



VI Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2013
7 y 8 de noviembre de 2013

Centro Tecnológico de Desarrollo Regional
Facultad Regional San Rafael - Universidad Tecnológica Nacional
Los Reyunos, San Rafael, Mendoza, Argentina

**RESOLUCION DE PROBLEMAS DE NATURALEZA ESTADISTICA:
UNA EXPERIENCIA CON ALUMNOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Carnevali, Graciela H. () (1º Autor)¹, Ferreri, Noemí M.²*

¹ Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Avda. Pellegrini 250, 2000 Rosario.

carneval@fceia.unr.edu.ar.

² nferreri@fceia.unr.edu.ar

RESUMEN

En los procesos de mejora de la calidad, la Estadística es una disciplina fundamental y adquiere carácter "ingenieril" en el sentido que el pensamiento y los métodos estadísticos se integran para un beneficio práctico: la resolución de problemas.

Esta tarea adquiere una doble importancia en la formación de los futuros ingenieros industriales; en primer lugar porque la resolución de problemas de naturaleza estadística es una competencia a desarrollar en ellos y en segundo lugar porque favorece la integración del pensamiento estadístico con las herramientas y los métodos de la disciplina.

De los párrafos anteriores surge la necesidad de propiciar, en los cursos de Estadística, instancias de resolución de problemas "reales" del campo propio de aplicación de la Ingeniería Industrial y transitar con los alumnos todas las etapas de su resolución, desde el planteo mismo del problema hasta la obtención de conclusiones en contexto.

El objetivo del presente trabajo es describir una experiencia llevada a cabo con alumnos de Ingeniería Industrial (FCEIA, UNR) para la cual se diseñaron problemas de decisión relativos al área de Gestión de la Calidad. En dichos problemas se incluye información de contexto para que los alumnos puedan definir criterios para la toma de decisiones e interpretar los resultados obtenidos.

Palabras claves: Ingeniería Estadística, Resolución de problemas, Pensamiento Estadístico, Educación

1. INTRODUCCION

La Estadística como ciencia hizo su gran aporte en relación a la mejora de la calidad principalmente en la primera mitad del siglo pasado, ofreciendo herramientas para el control de procesos, diseño de experimentos, estudio de sistemas de medición, etc. Estas herramientas siguen siendo importantes en la actualidad y su aplicación adecuada resulta beneficiosa para la mejora de los procesos. Sin embargo, para que la industria pueda seguir dando respuesta a las cambiantes exigencias del mundo, es imprescindible poner el foco en el desarrollo del pensamiento estadístico, más que en las herramientas propiamente dichas. Con el pensamiento estadístico como base y un importante bagaje de métodos y técnicas, a los que se integran las tecnologías de la información, la Estadística funciona como una disciplina ingenieril cuando se ocupa en aplicar sus principios y técnicas para la resolución de problemas concretos. En particular, por el tipo de problemas que se presentan en los procesos de gestión y mejora de la calidad estos constituyen una de las principales áreas que requieren que la Estadística se revista de carácter ingenieril.

Para los ingenieros industriales, los procesos de gestión y mejora de la calidad constituyen una de las principales áreas en su desempeño profesional y en consecuencia, la resolución de problemas de naturaleza estadística en ese área es una competencia que los futuros profesionales deben adquirir durante su formación. El desarrollo del pensamiento estadístico, entonces, debe ser el principio director del curso de Estadística en la carrera de Ingeniería Industrial y esto plantea nuevos interrogantes, como por ejemplo “¿cómo lograr que los alumnos alcancen esta competencia?”. Para dar respuesta a estos interrogantes se requiere definir claramente qué se entiende por “pensamiento estadístico” y comprender todos los procesos de pensamiento involucrados en dicho concepto.

