

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE NATURALEZA ESTADÍSTICA: DIFICULTADES OBSERVADAS EN ALUMNOS DE INGENIERIA

Noemí María Ferreri, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, nferreri@fceia.unr.edu.ar

Graciela Haydée Carnevali, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, carneval@fceia.unr.edu.ar

Resumen— El desarrollo del pensamiento estadístico es una competencia fundamental para el trabajo del profesional de la Ingeniería que permanentemente está inmerso en un marco de variabilidad e incertidumbre. Y aunque no es una competencia que se pueda adquirir después de uno o dos cursos de la disciplina, lo que se haga en dichos cursos en pos de desarrollar este pensamiento adquiere suma importancia. Una de las actividades que deben favorecerse es la resolución de problemas de naturaleza estadística. Los alumnos deben enfrentarse frecuentemente a este tipo de problemas y contar con espacio para la reflexión y la discusión. En este trabajo se presentan dos problemas propuestos a los alumnos de Ingeniería Industrial en el año 2017 en la Universidad Nacional de Rosario y se describen aciertos y dificultades encontrados en la resolución de los mismos. Cabe destacar que las mayores dificultades se presentaron en el planteo del problema y en la traducción estadística del mismo, fundamental para todo el proceso de resolución. El trabajo pone de manifiesto que se hace necesario insistir en la resolución de este tipo de problemas y en la elaboración de los informes correspondientes, prácticamente desde el inicio de los cursos de Estadística, proponiendo tareas acordes a las herramientas que se vayan presentando a lo largo del cursado.

Palabras clave— *pensamiento estadístico, resolución de problemas, Ciclo PPDAC*

1. Introducción

Los ingenieros de distintas especialidades trabajan en el diseño, desarrollo, control y mejora de una gran variedad de productos, sistemas y procesos, muchos de los cuales están interconectados entre sí. En todos ellos la variabilidad y la incertidumbre están presentes [1]. Conocer profundamente los sistemas y procesos en los que están involucrados y el contexto en el que estos se presentan es muy importante; pero no alcanza. Krishnamoorti [2] recuerda que el pensamiento estadístico provee el

conocimiento empírico que completa al conocimiento ingenieril de un proceso ya que permite aprender sobre su variabilidad: ¿cuánto vale? ¿a qué factores se debe? ¿cómo se comporta esa variabilidad en el tiempo? ¿cómo puede reducirse? Este aprender sobre los procesos, que implica entre otras operaciones recoger datos a partir de mediciones o ensayos, no es el del científico, sino el del ingeniero, que utiliza el conocimiento adquirido para actuar sobre los procesos y mejorarlos. Tener la habilidad de pensar estadísticamente es fundamental para este trabajo, ya que termina reportando beneficios en la mejora de los procesos, productos y servicios. Repensando la formación de grado de los futuros ingenieros desde el eje de la profesión, surge que el desarrollo del pensamiento estadístico debe ser el principio director de los cursos de la disciplina. Uno de los pilares de este pensamiento lo constituye el ciclo de resolución de problemas de naturaleza estadística, que, por ejemplo Wild y Pfannkuch [3] denominan “Ciclo PPDAC”. Estas siglas hacen alusión a las etapas que se deben seguir en el proceso de resolución: Planteo del Problema, Planificación del Estudio Estadístico, Recolección de los Datos, Análisis y Conclusiones. Otro de los pilares lo constituyen la comprensión y la aplicación apropiada de los conceptos fundamentales de la Estadística y de la Probabilidad, ya que, sin ellos no se podría transitar las etapas del ciclo adecuadamente. Hay otros aspectos involucrados en el pensamiento estadístico como el pensamiento crítico, la creatividad, etc. que también deben ser tenidos en cuenta.

Una formación estadística que ponga el acento en el desarrollo del pensamiento estadístico en los futuros profesionales de la Ingeniería, independientemente de su especialidad, tiene que apoyarse en los dos pilares mencionados en el párrafo anterior. La integración del ciclo se favorece resolviendo problemas a lo largo de todo el curso, con complejidad acorde a los temas que se van desarrollando. Esta tarea, llevada a cabo reflexivamente, también permite afianzar los conceptos de la disciplina, que es el segundo pilar.

