

OBJETIVOS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN ALUMNOS DEL PRIMER CURSO DE ESTADÍSTICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL¹

Graciela Carnevali*

Noemí Ferreri**

María Isabel Pozzo***

Resumen. Los ingenieros de distintas especialidades, y en especial los industriales, trabajan en el diseño, desarrollo, control y mejora de una gran variedad de productos, sistemas y procesos, muchos de los cuales están interconectados. En todos ellos, la variabilidad y la incertidumbre están presentes. El pensamiento estadístico provee el conocimiento empírico que completa al conocimiento ingenieril y de ahí la importancia de comenzar a desarrollarlo durante la formación de grado. Este trabajo se centra en un primer curso de Estadística orientado en esa línea y propone objetivos a alcanzar basados en la definición integral de pensamiento estadístico propuesta por Wild y Pfannkuch en 1999. El logro de estos objetivos se apoya en la resolución de problemas y en la comprensión de los conceptos y herramientas estadísticos, ambos pilares importantes en el desarrollo de este pensamiento.

Palabras Clave: Ingeniería industrial; Pensamiento estadístico; Curso de Estadística.

* Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina.

Contacto: carnevaligraciela@gmail.com

** Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina.

Contacto: nferreri@fceia.unr.edu.ar

*** Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Contacto: pozzo@irice-conicet.gov.ar

1 El presente trabajo inédito se realizó en el marco del Proyecto: "El pensamiento estadístico en el control y la mejora de los procesos: diseño, aplicación y evaluación de propuestas didácticas para su desarrollo en alumnos de ingeniería industrial". Parte 2 (Código de proyecto: ING 635). Directora: Noemí Ferreri. Órgano financiador: Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

OBJECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF STATISTICAL THINKING IN STUDENTS OF THE FIRST COURSE OF STATISTICS OF THE INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER

Abstract. Engineers from different specialties, and especially industrialists, work in the design, development, control and improvement of a wide variety of products, systems and processes, many of which are interconnected. In all of them, variability and uncertainty are present. Statistical thinking provides the empirical knowledge that completes engineering knowledge and hence the importance of beginning to develop it during undergraduate training. This work focuses on a first course of Statistics oriented in that line and proposes objectives to be reached based on the integral definition of statistical thinking proposed by Wild and Pfannkuch in 1999. The achievement of these objectives is based on the resolution of problems and on the understanding of statistical concepts and tools, both important pillars in the development of Statistical thinking.

Keywords: Industrial engineering; Statistical thinking; Statistics course.

Original recibido el 30/08/2019

Aceptado para su publicación el 07/05/2020

1. Introducción

Los especialistas en Educación Estadística distinguen al pensamiento estadístico como una competencia importante a desarrollar en todo profesional. Esto es debido a que el mismo se concibe como una estrategia de resolución de problemas de naturaleza estadística, es decir, de aquellos problemas en los que está presente la variabilidad y consecuentemente la incertidumbre.

Para los Ingenieros Industriales, este tipo de problemas se presenta cotidianamente en áreas como “Control de Procesos”, “Planificación de la Producción”, “Gestión de la Calidad”, “Gestión de Stocks”, etc. En ellas, el pensamiento estadístico junto con la aplicación de las herramientas estadísticas adecuadas, resultan de suma importancia ya que permiten conocer cabalmente a los procesos involucrados y luego actuar sobre ellos para reducir su variabilidad y así, mejorarlos.

Repensando la formación de grado de los futuros Ingenieros Industriales desde el eje de la profesión, surge que el desarrollo del pensamiento estadístico debe ser el principio director de los cursos de la disciplina. Esto plantea nuevos interrogantes para los docentes a cargo de estos cursos, entre los que se destacan:

- * ¿qué se entiende por pensamiento estadístico?, ¿por qué es importante su desarrollo en alumnos de Ingeniería Industrial?
- * ¿cómo lograr que los futuros ingenieros industriales desarrollen este pensamiento?
- * ¿cómo evaluar, a través del trabajo de los alumnos, el nivel de pensamiento estadístico alcanzado?

El pensamiento estadístico constituye un objetivo en el largo plazo, ya que debe pasar a formar parte de la lógica corriente de quienes lo adquieren; pero es muy importante que en los cursos de Estadística y asignaturas relacionadas se asienten las bases para su desarrollo.