Siguiendo a varios autores entre los que se encuentra a Snee, Hoerl y Moore [1, 2, 3], el pensamiento estadístico puede definirse como un conjunto de procesos de pensamiento que básicamente reconocen que es necesario e importante recolectar datos y que la variación está presente en todos y cada uno de los procesos considerados. Los autores del campo de la Calidad hacen hincapié también en otro de los pensamientos involucrados en el pensamiento estadístico que reconoce que la identificación, caracterización, cuantificación, control y reducción de la variación es el camino hacia la mejora de la calidad. Wild y Pfannkuch [4] proponen un modelo que describe detalladamente este conjunto de procesos de pensamiento que, en investigaciones empíricas, van desde una formulación apropiada del problema hasta las conclusiones, pasando por la obtención de datos de calidad y por la realización de los análisis estadísticos apropiados. Dada la complejidad del concepto, en el modelo de estos autores se consideran cuatro dimensiones, de las cuales la primera describe las etapas que van del planteo del problema a las conclusiones. Esta primera dimensión, denominada ciclo investigativo PPDAC (Planteo, Planificación, Datos, Análisis, Conclusiones) representa todas las etapas que se llevan a cabo para obtener información de utilidad en la solución de un problema en un contexto real. Las conclusiones que surgen de aplicar el ciclo PPDAC deben interpretarse en ese contexto. Un esquema del ciclo PPDAC, que en realidad los autores adaptaron de trabajos de otros investigadores, se presenta en la Figura 1. En la segunda dimensión se presentan tipos de pensamiento generales (por ejemplo, el pensamiento estratégico) y fundamentales del pensamiento estadístico. Estos últimos se resumen en “reconocer la necesidad de los datos”, “cambiar la representación de los datos para su mejor comprensión (transnumeración)”, “considerar la variación”, “razonar con modelos estadísticos” e “integrar las conclusiones de los estudios estadísticos con el contexto”. En la tercera dimensión se presenta el ciclo interrogativo, asociado a habilidades como la interpretación o la actitud crítica frente a los resultados obtenidos y en la cuarta y última se presentan las actitudes, que, si bien no son exclusivas del pensamiento estadístico, también deben tenerse en cuenta en su definición. Entre estas se puede mencionar, a modo de ejemplo, a la curiosidad y a la imaginación.