A su vez, el análisis de la resolución de los problemas por parte de los docentes con la consiguiente detección de los aciertos y de las dificultades observadas en los alumnos, permite ir mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que le informa al docente sobre aquellos conceptos en los cuales se debe seguir poniendo énfasis y facilita el rediseño de las clases, la re-elaboración de materiales, problemas, casos, etc.

El objetivo principal de este trabajo es presentar dos problemas propuestos a los alumnos y analizar el proceso de resolución de los mismos, señalando los aciertos y las dificultades más frecuentemente observadas; pero más allá de ello, busca destacar la importancia de la resolución de problemas y del trabajo reflexionado de alumnos y docentes a partir del análisis de los mismos para favorecer finalmente el desarrollo del pensamiento estadístico, competencia fundamental para el futuro desempeño profesional de los alumnos de Ingeniería.

2. Materiales y Métodos

2.1 Breve reseña sobre el curso de Probabilidad y Estadística

Ingeniería Industrial es una de las carreras de grado de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), dentro de la Universidad Nacional de Rosario

(UNR). Finalizado el cursado de Análisis Matemático I, II y III, de Informática I y II y de Álgebra I y II, que contienen los conocimientos para el manejo de modelos matemáticos y herramientas para el análisis de información, se comienza en el sexto cuatrimestre con los modelos aleatorios en el curso de Probabilidad y Estadística y en el séptimo, con el curso de Decisiones Estadísticas y Control de Calidad, ambas materias con una carga horaria de seis horas semanales presenciales y los mismos docentes a cargo. Luego, se continúa con las aplicaciones de estos conceptos en los cursos de Gestión de la Calidad, Investigación Operativa I y II, Estudio del Trabajo y Planificación y Control de la Producción. Todas estas asignaturas pertenecientes al Departamento de Optimización y Control.

En particular los temas tratados en el curso de Probabilidad y Estadística, son los que corresponden a la resolución de problemas de naturaleza estadística básicos, conceptos que luego se aplican y se amplían en las restantes asignaturas del área. En la Figura 1 se presenta un esquema con los temas desarrollados.