En este trabajo se presentan algunas definiciones de pensamiento estadístico y se destaca su importancia en la formación de los futuros ingenieros industriales (Sección 2). Luego se presentan recomendaciones para el desarrollo del pensamiento estadístico, tomadas tanto de la bibliografía especializada como de la experiencia docente de las autoras en una universidad pública argentina (Sección 3) y se proponen los objetivos para trabajar en un primer curso de la disciplina orientado a desarrollar este pensamiento complejo (Sección 4). Luego se presenta un problema de aplicación (Sección 5) y por último, se resumen las conclusiones del trabajo (Sección 6).

2. El pensamiento estadístico

2.1. ¿Qué se entiende por pensamiento estadístico?

Una de las primeras definiciones de pensamiento estadístico, a la que se han ajustado algunos autores, es la de la American Society of Quality (1996) que lo presenta como una filosofía de aprendizaje y acción basada en tres principios fundamentales:

- todo trabajo ocurre en un sistema de procesos interconectados,
- la variación existe en todos los procesos,
- entender y reducir la variabilidad es la clave del éxito.

Chance (2002), señala que los principales componentes del pensamiento estadístico, son:

- la omnipresencia de la variabilidad,
- la necesidad de poner en juego todo el conocimiento relativo al contexto del problema,
- la necesidad de contar con datos, poniendo énfasis en el proceso de construcción de los mismos,
- la medición y modelización de la variabilidad,
- la consideración de los riesgos en la toma de decisiones.

Ben-Zvi y Garfield (2004) señalan que el pensamiento estadístico implica la comprensión de porqué y cómo se llevan a cabo las investigaciones estadísticas y de las principales ideas que subyacen en dichas investigaciones. Para estos autores, incluye la habilidad para comprender y utilizar el contexto en el planteo del problema y en la elaboración de conclusiones y reconocer y comprender el proceso completo de la investigación. Finalmente, opinan que los que piensan estadísticamente tienen la habilidad para criticar y evaluar los resultados de un problema ya resuelto o de un estudio estadístico.

En esta línea, Krishnamoorthi (2010) considera al pensamiento estadístico como una filosofía, como una estrategia de resolución de problemas, como la difundida secuencia PDCA (en español: planificar, hacer, verificar, actuar) de Deming; diferente de los métodos estadísticos, y aún más importante que estos, porque debe preceder la aplicación de los mismos. Es decir, que este pensamiento se asocia a todo el proceso de una investigación estadística, desde el planteo mismo del problema hasta la obtención de conclusiones en contexto. Comprender la variabilidad y ser conscientes de todo el proceso que implica la resolución de un problema es mucho más importante que la aplicación de alguna técnica específica.

Por su parte, Moore (1998) definió al pensamiento estadístico como un modo independiente, general y fundamental de razonar sobre datos, variabilidad y azar. Sostenía que razonar estadísticamente requiere considerar la relevancia de los datos observados, como así también de otros datos que podrían haber sido observados en relación al problema de interés, e interpretar los resultados obtenidos en el contexto coincidiendo con los elementos de las dimensiones mencionadas.

En el área de calidad, fundamental para un Ingeniero Industrial, Hoerl y Snee (2010) opinan que la mejor manera de aplicar Estadística dentro de las organizaciones es enclavar el pensamiento estadístico y la aplicación de los métodos estadísticos en los procesos claves de la empresa.

Todos estos autores integran las ideas de procesos, variabilidad, análisis, desarrollo, conocimiento y acción, lo que es importante cuando se aplica en la mejora de la calidad.

Wild y Pfannkuch (1999) desgranar todos estos conceptos y conciben al pensamiento estadístico de una manera integral poniendo el eje en el proceso de resolución de problemas. A partir de entrevistas a diferentes profesionales de la Estadística, definen cuatro dimensiones que se ponen en juego en este proceso. La primera dimensión considera al ciclo investigativo integrado por las etapas que transcurren

en la resolución de un problema de esta naturaleza. La segunda tiene en cuenta los tipos de pensamiento (fundamentales y generales), que incluyen la trasnumeración, el reconocimiento de la variabilidad, la necesidad de los datos y la integración del contexto y también contempla el trabajo con modelos, la búsqueda de explicaciones, la aplicación de técnicas y el pensamiento estratégico.