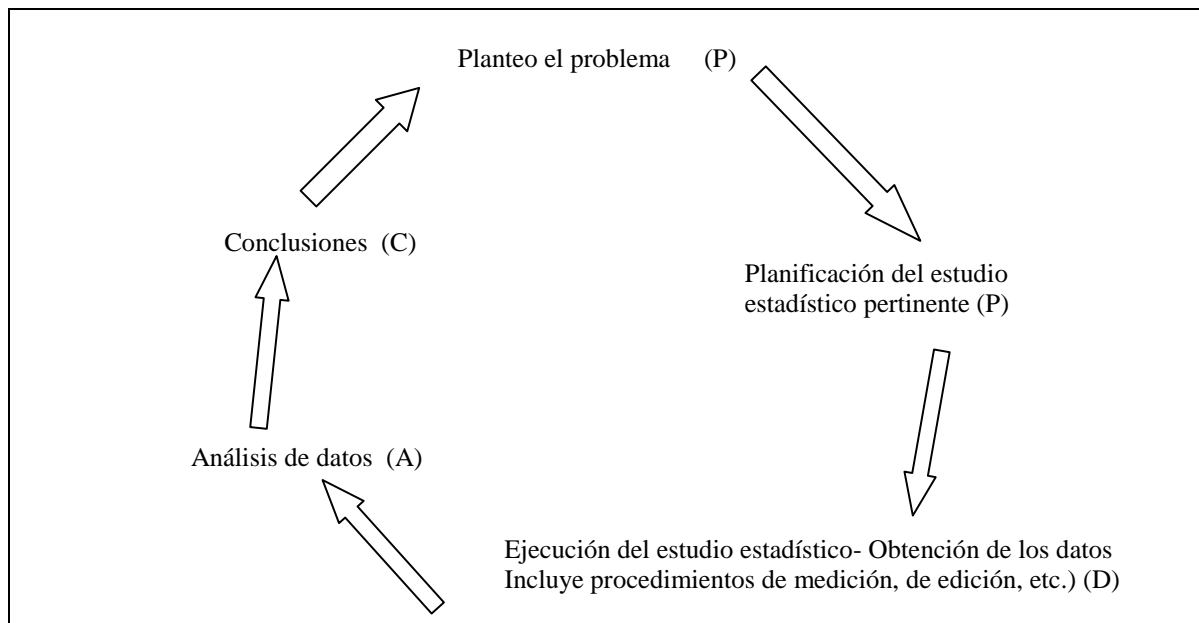


Figura 1 Ciclo Investigativo PPDAC, tomado del trabajo de Wild y Pfannkuch, [4]

En este trabajo se adopta el modelo propuesto por Wild y Pfannkuch [4] para el estudio del pensamiento estadístico dado que aborda los diferentes aspectos del concepto e incluye todos los elementos mencionados por los otros autores.

Todos los autores mencionados en este trabajo ponen de manifiesto que el pensamiento estadístico es un concepto complejo y su desarrollo se va dando no sólo durante la formación de grado sino durante todo el ejercicio profesional. Sin embargo, probablemente es en el curso de Estadística donde los futuros ingenieros industriales se enfrentan por primera vez a la resolución de problemas donde se presentan incertidumbre, aleatoriedad, riesgos; por eso todo lo que se trabaje en el curso en relación a la resolución de este tipo de problemas adquiere suma importancia. Muchos docentes de cursos de Estadística cuentan que en sus cursos llevan a cabo un “proyecto de análisis de datos”, con el objetivo de favorecer en ellos el desarrollo del pensamiento estadístico. En esos proyectos, los alumnos transitan todas las etapas del ciclo PPDAC, incluidas la Planificación y la Recolección de Datos. Otros siguen a Moore quien, en ocasión de discutir el artículo de Wild y Pfannkuch [4], sugiere que en un primer curso de Estadística es más conveniente simplificar el modelo y plantear casos o situaciones más recortadas donde algunas etapas del ciclo como la Planificación o la Recolección de los Datos ya esté realizada. El desarrollo del pensamiento estadístico, sin embargo, no puede descansar exclusivamente en una única actividad (proyecto de análisis de datos, análisis de casos, etc.) aunque esta sea integradora. Es importante hacerlo presente en todas las actividades que se desarrollen en el curso: en los ejemplos que se proponen en clase, en los ejercicios de la práctica, los trabajos prácticos, las tareas propuestas a los alumnos, en fin, en todas las ocasiones es posible introducir alguna de las etapas del ciclo PPDAC. Además, no es necesario circunscribirse únicamente al ciclo: aspectos considerados en las restantes dimensiones del modelo pueden trabajarse en un primer curso de Estadística. Y si en el curso se trabaja de esta manera, el pensamiento estadístico se irá haciendo cada vez más familiar en los alumnos y su presencia se irá reflejando en cómo van resolviendo las distintas situaciones que se le plantean.

En esta línea, en el curso de Probabilidad y Estadística de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de

Rosario (FCEIA-UNR) se busca que diferentes elementos del pensamiento estadístico estén presentes en todas las actividades que se proponen a los alumnos, tanto para trabajar en las clases como en el Laboratorio de Informática o en sus casas.

En este trabajo se presentan dos problemas de decisión relativos al área de Gestión de la Calidad, en los cuales se incluyen información de contexto, para que los alumnos puedan definir criterios para la toma de decisiones e interpretar los resultados obtenidos. El objetivo del trabajo es describir la experiencia llevada a cabo con los alumnos de Ingeniería Industrial (FCEIA, UNR) para la resolución de estos problemas y comentar los distintos elementos del pensamiento estadístico abordados en ocasión de su resolución.

2. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Para desarrollar en los alumnos el pensamiento estadístico se requiere, entre otras cosas, que lo pongan en juego resolviendo problemas de naturaleza estadística de menor o mayor complejidad, según el momento del cursado que se trate. Estos problemas en primer lugar deben motivarlos, lo cual se logra cuando pertenecen a un área que les es de interés, como el área de Gestión de la Calidad para el caso de los estudiantes de Ingeniería Industrial. Además, deben contar con información necesaria que les permita obtener conclusiones en contexto e integrarlas al trabajo habitual.

Se requiere de problemas donde no sólo puedan llevarse adelante un conjunto de pasos de alguna técnica estadística, como pruebas de hipótesis clásicas donde se concluye el rechazo o no de la hipótesis nula, sino que puedan a partir del planteo mismo del problema, recorrer la mayor cantidad de etapas del ciclo PPDAC y mediante las herramientas estadísticas inferenciales más adecuadas tomar una decisión estadística y devolverla al contexto.

Con problemas que cumplen con los requerimientos mencionados en los párrafos anteriores, la forma de trabajo en el curso de Probabilidad y Estadística consiste en plantear el problema a los alumnos, organizados en grupos de tres o cuatro integrantes y destinar un tiempo para que ellos trabajen y recorran las etapas de ciclo PPDAC. En el caso de los problemas que se presentan en este trabajo en particular, las etapas de Planificación y de Recolección de Datos ya están definidas, y se brinda a cada grupo una muestra aleatoria para ser analizada.

Los trabajos se presentan y discuten en clases especialmente destinadas. Algunos grupos los presentan oralmente en el frente y van contando cómo fueron transitando las diferentes etapas para la resolución. Los docentes van haciendo preguntas, cuestionan, corrigen, lo mismo que los otros grupos, que también comentan sus resultados y los comparan con los de los grupos que exponen en el frente. Entre las preguntas de los docentes, hay varias del tipo “¿cómo cree que se habrán tomado los datos?, ¿de qué manera lo hubieran hecho ustedes?”, etc. Una discusión especial se dedica a la elección del tamaño de la muestra y de los riesgos asumidos. Si bien el tamaño de muestra viene dado, al proveer los docentes los datos muestrales, se discute con los alumnos todos los elementos que tendrían en cuenta para su elección, y una vez finalizado el análisis de los datos se vuelve sobre el tema, cuestionando el tamaño de muestra elegido, especialmente en los casos en los que no se puede llegar a una decisión sobre las alternativas propuestas.

El objetivo de estas y otras preguntas es hacer presentes otros elementos del pensamiento estadístico que no necesariamente aparecen en la resolución de los problemas presentados

En este trabajo se transcriben ambos problemas, con sus correspondientes soluciones.

2.1 Problema 1

2.1.1. Enunciado del Problema 1

En la producción de cierto tipo de elevadores, una componente importante es la válvula check, que controla el flujo de aceite hidráulico del depósito de aceite al tanque cilíndrico en el momento en que el elevador sube, y la cantidad de aceite que fluye del tanque al depósito en el momento en que el elevador baja. Una de las partes más importantes de la válvula es el pistón que se mueve dentro del cuerpo de la válvula y la dimensión más crítica es la longitud del mango. Por cuestiones de diseño del elevador, se ha establecido que la longitud de los mangos debe estar entre 9,45 y 10,55 unidades

En la empresa que produce las válvulas se conoce que el comportamiento de la longitud del mango se puede describir adecuadamente con una distribución normal de parámetros μ (longitud promedio) = 10 y σ (desviación estándar de las longitudes) = 0.16 unidades. El cliente admite como máximo 0,27 % de piezas fuera de especificaciones.