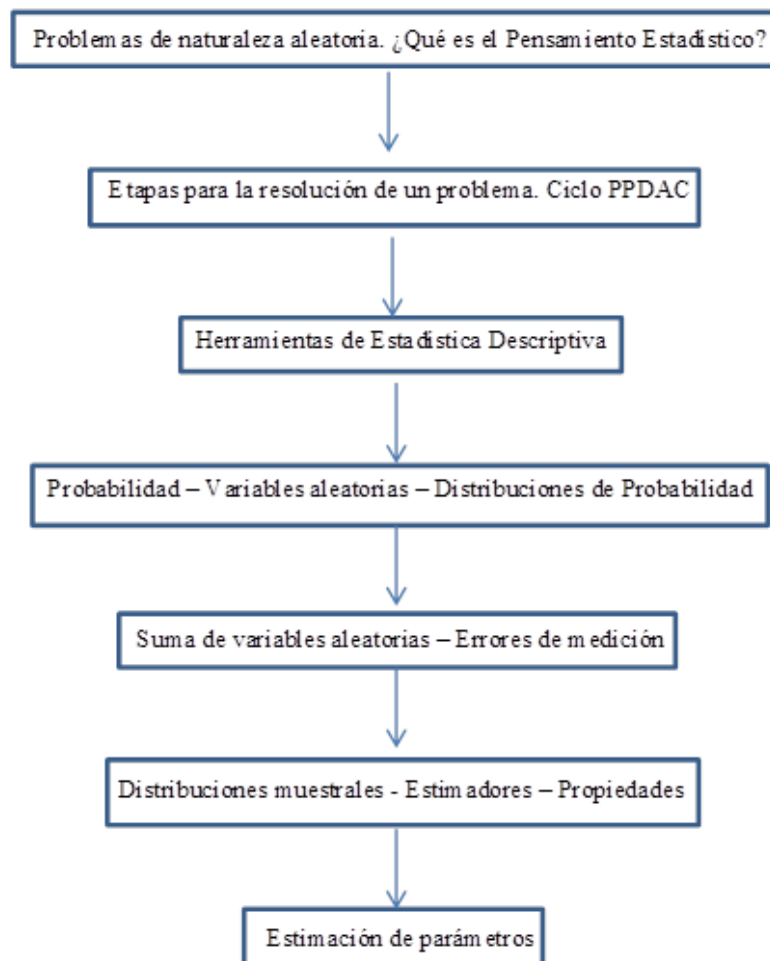


Figura 1. Secuencia de los temas del curso de Probabilidad y Estadística para Ingeniería Industrial

Fuente: Elaboración propia

Todos los temas se introducen a través de un problema y se presentan como útiles en alguna de las etapas del Ciclo PPDAC que se pone en juego para resolver el mismo. Se hace hincapié en el uso correcto de los conceptos y de la simbología, motivando la necesidad de cada paso en la resolución del problema y teniendo en cuenta siempre un pensamiento crítico y una mentalidad abierta. Aunque en el Ciclo PPDAC, luego del análisis descriptivo se lleva a cabo el inferencial, cuando se trabaja con muestras aleatorias de la población en estudio; la Figura 1 pone de manifiesto que en el curso, se introducen primero todos los conceptos probabilísticos que constituyen la base teórica de las herramientas de Inferencia Estadística. Sin embargo, aún cuando se presentan estos temas se insiste en las diferentes etapas del ciclo, que finalmente se cierra en el último tema del curso.

En el curso se toman tres parciales teórico-prácticos en los que se presentan problemas de naturaleza estadística y se brinda información sobre alguna de las etapas del Ciclo PPDAC. Los alumnos deben resolver estos problemas completando el Ciclo y formulando las conclusiones en contexto. Además de estos parciales, se proponen casos que se resuelven grupalmente y se exponen en forma oral frente a todo el curso. La evaluación se completa con un examen final integrador en el que se discute la resolución de diferentes problemas de naturaleza estadística y sobre los conceptos teóricos involucrados en ella.

2.2. Los problemas propuestos a los alumnos

En este trabajo se presentan dos problemas de naturaleza estadística propuestos a los alumnos de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Rosario, durante el curso del año 2017. En total, los alumnos de dicho curso fueron 105, organizados en 27 grupos de entre 3 y 4 integrantes cada uno.

En el primero de los problemas, se les brindaba una situación problemática y los alumnos debían pensar libremente en todos los pasos que seguirían para su resolución, especialmente en la etapa de planteo del problema y en la planificación del estudio estadístico. En el segundo, diseñado a partir de los aciertos y errores detectados en la resolución del primero, además de la situación problemática se les brindaban datos, de modo que los alumnos podían llevar adelante las tareas de análisis de los mismos y la elaboración de conclusiones en contexto.

El primer problema formó parte del segundo parcial de la asignatura Probabilidad y Estadística. Si bien dicho parcial fue resuelto en forma individual, al finalizar el mismo se les dio el enunciado para que lo resolvieran grupalmente y entregaran un informe por escrito la semana siguiente.

El segundo problema se les entregó mientras se estaba desarrollando el tema de Inferencia Estadística y se destinó una clase de laboratorio para que lo resolvieran grupalmente, con el objetivo de brindar un espacio para la discusión y la reflexión, a partir de la puesta en común de sus informes.

En la Figura 2 se presenta un esquema del momento en el que se tomaron cada uno de los problemas.