La tercera dimensión o ciclo interrogativo considera procesos como la generación, la interpretación, la crítica y la formulación de juicios que deben tenerse en cuenta en todas y cada una de las etapas del ciclo investigativo. Y la cuarta contempla las actitudes, aptitudes y disposiciones que se ponen en juego en todo el proceso, entre las que pueden mencionarse la mente abierta, la imaginación y sobre todo la lógica. Esta definición integra el ciclo de la resolución del problema con los demás componentes tales como el reconocimiento de la presencia de la variación, la necesidad de datos y otros que hacen a cuestiones estratégicas.

2.2 ¿Por qué es importante desarrollar pensamiento estadístico en Ingeniería Industrial?

Los ingenieros de distintas especialidades, y en especial los industriales, 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. El éxito de las organizaciones en la actualidad depende en gran medida de la habilidad de los profesionales para mejorarlos, lo que implica conocerlos profundamente, como así también al contexto en el que estos se desarrollan; identificar y minimizar las fuentes de variabilidad y tomar las mejores decisiones, siempre basadas en datos (Isaac Godínez y Lamar Meneses, 2010).

Krishnamoorthi (2010) afirma que este conocimiento de los productos, sistemas y procesos es muy importante, pero no alcanza. El pensamiento estadístico provee el conocimiento empírico que completa al conocimiento ingenieril, ya que permite aprender sobre la variabilidad, siempre presente, y la incertidumbre que esta provoca.

Los ingenieros, en su práctica profesional deben plantearse preguntas como: ¿cómo se comporta la variabilidad de un producto, sistema o proceso en el tiempo?, ¿cuánto vale?, ¿a qué factores se debe?, ¿cómo puede reducirse?, etc. Para responderlas, deben trabajar con datos, sean estos resultados de observaciones o de experimentos, como así también con métodos estadísticos para analizarlos. En consecuencia, el pensamiento estadístico, es una competencia que los futuros profesionales deben comenzar a adquirir durante su formación, para poder resolver satisfactoriamente los problemas de naturaleza estadística que se les presenten.

A su vez, los profesionales de la Ingeniería deben investigar e innovar, ante una naturaleza y una sociedad cada vez más complejas, en un mundo que cambia bruscamente y en el que el conocimiento está basado en gran medida en lo experimental y lo tecnológico. Esta tarea requiere el uso de Estadística (Isaac Godínez y Lamar Meneses, 2010).

El logro de este pensamiento es un objetivo alto y exigente para un alumno de Ingeniería Industrial. El mismo debe plantearse a largo plazo y se puede enfocar

como un proceso complejo que debe comenzar a desarrollarse desde los primeros acercamientos de los alumnos a la Estadística y durante todos los cursos del área, donde se apliquen los conocimientos básicos adquiridos a problemáticas cada vez más complejas.

Se desprende que es muy importante que los docentes, no sólo de Estadística sino de áreas afines, tengan claro qué es el pensamiento estadístico y reflexionen acerca de cómo desarrollarlo en los alumnos.

3.-¿Cómo lograr que los alumnos desarrollen el pensamiento estadístico?

La Estadística no es una forma de hacer sino una forma de pensar, que ayuda a la solución de problemas en las ciencias, como afirma Batanero (2001). Moore (1998) afirma que el pensamiento estadístico es una herramienta de la civilización y no parte de nuestro bagaje neural natural. Se aprende a partir de problemas correctamente elegidos, más que de un conjunto de teoremas. Todo esto tiene implicancias en la enseñanza de la disciplina y pone de manifiesto que si bien es importante lograr que los alumnos de carreras de Ingeniería aprendan conceptos y técnicas estadísticas y que puedan establecer relaciones entre ellos, el proceso de enseñanza-aprendizaje debe enfocarse en el desarrollo del pensamiento estadístico en contextos afines de aplicación.

El mismo autor ya recomendaba introducir en un primer curso la producción y el análisis de datos y la inferencia, sin tantas fórmulas y cálculos (Moore, 1997) y en coincidencia, en el proyecto GAISE (Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) (American Statistical Association, 2018) se manifiesta que para que los alumnos sean capaces de pensar estadísticamente se requiere que comprendan algunos aspectos de la Estadística entre los que mencionan la necesidad de los datos, la importancia de generar buenos datos, la presencia de la variabilidad, la cuantificación y explicación de la variabilidad y el manejo de modelos frecuentes. Esta elección requiere que en las clases haya más conceptos y menos fórmulas y se fomente un aprendizaje activo.

