implementación**

Conforme a los planes de estudio de las asignaturas (Estadística aplicada a la ingeniería), apoyado durante el periodo de clases, se da a conocer las herramientas suficientes y necesarias para fundamentar la toma de decisiones con soporte estadístico, mediante la capacitación de los alumnos y tomando en cuenta los pasos del método propuesto, se aplica en las organizaciones, considerando las empresas y los alumnos que en ellas trabajaron como se muestra en la tabla no. 2.

No.	Empresa/ No. Alumnos de apoyo	Ubicación
1	Aceros 4 Caminos/4	Parque ind. Tepeji
2	Agro maquilas /4	Atitalaquia Hidalgo
3	Agroquímicos S.A. de C.V. /4	Progreso Atotonilco Hgo.
4	Agua Jubileo Azul/4	Cruz Azul Hgo.
5	Bio Papel/3	San Marcos Tula Hgo.
6	Casaflex/4	Atitalaquia Hgo.
7	Clarimex/4	Atitalaquia Hgo.
8	Cooperativa Cruz Azul/6	Cruz Azul Hgo.
9	Construcciones Industriales Frama/4	Iturbe, Tula Hgo.
10	Grupo Barcel/4	Atitalaquia Hgo.
11	Herramientas Truper/7	Jilotepec Mex
12	Ing. Instalaciones eléctricas y	El Refugio Atotonilco Hgo.
13	Manufacturas Kaltex/3	Tepeji del Rio Hgo.
14	Miut S.A. de C.V./3	Parque ind. Tepeji
15	Modelos Yasiro/4	Tepeji del Rio Hgo.
16	Procter & Gamble/4	Parque ind. Tepeji
17	Resortes de Hidalgo/4	Tlahuelilpan Hgo.
18	Royal Prestige/5	San Marcos Tula Hgo.

**Tabla 2** Empresas analizadas en el periodo septiembre-diciembre 2015

A continuación, se da a conocer un ejemplo de los proyectos realizados por alumnos, guiados y apoyados por catedráticos, en las empresas en estudio, dando a conocer los “**pasos del método propuesto**”.

### Proyecto: “Análisis estadístico para la toma de decisiones”

#### Acerca de la empresa

Empresa dedicada a la transformación de aceros planos y a la manufactura de tubo de acero para el sector industrial y automotriz.

Sus procesos: Corte en Hoja de lámina; Corte en cinta de lámina, Manufactura de tubo, Corte en sierra de tubo, Corte en láser, Doblado Barrenado.

#### Creación y/o comprensión del problema a resolver

La empresa en fechas recientes se ha enfrentado con una serie de problemáticas: **A.** La altura de costura del tubo, **B.** Recibo de material, dañado el cual es entregado por el proveedor. Teniendo en cuenta lo anterior y conociendo las herramientas de probabilidad vistas en este curso de Estadística Aplicada a la Ingeniería. A continuación se analizan las problemáticas en estudio en la empresa, aplicando lo que se requiere saber para llegar a una posible solución de sus problemas.

#### A. Altura de costura del tubo

#### Análisis e identificación de variables que inciden en el problema

La pieza en cuestión (Tubo Red.  $\frac{3}{4}$ » Cal. 18 a 634 mm) regularmente es fabricado en el molino 2 y este 5 de cada 2000 produce piezas de inicio de cinta (defectuosas) las cuales han llegado al cliente lo que se ha convertido en un costo muy grande ya que se han tenido que contratar tejerías. Hallar la probabilidad de que al examinar 169 (1 atado).

- Solo exista una defectuosa.

## Esquemmatización o modelación matemática

Tomando en cuenta que se trata de un número de defectos, se puede orientar a un problema con variables discretas por esto se piensa en una distribución binomial.

$$P(X, r) = \binom{n}{r} p^r q^{n-r} \quad (1)$$

## Resolución matemática o aplicación de algoritmo

Haciendo uso de herramientas de tecnología de la información MINITAB podemos encontrar la solución., en caso de que no se tenga el software se puede utilizar la expresión matemática no. 1.

- Solo exista una defectuosa.