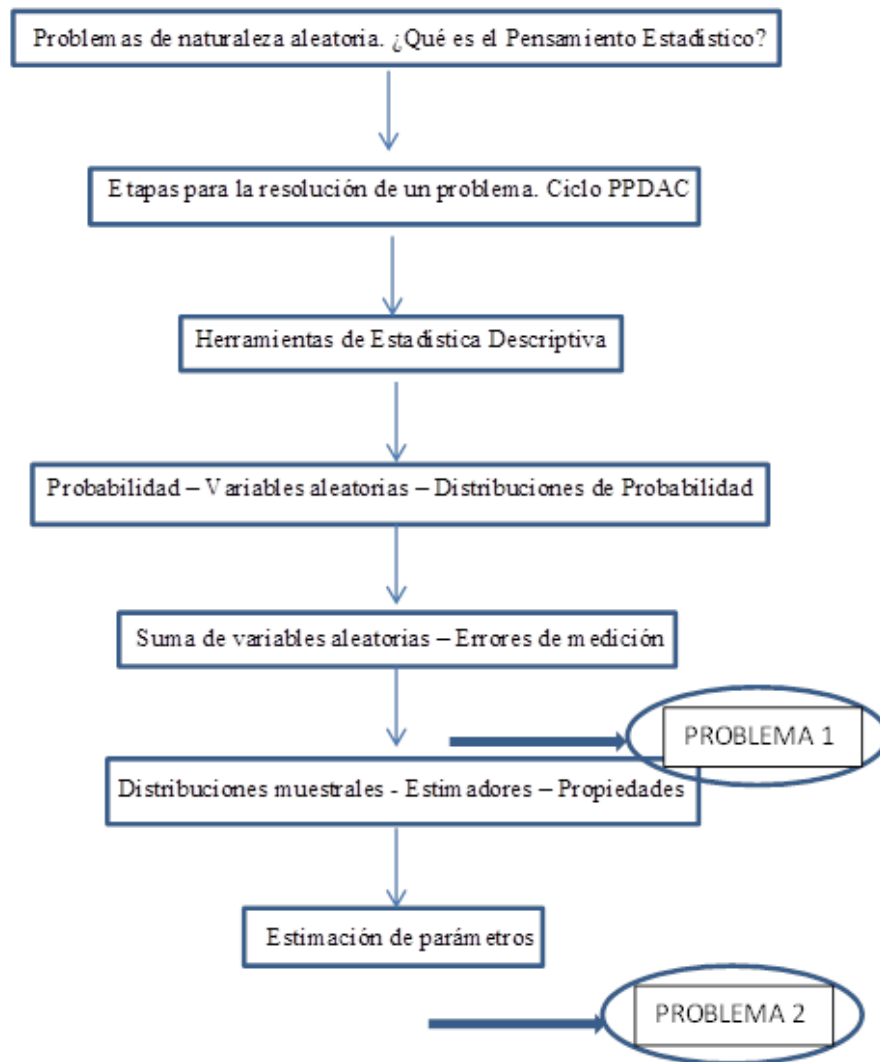


Figura 2. Ubicación de los problemas 1 y 2 en la secuencia de los temas del curso de Probabilidad y Estadística para Ingeniería Industrial

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan los enunciados de los problemas:

Problema 1: Una fábrica de tejidos produce un determinado tipo de trama especial que se utiliza para revestir ciertas estructuras. Una de las características más importantes de las tramas es su elasticidad, que se comporta como una variable aleatoria X . Una empresa constructora piensa hacer una importante compra de estas tramas y fija como requerimiento que la elasticidad de las mismas sea de A unidades, con una tolerancia de $\pm D$ unidades.

En la fábrica están interesados en convertirse en proveedores de la empresa constructora y solicitan a los ingenieros a cargo del proceso que realicen un estudio para saber si es posible satisfacer los requerimientos en relación a la elasticidad de las tramas.

- a) Plantee claramente el problema e indique todos los elementos que lo componen.
- b) Si Ud fuera el Ingeniero a cargo del proceso de producción de las tramas,
 - b-1) ¿Qué modelo propondría que siguiera la variable aleatoria X? ¿Por qué? Justifique su respuesta.
 - b-2) ¿Qué valor propondría para el promedio de dicha variable?, ¿y para la varianza? ¿Necesita alguna información adicional para responder? Explícite claramente.
- c) Enuncie los pasos que seguiría para saber si el proceso actual cumple con lo pretendido en relación a la elasticidad de las tramas.
- d) Considere los dos posibles escenarios:
 - d-1) El proceso actual cumple con los requerimientos de la empresa constructora en relación a la elasticidad de las tramas
 - d-2) El proceso no cumple