Muchos otros autores, entre los que se encuentran las autoras del presente trabajo, destacan la necesidad y la importancia de resolver frecuentemente problemas de naturaleza estadística en contextos conocidos de aplicación, lo que se considera una competencia a desarrollar en los alumnos de Ingeniería Industrial. Al respecto, Fuentes Leyva (2016) opina que aplicar la estadística a problemas concretos de la realidad y de la profesión es penetrar en la esencia misma del descubrimiento de los conocimientos, con lo cual se logra también en el plano pedagógico-didáctico una mayor solidez en la asimilación de los mismos.

En relación a la resolución de problemas, Campos (2016) propone algunas acciones fundamentales como trabajar con datos reales, relacionar los datos con el contexto en el que están inmersos, orientar a los alumnos para que interpreten los resultados, permitir que los estudiantes trabajen en grupo y que critiquen las interpretaciones de sus pares, favoreciendo así el debate de ideas y argumentos sobre la validez de las conclusiones.

Un curso orientado a desarrollar pensamiento estadístico se debe iniciar con problemas reales donde los estudiantes puedan desarrollar sus ideas, proponer preguntas a responder con la obtención de los datos correctos, formular teorías a probar a través de metodologías y herramientas apropiadas y poner en contexto las conclusiones obtenidas, comunicando lo hallado con un lenguaje apropiado. Es decir que la resolución del problema se encara como un proceso global en el que se aprende en cada una de sus etapas.

Es importante recalcar que cuando se habla de resolver problemas, no sólo se busca que los alumnos encuentren una solución adecuada, sino también que tengan control de esa búsqueda. Esto significa que puedan plantear adecuadamente los objetivos que se proponen y justificar cada una de las tareas que llevan a cabo. Además, es un proceso creativo en el que no hay que descuidar el conocimiento y la utilización correcta de todos los conceptos de la Estadística y de la Teoría de la Probabilidad ya que asociado a la variabilidad está siempre presente la incertidumbre.

El ciclo de la resolución de un problema de naturaleza estadística, como el que aportan Wild y Pfannkuch (1999), es útil a la hora de guiar este proceso. Junto a los restantes ciclos o dimensiones propuestos por estos autores hacen a cuidar la validez tanto interna como externa del proceso al que debe enfrentarse cualquier persona que quiera resolver este tipo de problemas. Los mismos autores recomiendan simplificar estas dimensiones cuando se trata de un primer curso de Estadística. Este "ciclo investigativo" consta de las etapas: planteo, planificación de la resolución del problema, obtención de los datos, el análisis de los mismos y la obtención de conclusiones estadísticas y en contexto (PPDAC); pero abordar todas estas etapas en un primer curso es una tarea compleja.

¿Qué características deben presentar entonces los problemas que los docentes les propongan a sus alumnos?

En primer lugar, no deben plantear situaciones muy simplificadas, de manera que para resolverlos sólo tengan que aplicar una fórmula, hacer unas cuentas y obtener conclusiones que no puedan relacionar con algún contexto de aplicación. Por el contrario, deben tener la mayor cantidad de "ingredientes" posibles, de manera que en su resolución los alumnos vayan transitando las distintas etapas del proceso, interconectadas entre sí y con los contenidos del curso. En segundo lugar, deben pertenecer a algún área de aplicación del futuro ejercicio profesional.

Del Pino y Estrella (2012) y Sánchez Sánchez (2013) opinan que una forma importante de trabajar para lograr pensamiento estadístico es proponer, a lo largo del curso, problemas de complejidad creciente donde el alumno deba transitar alguna de las etapas y cuestionarse sobre las restantes. Por su parte, Moore (1998) enfatiza trabajar con problemas en los que se transiten las etapas de planteo, análisis y conclusiones como básicas para un primer curso.

Si bien la mayoría de los autores están de acuerdo en trabajar con resolución de problemas, se desprende que el término "problema" hace referencia a diferentes tipos de situaciones:

- situaciones donde se transita alguna de las etapas del ciclo o se aplica alguna herramienta para comprender las ventajas y limitaciones de la misma,

- casos recortados a los contenidos del curso donde los alumnos, preferiblemente reunidos en grupos de trabajo, recorran todas las etapas del ciclo (con excepción de la recogida de datos) y logren escribir y presentar oralmente un informe sobre lo actuado,
- proyectos que surgen de preguntas propuestas por los docentes o incluso por los mismos estudiantes, en los que estos deben transitar todas las etapas (incluida la recolección de los datos). El trabajo con este tipo de problemas se dificulta en cursos numerosos ya que la recolección de los datos demanda mucho tiempo y todo el proceso es más complicado de coordinar y supervisar por parte de los docentes.