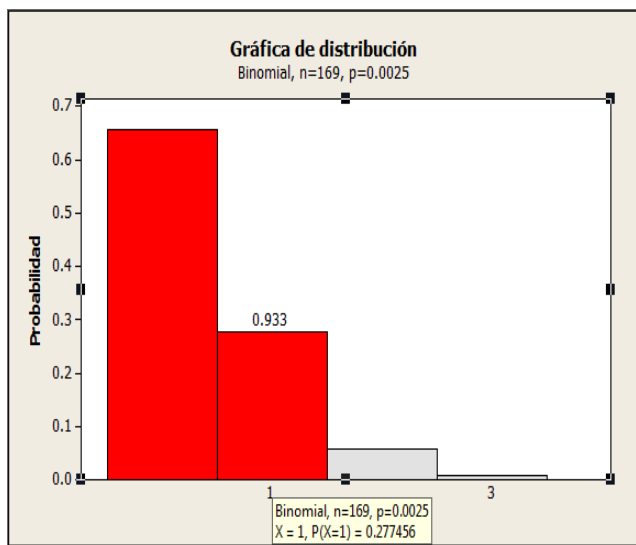


Gráfico 2 distribución binomial en Minitab

## Interpretación de resultados

Al observar en el grafico 2 encontramos la probabilidad de tener una defectuosa siendo esta de 27.74% como se ve en el recuadro amarillo.

## B. Recibo de material

### Análisis e identificación de variables que inciden en el problema

Otro tema importante en toda empresa es la materia prima por lo que en base a pruebas de hipótesis se evalúa a uno de los principales proveedores y más utilizado material (Lámina Cal 14) para el proceso.

Por lo anterior el proveedor de acero plano asegura que el espesor promedio de la lámina cal. 14 que se utiliza para la fabricación de la tubería para diferentes clientes es de 1.90 mm, sin embargo el jefe de producción de molinos asegura que el espesor es más alto a lo dicho por el proveedor dado que a mitad de rollo aumenta hasta 0.03 mm. ¿Qué se puede concluir con respecto a lo afirmado por el proveedor? Utilizar un nivel de significancia del 5%

### Esquemmatización o modelación matemática

Para calcular tamaño de muestra mediante las curvas OC.

$$d = \left| \frac{\mu - \mu_0}{\sigma} \right| \quad (2)$$

Estadístico de prueba para cuando es normal y se conoce la varianza.

$$Z = \frac{\sqrt{n}(\bar{x} - \mu)}{\sigma} \quad (3)$$

### Resolución matemática o aplicación de algoritmo

#### Tamaño de muestra

Según Stevenson, W. (2008) “Para comprender como se pueden utilizar valores estadísticos de la muestra para hacer inferencias respecto a parámetros de la población, se debe empezar por estudiar poblaciones que tengan parámetros conocidos, y observar los valores estadísticos de la muestra que los sueles producir (razonamiento deductivo)”

La siguiente tabla indica la población de lámina con de calibre 14.

ESPECIFICACIÓN DEL ESPESOR 1.90 mm				
DATOS POBLACION ESPESOR EN mm,				
1.79	1.84	1.89	1.79	1.85
1.79	1.85	1.9	1.8	1.85
1.8	1.85	1.9	1.8	1.86
1.8	1.86	1.91	1.81	1.86
1.81	1.86	1.91	1.82	1.87
1.81	1.87	1.91	1.82	1.87
1.82	1.87	1.92	1.83	1.88
1.83	1.88	1.92	1.83	1.88
1.83	1.88	1.92	1.84	1.9
1.84	1.89	1.79	1.84	1.9

Tabla 3 Población de láminas calibre 14

Para verificar si la población tiene un comportamiento normal se realiza una prueba de normalidad mediante el software Minitab como se muestra a continuación en grafico no. (3)