En el proceso de producción de las válvulas hubo que introducir una serie de modificaciones. Si estas modificaciones implican más de 0,27 % de piezas fuera de las especificaciones establecidas, el proceso deberá ser revisado. Los ingenieros de proceso consideran que por la naturaleza de las modificaciones realizadas, podría haber un aumento en la longitud promedio de los mangos sin alterar la desviación estándar.

- ¿Cualquier aumento de la longitud promedio tendrá las mismas consecuencias en relación a la capacidad del proceso para cumplir las especificaciones de diseño?
- ¿Cuál es el máximo aumento que se puede admitir para la longitud promedio? (Obtenga dicho aumento suponiendo que el modelo que describe el comportamiento en probabilidad de las longitudes de las válvulas obtenidas luego de las modificaciones sigue siendo el normal)
- ¿Se presenta en el caso que estamos analizando un problema de decisión estadística? En caso afirmativo, defina el problema e identifique población, variable/s y parámetro/s respecto de los que se requiere información.
- Escriba las hipótesis nula y alternativa correspondientes al planteo del problema.
- Para obtener la información necesaria para decidir si revisar el proceso o no, se decidió realizar un estudio por muestreo. Se seleccionaron al azar 35 válvulas producidas después de las modificaciones del proceso y en cada una se midió la variable de interés. Con los datos obtenidos se obtuvieron las salidas de R que figuran a continuación. Analícelas e informe sus conclusiones en relación al problema planteado.

2.1.2. Resolución del Problema 1

2.1.2.1 Planteo del Problema

En esta empresa están preocupados por un aumento en la longitud promedio de los mangos de cierta válvula. Dadas las especificaciones que deben cumplirse y el modelo de probabilidad que es razonable para la longitud, cualquier aumento en el promedio no tendrá las mismas consecuencias (ítem a). Se admite un máximo de 0,0027 para la proporción de válvulas que no cumplen con las especificaciones (9,45 – 10,55 unidades). Si es razonable afirmar que $X \sim N(\mu, \sigma = 0,16)$, se puede obtener, a través de un cálculo de probabilidades, que μ puede tomar como máximo el valor 10,152. Este valor de μ surge de plantear $P(X > 10,55) = 0,0027$ (ítem b). El alumno se encuentra frente a un problema de decisión estadística. Se debe decidir si revisar o no el proceso de producción de las válvulas (ítem c).

Para este problema se define:

Población física: Las infinitas válvulas que produce la empresa

Variable de interés: La longitud de sus mangos (X)

Población estadística: Las infinitas longitudes de los mangos de las válvulas

Parámetros de interés: Longitud promedio de los mangos de las válvulas (μ); desviación estándar de la longitud de los mangos (σ).

En síntesis, de lo analizado en los ítems a, b y c, se puede afirmar que, si es razonable suponer para la variable en estudio el modelo $N(\mu, \sigma = 0,16)$, la decisión de revisar o no el proceso depende solamente de μ . Si después de las modificaciones, μ aumenta (como sospechan los ingenieros) pero hasta un valor menor que 10,152, la proporción de válvulas que no cumplen con las especificaciones sigue siendo menor que 0,0027 y el proceso no debe ser revisado; en cambio, si μ toma un valor mayor que 10,152, el proceso sí debe revisarse. El problema de decisión se resume en la Tabla 1. Las hipótesis nula y alternativa asociadas a este problema de decisión son (ítem d):

$$H_0: \mu = 10 \quad H_a: \mu > 10 \quad (\mu > 10,152)$$

Tabla 1 Problema de decisión correspondiente al Problema 1

¿Se debe revisar el proceso de producción de las válvulas?	
Si $\mu = 10$ (aunque podría ser hasta 10,152)	Si $\mu > 10$ (en realidad preocupa si supera 10,152)
NO (*)	SI (*)

(*) si $X \sim N(\mu, \sigma = 0,16)$

2.1.2.2 Planificación de la recolección de los datos

Para este problema se consideró un tamaño de muestra de $n = 35$ observaciones y se definió un máximo riesgo de error tipo I. Se decidió llevar a cabo un análisis descriptivo de los datos muestrales y aplicar la técnica de inferencia correspondiente.