En la resolución del problema detallan claramente cada uno de los pasos que proponga. Justifiquen todas sus respuestas. Mencionen brevemente qué acciones llevarían a cabo en cada caso. En los puntos c y d mencionen todas las herramientas estadísticas que utilizarían e indiquen con qué objetivo las utilizarían (o bien, qué información podrían sacar de las mismas)

Problema 2: En una empresa metalúrgica, uno de los procesos que se lleva a cabo es la producción de una pieza especial para camiones. La longitud de las piezas debe cumplir con las especificaciones: 250 +/- 10 mm. El objetivo de la empresa es que, como mínimo, el 99 % de las piezas verifiquen las especificaciones requeridas. Por estudios anteriores se conocía que la longitud de las piezas podía considerarse distribuida según una ley normal con media 249 mm y desviación estándar 8 mm. En la empresa no estaban conformes con el comportamiento de la longitud de las piezas e implementaron, en el primer semestre de este año, una serie de modificaciones en el proceso buscando mejorar el proceso.

Finalizada una primera etapa de modificaciones y con el proceso estabilizado, en la empresa quieren conocer si se cumplen los objetivos pautados en relación a la longitud de las piezas y para ello toman una muestra de 60 piezas y a cada una le miden su longitud a través de un sistema automático. El equipo de medición consta de una cinta transportadora en la cual se van acomodando las piezas (separadas entre sí a una determinada distancia). A medida que estas van pasando por la cinta transportadora, el aparato realiza una lectura de su longitud. Cuando se mide a la última pieza, el equipo imprime una salida con las mediciones realizadas, en el orden de realización. Los analistas detectaron rápidamente que, en el proceso de medición, las lecturas que hacía el sistema automático eran demasiado rápidas, por lo cual, el equipo no tenía tiempo suficiente para resetearse antes de la siguiente medición. Entonces, sugirieron realizar las 60 lecturas de la longitud nuevamente, pero ahora aumentando la distancia entre las piezas en la cinta transportadora y disminuyendo su velocidad, para aumentar el tiempo entre las lecturas.

En una de las columnas del archivo adjunto se presentan las 60 longitudes obtenidas originalmente y en otra, las obtenidas luego de las sugerencias de los analistas. Analice los datos de la columna que corresponda y presenten un informe exhaustivo sobre la situación planteada.

3. Resultados y Discusión

Para el primero de los problemas propuestos a los alumnos se presenta un análisis, ítem por ítem, en el que se ponen de manifiesto todos los elementos del “pensamiento estadístico” que están considerados en cada uno de ellos y luego se analiza la resolución de estos problemas por parte de los alumnos de Ingeniería Industrial, a la luz de los elementos mencionados, destacando aciertos y errores más frecuentemente observados. Luego, se describen las características del segundo problema y el trabajo hecho en clase a partir del mismo.

3.1 Análisis del primer problema propuesto

- Ítem a

La variabilidad es el concepto fundamental a trabajar en todo el curso de Estadística. En el primer problema aparece al considerar la variable aleatoria X : elasticidad de las tramas, la cual, además debe cumplir con ciertas especificaciones definidas en el intervalo $A \pm D$. Se presentan entonces, dos conceptos asociados a la variabilidad: la real del proceso y la permitida o admitida por el cliente, es decir, en un contexto dado. Trabajar en el proceso para que la variabilidad real sea acorde a lo que el cliente necesita es un punto esencial en la Estadística aplicada a la Calidad.

- A partir de la definición de la variable aleatoria del estudio, los alumnos deben definir las poblaciones física y estadística:
Población física: las infinitas tramas que fabrica la empresa.
Población estadística: los infinitos valores de las elasticidades de las tramas.
- La información sobre las especificaciones que debe cumplir la elasticidad, debe motivar a los alumnos a pensar que la proporción de tramas con elasticidad en ese intervalo debe ser alta. A partir de los elementos definidos los alumnos deben plantear un objetivo en términos del contexto: “Conocer si esta fábrica puede ser proveedora de tramas para revestir la estructura” y reconocer que están en presencia de un problema de decisión. A partir de ello, definir los cursos de acción posibles y un criterio para la toma de decisión, en base al valor de algún parámetro como, por ejemplo π (proporción de tramas que pertenecen al intervalo $A \pm D$). O bien, pueden definir un modelo probabilístico para la elasticidad y determinar los valores de los parámetros μ y σ para que esta variable cumpla las especificaciones fijadas.