También es importante señalar sobre el trabajo de resolución de problemas, la conveniencia de formar grupos de alumnos, hecho que favorece las interrelaciones entre ellos y con los docentes, y disponer de clases de discusión. Cualquiera sea la actividad y la forma que se proponga para el trabajo en clases y fuera del aula, no debe descuidarse la comprensión de conceptos y el desarrollo de destrezas procedimentales y actitudinales. Tampoco la apropiada comunicación al contexto, coincidiendo con lo expuesto por Batanero (2013).

4.- Objetivos para el primer curso de estadística

Un alumno de Ingeniería Industrial debe formarse para ser “generador” de investigaciones que produzcan información estadística de calidad que pueda ser utilizada en el área de trabajo en que se especialice para mejorar procesos, productos, etc., y no solamente como “consumidor” de este tipo de información.

Behar Gutiérrez y Grima Cintas (2015) definen a la Estadística como una disciplina de hacer, de interactuar con el medio, a diferencia de la Matemática y destacan que esto debe tenerse en cuenta en su enseñanza. Agregan a modo de ejemplo que "no se puede formar a un torero con sólo diapositivas". La Estadística pretende la búsqueda del conocimiento en la investigación empírica. Con ella se resuelven interrogantes acerca de un problema que consiste en hallar conocimiento válido sobre un fenómeno. Es por ello que suena artificial desarrollar un curso con base en los conceptos y herramientas estadísticas para luego ilustrarlas con ejemplos simples.

Para lograr que los alumnos comiencen a desarrollar pensamiento estadístico, concebido como estrategia de resolución de problemas, es de utilidad que el ciclo PPDAC se constituya en el principio director del curso, ya que recorriendo las distintas etapas, a partir del planteo del problema, se pueden presentar articuladamente todos los conceptos fundamentales de la asignatura, como se muestra en la Figura 1. Es importante también que los problemas que se presenten sean de áreas de la futura profesión y de complejidad creciente y que el ambiente de aprendizaje favorezca la discusión de ideas.

Teniendo en cuenta las dimensiones o ciclos propuestos por Wild y Pfannkuch (1999) y observando que no todas pueden ser desarrolladas con igual intensidad en un primer curso, se proponen las siguientes expectativas de logro asociadas a cada uno de los ciclos.

a. Respecto al ciclo investigativo o PPDAC (planteo, planificación, recolección de datos, análisis y obtención de conclusiones):

- a.1. que el alumno pueda recorrer articuladamente las etapas del ciclo PPDAC (primer ciclo), tanto para la resolución de un problema a nivel poblacional como, especialmente, para uno que requiera de Inferencia Estadística (Intervalos de confianza o *Test* de hipótesis para una única población),
- a.2. que el alumno pueda obtener las conclusiones estadísticas y utilizarlas para dar respuesta al objetivo en estudio en un contexto de aplicación,
- a.3. que el alumno pueda escribir un informe sobre lo actuado en lenguaje apropiado, como así también, defenderlo oralmente en una puesta en común.

En general, en un primer curso, en coincidencia con lo afirmado por Moore (1997,1998), es conveniente trabajar con las etapas P, A y C (planteo, análisis, conclusiones) de un problema cuyo objetivo es conocer la distribución y/o los parámetros de una única población. Es sumamente importante hacer habitual este recorrido desde el planteo mismo del problema a resolver hasta la obtención de conclusiones en contexto, incorporando elementos de la planificación de la recogida y análisis de los datos y del proceso de recolección propiamente dicho.

b. Respecto al segundo ciclo, tipos de pensamiento:

- b.1. que el alumno reconozca y pueda ejemplificar problemas de naturaleza aleatoria, en las aplicaciones de su carrera (Ingeniería Industrial), a partir de sus características principales: la incertidumbre, la presencia de variables y poblaciones y que pueda acceder a datos y herramientas estadísticas de calidad para el control de la variabilidad, clave de este tipo de problemas,
- b.2. que el alumno pueda trabajar con los elementos de los modelos probabilísticos (por lo menos de los más usuales), realizar cálculos, interpretarlos y utilizarlos en la toma de decisiones. Que pueda hacer la transnumeración completa en cada etapa de la resolución del problema. Es importante introducir preguntas o situaciones que hagan pensar a los alumnos sobre la variabilidad y las posibles causas, la necesidad de los datos, como así también las interpretaciones de la probabilidad y su uso para tomar decisiones con riesgos controlados, siempre en el contexto de aplicación.