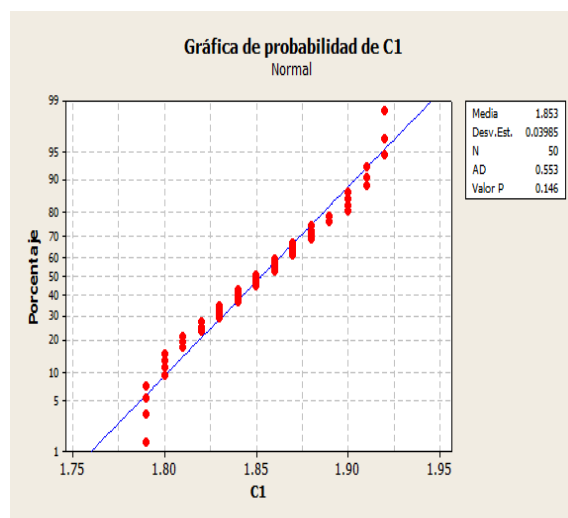
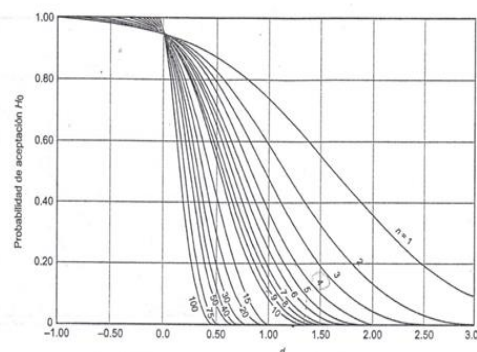


Gráfico 3 prueba de normalidad a la población

Como en el grafico 3 se puede observar que el valor P es de 0.146 y es mayor que 0.05 podemos concluir que tiene un comportamiento normal, así es que podemos continuar con el estudio del problema. Ahora con los datos y sustituyendo en la constante d encontramos que:  $\mu = 1.90$  mm  $\mu_0 = 1.93$  mm  $\sigma = 0.03985$  mm  $\beta = 10\%$   $d = \left| \frac{\mu - \mu_0}{\sigma} \right|$   $d = 0.753$  y de acuerdo a la tabla de curvas OC para diferentes valores de n de un lado en un nivel de significancia de 5% y probabilidad de aceptación  $\beta = 10\%$  **obtenemos una muestra de tamaño 30.** Ver Gráfico 4

Diagrama VI Curvas características de operación (continuación)



c) Curvas CO para diferentes valores de n correspondientes a la prueba normal de un lado en un nivel de significación  $\alpha = 0.05$ .

Gráfico 4 curvas OC para tamaño de muestra

Ahora tomando la muestra de tamaño 30, la cual se da a conocer en la tabla No. 4

DATOS MUESTRA ESPESOR EN mm		
1.79	1.84	1.89
1.79	1.85	1.9
1.8	1.85	1.9
1.8	1.86	1.91
1.81	1.86	1.91
1.81	1.87	1.91
1.82	1.87	1.92
1.83	1.88	1.92
1.83	1.88	1.92
1.84	1.89	1.79

**Tabla 4** Muestra de lámina calibre 14

Aplicando la prueba de hipótesis siguiendo los diferentes pasos como se muestra a continuación.

Paso 1.- Parámetro de interés: espesor en mm.

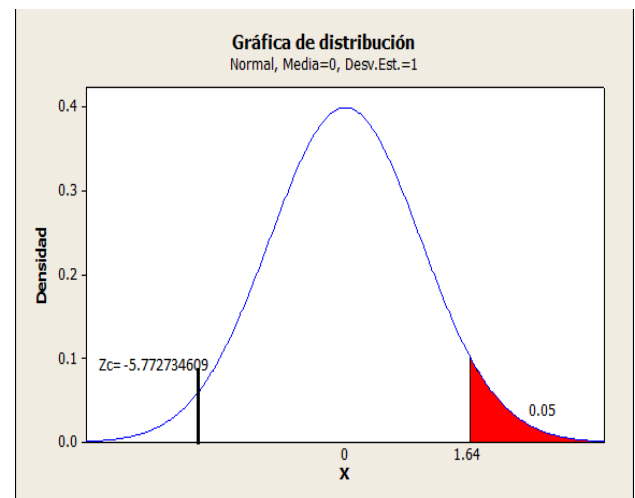
Paso 2.-  $H_0: \mu = 190$

Paso 3.-  $H_1: \mu > 190$

Paso 4.-  $\alpha = 5\%$  0.05 en tablas de la normal es de 1.64 como se muestra en el gráfico No. 5

$$\text{Paso 5.- } Z = \frac{\sqrt{n}(\bar{x}-\mu)}{\sigma} = \frac{\sqrt{30}(1.858-1.90)}{0.03985} = -5.77$$

Paso 6.- definir la región de aceptación y rechazo, como se muestra en el gráfico 4 en Minitab.