En la resolución de las consignas de este ítem, se observó lo siguiente:

- Todos los grupos reconocieron fácilmente la variable en estudio, definieron la población física y la estadística y plantearon adecuadamente el objetivo.
- Sin embargo, muy pocos mencionaron parámetros en los que basar el criterio de decisión (π o μ y σ): sólo 5 de los 27 grupos señalaron correctamente el criterio de decisión con los parámetros respectivos y 1 grupo basó el criterio en μ solamente. El resto se quedó solo en el enunciado del objetivo.

- Item b

Desde la mirada de un ingeniero de la empresa, los alumnos deben definir un modelo probabilístico apropiado para la variable elasticidad y los parámetros correspondientes.. La definición de la distribución Normal y de sus parámetros demostrará buen manejo de los modelos estadísticos y todo lo planteado reflejará una buena transnumeración del problema a resolver (es decir, una correcta traducción estadística de la situación en estudio)

- En este caso el modelo apropiado puede ser el Normal, que es útil para especificaciones bilaterales, ya que la función de pérdida es mínima.
- En este problema, los valores deseados para los parámetros μ y σ en el modelo Normal, son $\mu = A$ y $\sigma \leq D/k$, donde el valor de k dependerá de π (proporción de valores del intervalo que el cliente disponga).

En la resolución de las consignas de este ítem, se observó lo siguiente:

- 22 de los 27 grupos pensaron en el modelo normal, pero sin embargo, sólo 6 lo eligieron justificando correctamente su elección; mientras que los 16 restantes lo eligieron sin justificación o por razones incorrectas (“es un modelo donde se puede aplicar regla empírica”, “es un modelo donde se puede calcular probabilidades, entre otras”). Los 5 grupos restantes plantearon que podría ser el modelo uniforme o no plantearon ningún modelo.
- Para los 22 grupos que habían propuesto adecuadamente al modelo Normal para la elasticidad de las tramas:

Respecto a la elección de valores de los parámetros, los 22 plantearon $\mu = A$. Sin embargo para el desvío estándar σ , las respuestas no fueron siempre correctas (sólo 7 grupos plantearon $\sigma \leq D/k$, con k dependiendo del valor del porcentaje de tramas dentro de especificación; mientras que los 15 restantes consideraron $\sigma = D/k$)

Respecto a la información adicional para el criterio de decisión, 7 grupos pensaron en la regla de los 3σ , como una posible y no como la única opción para obtener el valor de σ , como sí lo hicieron los 15 restantes.

- Item c

Los alumnos deben planificar una recogida de datos y un análisis descriptivo e inferencial para obtener conclusiones estadísticas y dar respuesta al objetivo planteado, completando así el ciclo PPDAC que se pone en juego para resolver los problemas de naturaleza estadística. Si bien en el momento de la evaluación no se comenzó con el tema de inferencia estadística, se desarrollaron las etapas de la resolución de problemas (PPDAC), recalando en todo momento que no se puede concluir con una muestra. En este ítem los alumnos deben planificar:

- La extracción de una muestra aleatoria y de tamaño adecuado a los riesgos asociados.
- La aplicación de herramientas inferenciales correspondientes para dar respuesta al objetivo.