2.1.2.3 Análisis de los datos obtenidos

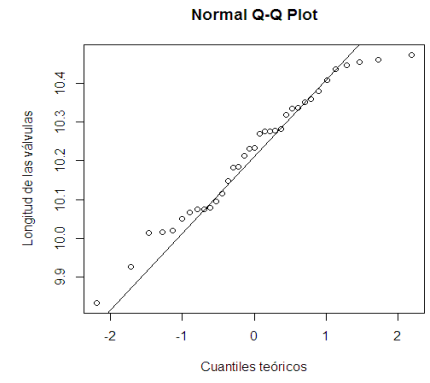
En la Tabla 2 se presentan las salidas de R, obtenidas para una muestra de tamaño $n = 35$. Como se puede observar de la tabla no hay evidencias en contra de la normalidad de la longitud de los mangos y es razonable afirmar que $\sigma = 0,16$

Si se observa el intervalo de confianza obtenido para la longitud media de los mangos de las válvulas, se concluye que los resultados son estadísticamente significativos (el valor 10 no pertenece al intervalo) y además, las modificaciones fueron "importantes" (el límite inferior es mayor que 10,152) y el proceso debe ser revisado. .

2.1.2.3 Conclusiones

El análisis de los datos llevado a cabo en la etapa anterior, combinado con información de contexto, permiten concluir que el proceso debe revisarse porque la longitud media de los mangos de las válvulas no sólo excede el valor 10, sino también el valor 10,152, que era el máximo valor admitido para la media del proceso.

Tabla 2 Análisis de los datos correspondientes al Problema 1

<pre> Valores observados: print (longitud) [1] 10.3355 10.4473 10.3372 9.9260 10.0145 10.0493 10.2824 10.2781 10.1490 [10] 10.3601 10.2131 10.0752 10.4742 10.4552 10.2754 9.8324 10.1155 10.2307 [19] 10.1836 10.3796 10.0958 10.1850 10.0667 10.4365 10.4081 10.0206 10.4616 [28] 10.2773 10.0783 10.0154 10.3200 10.2700 10.0746 10.3526 10.2343 </pre>	
<pre> stem(longitud) The decimal point is 1 digit(s) to the left of the 98 3 99 3 100 12257788 101 02589 102 13378888 103 244568 104 145667 summary(longitud) Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. 9.832 10.080 10.230 10.220 10.340 10.470 > mean(longitud) [1] 10.22032 > sd(longitud) [1] 0.1660754 </pre>	 <p>Shapiro-Wilk normality test</p> <p>data: longitud W = 0.9639, p-value = 0.2984</p>
<pre> One Sample t-test data: longitud t = 7.8483, df = 34, p-value = 1.944e-09 alternative hypothesis: true mean is greater than 10 95 percent confidence interval : 10.16327 10.27737 </pre>	

2.2 Problema 2

2.2.1. Enunciado del Problema 2

Interesa utilizar un proceso de grabado en seco para placas de silicio. Una propiedad deseada es que tasa de grabado en el centro de las placas sea, en promedio, similar a la tasa de grabado en el borde de las mismas. Los ingenieros consideran apropiado aplicar el proceso en seco incluso si la diferencia promedio es menor o igual que 1 $\text{Å}/\text{minuto}$.

- ¿Se presenta en el caso que estamos analizando un problema de decisión estadística? En caso afirmativo, defina el problema e identifique población, variable/s y parámetro/s respecto de los que se requiere información.
- Plantee las hipótesis nula y alternativa correspondientes al planteo del problema.
- Para evaluar la factibilidad de aplicar el proceso en seco se diseñó la siguiente experiencia: se seleccionaron al azar 10 placas de silicio y se grabaron con dicho proceso. Para cada una se registró la tasa de grabado en el centro (C) y en el borde (B) y se obtuvo la diferencia entre ambas (B - C). Los datos se procesaron con R y se obtuvieron diferentes salidas. Uno de los ingenieros, observando el valor p de la prueba de hipótesis, concluye que con el proceso en seco no hay diferencias en las tasas promedio de grabado en el centro y en el borde de las placas y por lo tanto es factible aplicar ese método de grabado. ¿Es correcta la afirmación del ingeniero? Justifique su respuesta.