**Gráfico 5** Región de aceptación y rechazo

### Interpretación de resultados

De acuerdo a los cálculos realizados no hay evidencia estadística para aceptar la  $H_1$ , por lo tanto aceptamos la  $H_0$ , el espesor de la lámina cal-1,4 es igual a 1.90mm

### Presentación del reporte final de resultados.

El estudio fue satisfactorio, ya que al indagar se encontraron muchos puntos que se creían se llevaban pero que en realidad no, tal como los parámetros del proceso y que no se tienen definidas las variables del mismo y además en base a este estudio se determinó que es muy importante el involucramiento del personal y atender sus sugerencias dado que ellos son los que conviven con el proceso directamente y que además deben ser evaluados.

Es de gran importancia realizar este tipo de estudios ya que al participar y llevar a cabo los análisis ya que fue así como se aprenden muchas aspectos del proceso y de cómo a raíz de un estudio se puede tomar decisiones muy importantes.



## Metodología

Cuando se trata de saber si los empresarios hacen uso de las matemáticas en sus diferentes ramas y actividades se aplicó un cuestionario a empresas grandes y medianas, con la finalidad determinar las áreas de conocimiento de las matemáticas y temas a fines que son necesarios para el buen desempeño de las labores técnicas. Así mismo retomando el método anterior descrito para la recolección de información donde se pretende analizar la relación entre las competencias estadísticas adquiridas en el aula y la frecuencia en la aplicación en casos prácticos mediante los datos obtenidos en la encuesta la cual fue aplicada a 130 industriales de las diferentes empresas antes citadas, en donde los alumnos desarrollaron su trabajo, obteniendo información pertinente para la solución del presente caso.

## Resultados

Con base a la presente investigación de primera línea se obtuvieron diferentes respuestas, como ejemplo al poco uso de la estadística en diferentes actividades inherentes al proceso, encontrando cierto rechazo a la aplicación estadística y en algunos casos nula.

Por otra parte pudimos encontrar respuesta de forma parcial respecto a nuestro objetivo original, ya que algunas de las empresas se reservan por cuestiones de confidencialidad. También se pudo observar que el método propuesto fue útil, ya que como resultado final se tomaron decisiones apoyadas con análisis estadístico previo, tendiendo a una mejora continua de sus procesos bajo análisis.

## Conclusiones

Mediante el presente trabajo se puede dar cuenta uno de la necesidad de aprender a identificar cuáles son los problemas que apuntalan en las empresas y con esta propuesta se ayuda al estudiante a aterrizar sus conocimientos o sea a actuar con las matemáticas coadyuvando en la toma de decisiones con soporte estadístico para la mejora continua en las empresas.

Es muy grato dar a conocer el presente trabajo de investigación dando como propuesta una manera distinta de aprender y aplicar el conocimiento en la vida real, preparando a personas que puedan dar soluciones a la organizaciones.

## Referencias

- Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el Contexto de las Ciencias". *Innovación Educativa*, Vol. 13, número 62 [mayo-agosto, 2013], Instituto Politécnico Nacional pag. 21, México.
- Montgomery, D. (2014) *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*, Ed. Mac Graw Hill, México.
- Sampieri, R. (2010) *Metodología de la investigación*, Ed. Mc Graw Hill, México.
- Resnick, L. & Ford, W. (1990). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*, Ed. Paidós. 233-280, Barcelona.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de psicología*, Barcelona, Editorial Labor S. A. 14 – 25 España.
- William J Stevenson (2008) *estadística para la administración y economía*, ed. Alfaomega, México