En la resolución de las consignas de este ítem, se observó lo siguiente:

- 11 de los 27 grupos trabajaron directamente como si pudiera llegarse a conocer la población. Es decir, pensaron en recoger una gran cantidad de datos para que las frecuencias relativas se estabilicen y construir el modelo probabilístico. Y a partir de este modelo, propusieron calcular la probabilidad de que las tramas cumplan con las especificaciones. Este error puede deberse a que, a pesar de que el Ciclo PPDAC ya fue presentado, en esta altura del curso aún no se ha desarrollado Inferencia Estadística y se trabaja sobre todo con la definición frecuencial de probabilidad, pasando de una muestra a la población. 13 de los 27 grupos plantearon correctamente la extracción de la muestra, mencionando el hecho de que esta debe ser aleatoria y luego pensaron en hacer inferencia.
- Sólo 6 de los 27 grupos mencionó herramientas varias y planteó un buen plan de análisis pero sólo 1 mencionó que las conclusiones se tomarán con un cierto riesgo.

En la resolución de este ítem se cometieron errores conceptuales importantes como calcular probabilidades en la muestra, concluir con medidas muestrales, mezclar estadísticos con parámetros en forma confusa.

- Item d

Los alumnos deberán relacionar el análisis de datos con las conclusiones que se obtengan, cerrando así el círculo de la resolución del problema. Las respuestas correctas evidenciarían un buen manejo de la necesidad de analizar datos para la toma de decisiones objetivas, dando lugar a los pensamientos que se ponen en juego en la resolución de un problema, como así también a las actitudes y disposiciones, elementos fundamentales de las demás dimensiones del pensamiento estadístico.

- En el caso de que las conclusiones estadísticas indiquen que las especificaciones se cumplen, deben mencionar que la opción es seguir monitoreando el proceso con tomas de muestras periódicas y los análisis respectivos
- En el caso de que las especificaciones no se cumplan, deben proponer el empleo de herramientas de análisis de problemas como por ejemplo la espina de pescado o el diagrama de Pareto y comenzar, a partir de lo hallado, un nuevo ciclo PPDAC.

En la resolución de las consignas de este ítem, se observó lo siguiente:

- En la primera opción donde las especificaciones se cumplían, la mayoría de los grupos contestó correctamente que se debía seguir monitoreando el proceso; pero sólo algunos pensaron en volver a recoger datos y poner en marcha un nuevo Ciclo PPDAC.
- En la segunda opción donde no se cumplía con las especificaciones y había que pensar qué hacer, 10 de los 27 grupos pensaron en alguna herramienta para buscar las causas del no cumplimiento y tomar acciones al respecto (lo que se consideró correcto) y los 17 grupos restantes sólo mencionaron la búsqueda de las causas sin presentar ninguna herramienta. Ninguno de los grupos mencionó el comienzo de otro Ciclo PPDAC.

Además de las etapas del ciclo de resolución de problemas (PPDAC), es importante considerar otros aspectos o dimensiones del Pensamiento Estadístico presentes en este problema, entre los que se pueden mencionar: la transnumeración (5 de los 27 grupos la cumplieron en forma completa), el manejo de los modelos estadísticos (6 de los 27 grupos lo hicieron correctamente), la formación de criterio para la decisión (7 de los 27 grupos lo plantearon correctamente), la necesidad de datos para el análisis (16 de los 27 grupos lo plantearon adecuadamente).

3.2 Análisis del segundo problema propuesto

Como se mencionó en el apartado de Materiales y Métodos se analizaron las resoluciones del Problema 1, como se hace habitualmente con el trabajo en clase o con los trabajos escritos y a partir de identificar los aciertos y errores más frecuentes se diseñan otros problemas nuevos para que los alumnos vuelvan a encontrarse con dificultades similares y se dé un espacio para reflexionar y discutir. nuevas soluciones donde se encuentren estos puntos para reverlos junto a los alumnos y encontrar posibles soluciones.