2.2.2. Resolución del Problema 2

Comité Organizador VI COINI 2013 – Facultad Regional San Rafael, Mendoza, Argentina– Universidad Tecnológica Nacional – Tel: +54260-4421078 Int. 119 – Página Oficial www.coini.com.ar

2.2.2.1 Planteo del Problema

En este problema se debe decidir si se aplica el método de grabado en seco o no (ítem a).

Para este problema se define:

Población física: Las infinitas placas de silicio

Variable de interés: La diferencia entre la tasa de grabado en el centro y en el borde (X)

Población estadística: Las diferencias entre la tasa de grabado en el centro y en borde de las infinitas placas de silicio

Parámetros de interés: Diferencia promedio entre el centro y el borde (μ)

La decisión de aplicar o no el método de grabado en seco depende de μ . Si μ es 0 o tiene un valor de hasta 1 (en v. abs.), el método puede aplicarse; en cambio, si μ toma un valor mayor que 1 (en v. abs.), el método no puede aplicarse. El problema de decisión se resume en la Tabla 3. Las hipótesis nula y alternativa asociadas a este problema de decisión son (ítem b):

$$H_0) \mu = 0 \quad H_a) \mu \neq 0 \quad (\mu > 1, \text{ en v. abs.})$$

Tabla 3 Problema de decisión correspondiente al Problema 2

¿Se puede aplicar el proceso de grabado en seco?	
Si $\mu = 0$ (o toma un valor hasta 1, en v.abs.)	Si $\mu \neq 0$ (supera 1, en v.abs.)
SI	NO

2.2.2.2 Planificación de la recolección de los datos

Se consideró un tamaño de muestra de $n = 10$ observaciones y se definió un máximo riesgo de error tipo I. Se decidió llevar a cabo un análisis descriptivo de los datos muestrales y aplicar la técnica de inferencia correspondiente.

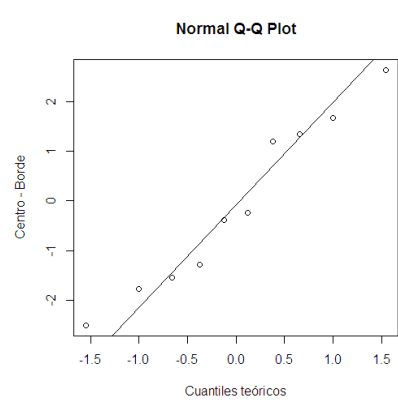
2.2.2.3 Análisis de los datos obtenidos

En la Tabla 4 se presentan las salidas de R, obtenidas para una muestra de tamaño $n = 10$. De ellas se puede concluir que no hay evidencias en contra de la normalidad de las diferencias entre el borde y el centro. Observando el intervalo de confianza para la diferencia promedio entre la tasa de grabado en el borde y en el centro, se concluye que los resultados no fueron estadísticamente significativos (el valor "0" pertenece al intervalo). Sin embargo, en el intervalo hay valores que indican que el proceso de grabado en seco no debe utilizarse (contiene valores mayores que 1 en v. abs.) y se requiere aumentar el tamaño de la muestra para poder tomar finalmente una decisión.

2.2.2.4 Conclusiones

La afirmación planteada por el ingeniero es errónea porque considera que "no rechazar H_0 " es indicación de que H_0 puede aceptarse y esto no siempre es así. Para tomar la decisión de "aceptar H_0 " se debe considerar información de contexto. En el problema analizado, y con la muestra obtenida, no puede aceptarse H_0 , ya que existe la posibilidad de que el valor promedio poblacional tome valores que indiquen que el proceso de grabado no es bueno.