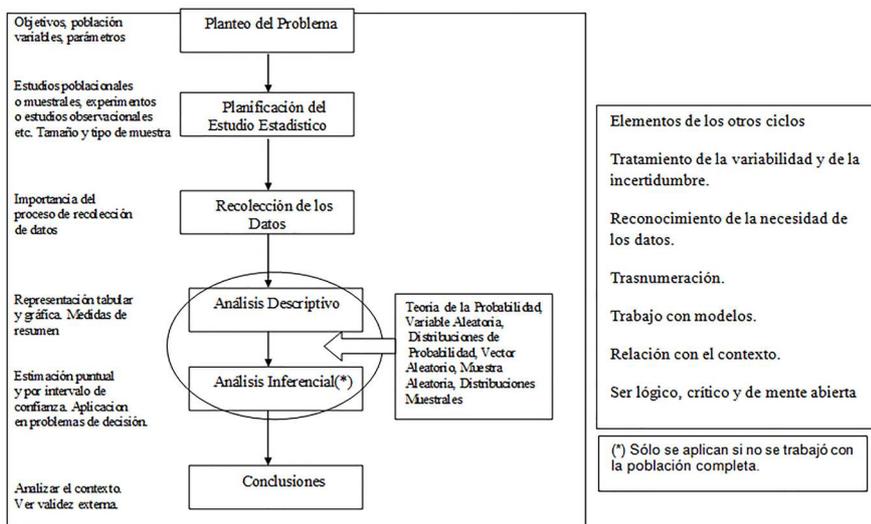
c. Respecto a la tercera y la cuarta dimensión, ciclo interrogativo y las disposiciones y actitudes:

- c.1. que el alumno pueda criticar y juzgar con fundamento cualquiera de las etapas de la resolución de un problema que involucre una investigación empírica, o de las herramientas y conceptos que se apliquen,
- c.2. que el alumno transcurra las etapas de resolución de un problema con lógica y mantenga la mente abierta para encontrar la solución del problema planteado y sea perseverante en la búsqueda de nuevas soluciones superadoras, tanto como aplicarlas a nuevos problemas.

De estas dimensiones se trabajan solo algunos de sus elementos. Se concibe que la resolución de un problema no debería ser mecánica sino pensada críticamente con una mentalidad abierta a distintos caminos de acción lógicos y a la posibilidad de encontrar otras soluciones para otros requerimientos y alcances.

En síntesis, de acuerdo a los objetivos propuestos para un primer curso de Estadística, el proceso de resolución de problemas con los elementos de las demás dimensiones señaladas se constituye en el eje del curso, siempre apoyado en la correcta comprensión y aplicación de los conceptos estadísticos, como así también de las herramientas y métodos de la disciplina (Figura 1), ambos pilares igualmente importantes en el desarrollo del pensamiento estadístico.

Figura 1. Relación entre los contenidos del primer curso de Estadística, etapas



Fuente: adaptado de Carnevali, Cardone, Ferreri y Martinez (2018).

5. Un ejemplo de aplicación

A modo de ejemplo, se presenta uno de los problemas que pueden proponerse a los alumnos al inicio del curso para luego seguirlos durante el mismo: "Una empresa metalúrgica de la provincia de Santa Fe fabrica diferentes tipos de barras de acero que luego se utilizan en la construcción y en otras industrias. Una empresa automotriz de la zona requiere uno de los tipos de barras y está dispuesta a comprarlas siempre y cuando estas cumplan con ciertas características. En la gerencia de la empresa metalúrgica están interesados en convertirse en proveedores de la automotriz y quieren conocer cuál es la proporción de barras que cumplen con dichas características."

A partir de este problema inicial surgen varias preguntas para dialogar con los alumnos entre las que pueden mencionarse "¿cuál es el objetivo del estudio?", "¿cuál es la población de interés?", "¿cómo definir claramente a dicha población?", etc. Definida a la población como el conjunto de barras de determinado tipo que se producen en

la empresa metalúrgica, queda pendiente determinar a qué se podría estar refiriendo la empresa automotriz con el término “cumplir ciertas características”.