El Problema 2, diseñado a partir del primero, se propuso a los alumnos para que lo resuelvan grupalmente luego de desarrollar el tema de Inferencia Estadística, en una clase especialmente dedicada a tal fin. Como se observa, este problema contiene los puntos en los cuales se observaron más frecuentemente dificultades. Las características más importantes de este problema son:

- Se presenta un problema de decisión basado en la variable X: longitud de las piezas que fabrica una empresa metalúrgica.
- Se plantea un objetivo que consta de una especificación bilateral, la cual debe cumplirse con por lo menos una cierta probabilidad (dato que mayormente no tuvieron en cuenta en el primer problema).
- La empresa produce piezas con una longitud que se comporta con un modelo normal con parámetros conocidos (de lo cual sobresale que el desvío es muy grande para que se cumplan las especificaciones).
- La empresa hace ciertas modificaciones para cumplir con el objetivo planteado, y quiere saber si han dado resultado.
- Se extrae una muestra de 60 piezas pero esta no es aleatoria por lo cual debe extraerse nuevamente. Los alumnos deben comprobar cuál de las dos muestras es la aleatoria. Es decir que se agrega en el problema la cuestión de la aleatoriedad de la muestra.
- Los alumnos deben reconocer los elementos presentados y trabajando en grupos en laboratorio analizar los datos y concluir respecto al objetivo planteado.

En primera instancia se dejó que los grupos discutieran el problema a partir de la lectura y la recomendación de que fueran explícitos con las definiciones de cada elemento del proceso. Luego, transcurrido un tiempo prudencial en el que se contestaron preguntas de orientación, se hizo la puesta en común. En la misma también se hizo hincapié en los errores que se habían cometido en la resolución del primer problema. En general, los puntos fueron aclarados y la mayoría de los grupos descubrieron por sí solos los errores que habían cometido.

Sin embargo surgieron otros, propios del análisis de datos, entre los que pueden mencionarse los siguientes:

- No hacer un análisis exploratorio adecuado sino directamente calcular los valores de los estadísticos aplicando el software y a partir de allí, inferir.
- No analizar el cumplimiento de los requerimientos de las herramientas inferenciales
- No pensar o relacionar el tamaño de la muestra con los riesgos asociados en las conclusiones o con la amplitud de los intervalos de confianza.
- No pasar de las conclusiones estadísticas al contexto.

4. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se presentaron dos problemas propuestos a los alumnos y se analizaron los aciertos y las dificultades observados en la resolución grupal de los mismos.

En el primero de ellos no se brindaban datos, sino que se les planteaba una situación problemática y se les pedía los pasos a seguir. Los alumnos acertaron en definir población y variable; pero presentaron dificultades en definir el parámetro en el cual basar la decisión. La mayoría pensó acertadamente en el modelo normal para la variable en estudio pero muy pocos justificaron su elección. En cuanto a los parámetros del modelo, no tuvieron problemas con el valor del promedio pero sí con el de la desviación estándar y con el valor asociado de la probabilidad de tramas fuera de especificaciones. En el análisis de los datos pensaron en posibles alternativas pero no detallaron qué acciones llevarían a cabo en el caso de no cumplirse lo pretendido en la empresa.

En el segundo problema, se planteaba una situación similar a la del primero pero además se brindaban datos. Aclarados los errores en la etapa de planteo, las dificultades que se observaron en la etapa de análisis de datos fueron no hacer el análisis descriptivo previo y no chequear los requerimientos de las herramientas de inferencia y las que se observaron en la de conclusiones fueron no relacionarlas con el contexto.

Las herramientas y el pensamiento estadísticos son de suma utilidad en la resolución de problemas en contexto; pero la persistencia de dificultades en esta tarea pone de manifiesto que no se adquieren fácilmente y que se debe seguir trabajando para elaborar propuestas superadoras, rediseñando las clases, los materiales y trabajos prácticos, como también las evaluaciones.

Es muy importante destacar el trabajo en grupos, que permite la discusión de los problemas y de las herramientas estadísticas puestas en juego en su resolución; así como la puesta en común de resoluciones y resultados.

5. Referencias

- [1] ISAAC GODINEZ, C. L. y LAMAR MENESES, F. R. (2010). El Pensamiento Estadístico en la Formación del Ingeniero. *15 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, La Habana:, p.1-10.

[2] KRISHNAMOORTHY, K.S. (2010). Statistical thinking for Engineers. What, Why and How? *IE&EM Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Xiamen, China.

[3] WILD, C. Y PFANNKUCH, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry (with discussion) *International Statistical Review*, v.67, n.3, p.223-265.