Tabla 4 Análisis de los datos correspondientes al Problema 2

Valores observados: print (diferencia) [1] -2.50400 -1.77466 -0.39154 -0.24203 -1.28441 1.66913 1.20221 -1.54319 [9] 2.63758 1.34778	
<pre>stem(diferencia) The decimal point is at the -2 5 -0 85342 0 237 2 6 > summary(diferencia) Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. -2.504 -1.478 -0.317 -0.088 1.311 2.638 > mean(diferencia) [1] -0.088313 > sd(diferencia) [1] 1.718821</pre>	 <p>Shapiro-Wilk normality test data: diferencia W = 0.9454, p-value = 0.6145</p>
One Sample t-test data: diferencia t = -0.1625, df = 9, p-value = 0.8745 alternative hypothesis: true mean is not equal to 0 95 percent confidence interval: -1.317883 1.141257	

3. CONCLUSIONES

A través de los dos problemas propuestos se ofrece al alumno la posibilidad de trabajar desde el planteo propiamente dicho, prestando atención a las distintas etapas del ciclo PPDAC, y obtener conclusiones e interpretarlas en un contexto de aplicación. De hecho, decisión que deben tomar en relación a la situación planteada no se apoya únicamente en el rechazo o no rechazo de la hipótesis nula. Deben recurrir al contexto a buscar la información necesaria para tomar finalmente la decisión. Y en ambos problemas, de manera simple, la información de contexto está presente.

A través de la resolución de problemas del tipo al propuesto, los alumnos lograron:

- discutir dentro y entre los grupos acerca de las distintas etapas de la resolución de los problemas,
- superar las dificultades de presentar un informe con los resultados respecto del armado y del lenguaje utilizado para comunicar los resultados, que no debía ser muy técnico, pero preciso,
- internalizar las ventajas que presentan los intervalos de confianza para tomar decisiones por sobre la forma clásica de los test de hipótesis,
- utilizar la información de contexto y ver cómo esta influye en la decisión y conclusión del problema a resolver,
- comunicar oralmente sus conclusiones a través de la exposición frente a compañeros y en las clases oportunamente destinadas para la puesta en común de las conclusiones

La resolución de este tipo de problemas contribuye a la formación de la competencia estadística en los futuros ingenieros, ya que el concepto de competencia enfatiza la idea de integración de conocimientos, procedimientos y actitudes y no se refiere sólo a la adquisición de un conocimiento específico sino que incluye también su uso en contextos concretos. Por estas razones, es

importante que se propongan estudios de caso o problemas, como los propuestos en este trabajo, para que el alumno pueda iniciarse en el desarrollo de esta competencia.

4. REFERENCIAS

- [1] Snee, Ron. (1990). "Statistical thinking and its contribution to Total Quality". *The American Statistician*. 44, 2, 116-121
- [2] Hoerl, Roger; Snee, Ron. (2010). "Statistical Thinking and Methods in Quality Improvement: A look to the future". *Quality Engineering*. 22, 3, 119-129.
- [3] Moore, David. (2000). *Estadística aplicada básica*. 2da.edición. Antoni Bosch Editor. Barcelona, España.
- [4] Wild, Chris; Pfannkuch, Maxine. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67, 223-265.
- [5] Pfannkuch, Maxine; Wild, C. (2004). *Towards an Understanding of Statistical Thinking*. (En Ben-Zvi, D. and Garfield, J. Eds. The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking, pág.17-46). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- [6] Box, George; Hunter, J. Stuart; Hunter, William. (2008). *Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento*. 2da.edición. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- [7] Chance, Beth. (2002). "Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment". *Journal of Statistics Education (online)*, 10. www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html

ÁREA TEMÁTICA

F- La Educación en la Ingeniería Industrial.