Las respuestas, que involucran el concepto de variable y su clasificación, pueden ser que las barras no tengan imperfecciones o que tengan determinadas dimensiones (espesor, longitud, peso, etc.). Si se supone que la variable de interés es la longitud (variable cuantitativa continua) y que la automotriz requiere que las longitudes de las barras estén mayormente en el intervalo $250 \pm 0,6$ mm, una medida de interés para la metalúrgica es la proporción de barras que satisfacen ese requerimiento. El objetivo de la empresa entonces es conocer el valor de esta medida. Todas estas cuestiones se asocian al planteo del problema y se pueden trabajar en los primeros días del curso.

Más adelante, una vez presentados los modelos usuales para distribuciones de probabilidad de variables continuas, se puede retomar el mismo problema y definir otras medidas de interés como la longitud promedio o la desviación estándar de la longitud, las cuales deberían tomar ciertos valores. Si por ejemplo, las longitudes se suponen distribuidas según el modelo normal y se pretende que, como mínimo, cierta proporción de las barras cumplan los requerimientos de la industria automotriz.

Planteado concretamente el objetivo, las preguntas se orientan ahora a cómo dar respuesta al mismo y la primera idea importante es que se necesitan datos, por lo cual hay que planificar cómo obtenerlos y analizarlos. Dado que la población puede considerarse infinita, se debe tomar una muestra de una cierta cantidad de barras y medir en ellas la longitud. Estas cuestiones, asociadas a la etapa de planificación del estudio estadístico, también se presentan al inicio del curso. Surgen nuevas preguntas: “¿cómo seleccionar la muestra?”, “¿cuántas unidades seleccionar?”, “¿cómo medir la longitud de las barras?”, etc.

Una vez que en el curso se presentan las herramientas de análisis descriptivo de los datos, los alumnos pueden describir el comportamiento de las longitudes de una muestra de cierta cantidad de barras obtenidas de la empresa metalúrgica y obtener conclusiones preliminares. Luego aplicar herramientas de análisis inferencial en presencia del juicio y la crítica en cada paso, eligiendo caminos de acción según los requerimientos necesarios, para desembocar en conclusiones estadísticas acordes a los procedimientos utilizados y relacionar las mismas con el contexto de interés, elaborando un informe a la empresa metalúrgica en lenguaje apropiado hacia el final del curso.

Problemas como el de las barras, que se van planteando y resolviendo a lo largo de todo el curso, favorecen el cumplimiento de los objetivos y con ello, el desarrollo gradual del pensamiento estadístico. Estos problemas deberán ser de complejidad creciente, permitiendo que los alumnos hagan habitual el recorrido del Ciclo Investigativo PPDAC y vayan comprendiendo los conceptos y procedimientos estadísticos que deben emplear. Se pretende también que estén relacionados al trabajo de un Ingeniero ya que esto favorece la motivación del alumno.

6. Conclusiones

Para los ingenieros industriales en formación, el desarrollo del pensamiento estadístico resulta de suma importancia y, si bien este desarrollo se da en el largo

plazo, es fundamental que en los cursos del área de Estadística se asienten las bases del mismo.

En este trabajo se han propuesto objetivos para un primer curso de la disciplina basados en la definición integral de pensamiento estadístico de Wild y Pfannkuch (1999). Estos objetivos abarcan por un lado el Ciclo Investigativo PPDAC, con especial énfasis en las etapas de Planteo, Análisis de Datos y Conclusiones y por el otro, los tipos de pensamiento involucrados en el proceso de resolución de problemas, las actitudes y las aptitudes. A su vez, involucran la comprensión y la aplicación correcta de todos los conceptos estadísticos asociados.

Surgen para los docentes dos grandes desafíos. El primero consiste en tomar los contenidos del curso y organizar la forma de desarrollarlos, las actividades a proponer, etc. para alcanzar los objetivos propuestos. El segundo consiste en evaluar periódicamente a los alumnos y determinar si los van alcanzando o no, previendo hacer una detección de dificultades frecuentes para incluir su tratamiento en nuevas actividades.

La resolución frecuente de problemas, como el de las barras de acero, permite cumplir los objetivos propuestos para el curso. Respecto a la primera dimensión del pensamiento estadístico (Ciclo PPDAC), los alumnos deben transitar las diferentes etapas del ciclo, obtener conclusiones en contexto y comunicar lo actuado en un informe. Respecto a la segunda dimensión (tipos de pensamiento), los alumnos deben reconocer que están frente a un problema de naturaleza estadística, identificar sus principales elementos (poblaciones, variables, etc) y comprender la necesidad de trabajar con datos. También realizar cálculos con modelos usuales de probabilidad e interpretar los valores de sus parámetros. Con respecto a la tercera y a la cuarta dimensión (ciclo interrogativo y aptitudes y actitudes), los alumnos deben transitar todo el proceso de resolución del problema con actitud crítica siguiendo una secuencia lógica y manteniendo la mente abierta a soluciones superadoras.

A partir de lo expuesto en este trabajo se concluye que es importante pensar en distintas formas de trabajo tanto grupales como individuales y también en la evaluación. Algunos problemas de distinto orden, entre los que pueden mencionarse los cursos numerosos y la baja cantidad de docentes para coordinar los trabajos de los alumnos, dificultan la tarea; pero el objetivo de desarrollar Pensamiento Estadístico los alumnos de Ingeniería, y sobre todo de Ingeniería Industrial, debe ser irrenunciable.

Referencias bibliográficas

American Society for Quality. (1996) *Glossary and tables for Statistical Quality Control*. Milwaukee, EEUU: American Society for Quality.

American Statistical Association. (2018) *Lineamientos para la Evaluación y Enseñanza en Educación Estadística, Reporte (GAISE). Un Marco para el Currículo de Pre-K–12*. American Statistical Association.

Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Editorial Grupo de Investigación en Educación Estadística. Departamento de Didáctica de la Matemática.

- Batanero, C. (2013). Sentido Estadístico. Componentes y desarrollo. *I Jornadas Virtuales de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y la Combinatoria*. Granada, España: Grupo de Investigación en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM).
- Behar Gutiérrez, R. y Grima Cintas, P. (2015). Estadística: Aprendizaje a largo plazo. Algunas reflexiones. En Contreras, J. M., Batanero, C., Godino, J. D., Cañadas, G. R., Arteaga, P., Molina, E., Gea, M. M. y López, M.M. (Eds.), *Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*, 2, pp. 37-52. Granada, España: Grupo de Investigación en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM).
- Ben Zvi, D. y Garfield, J. (Eds.). (2004) *The challenge of developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Dordrecht, Alemania: Springer Science + Business Media.
- Campos, C.R. (2016). La educación estadística y la educación crítica. En Álvarez, I. & Sua, C. (Ed.), *Memorias del II Encuentro Colombiano de Educación Estocástica*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Educación Estocástica.
- Carnevali, G. H., Cardone, P., Ferreri, N. M. y Martínez, F. (2018). El ciclo de resolución de problemas en un primer curso de Estadística. *XLI Reunión de Educación Matemática*. La Plata, Argentina.
- Chance, B. (2002). Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment. *Journal of Statistical Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910677>
- Del Pino, G. y Estrella, S. (2012). Educación Estadística: relaciones con la Matemática. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49(1), pp. 43-64.
- Fuentes Leyva, J. M. (2016). El desarrollo de habilidades para la resolución de problemas prácticos en la asignatura de Estadística. *Revista Cubana de Educación Superior*, 3, pp. 30-46.
- Hoerl, R. y Snee, R. (2010). Statistical Thinking and Methods in Quality Improvement: A Look to the Future. *Quality Engineering*, 22(3), pp. 119-129.
- Isaac Godínez, C. L. y Lamar Meneses, F. (2010). El pensamiento estadístico en la formación del ingeniero. *XV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*. La Habana, Cuba.
- Krishnamoorthi, K. S. (2010). Statistical thinking for engineers - what, why, and how? *2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering*

and Engineering Management. 17th IEEE International Conference (IE&EM 2010). Xiamen, China.

Moore, D. (1997). New pedagogy and new content: the case of Statistics. *International Statistical Review*, 65(2), pp. 123-259.

Moore, D. (1998). Statistics among the liberal arts. *Journal of the American Statistical Association*, 93, pp. 1253-1259.

Sánchez Sánchez, E. (2013). *Elementos de Estadística y su didáctica a nivel bachillerato*. México, México: Subsecretaría de Educación Pública.

Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), pp. 223-262.