Boletín de Estadística e Investigación Operativa
Vol. 37, No. 1, Marzo 2021, pp. 75-81

Opiniones sobre la profesión

Matemáticas y Estadística. Al César lo que es del César...

Roberto Behar Gutiérrez
Escuela de Estadística, Universidad del Valle, Cali (Colombia)
✉roberto.behar@correounivalle.edu.co

Pere Grima and Xavier Tort-Martorell
Departamento de Estadística e Investigación Operativa
Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech
✉pere.grima@upc.edu, ✉xavier.tort@upc.edu

Abstract

This article discusses whether statistics is a part of mathematics, as some teachers –of statistics in college and of mathematics in secondary education– often take for granted. It can be said that the important thing is that it is explained well –that the question is not if the cat is white or black, it is that it hunts mice– and therefore that this discussion is not very interesting. However, it is very relevant because the vision that one has of statistics influences how it is taught, the approach that is given, and what is prioritized... and, also relevant, in which group appropriates the discipline giving it its imprint and personality. The paper highlights the importance of being clear that statistics goes far beyond the mathematical methods it uses.

1. La estadística, ¿es una parte de las matemáticas?

En la educación secundaria suele decirse que la estadística es un tema que no siempre da tiempo de ver porque está al final del libro. Al final del libro de matemáticas, no del libro de matemáticas y estadística. Esto ya crea la idea de que la estadística es una parte de las matemáticas y de que está bajo la competencia del profesor de esta asignatura.

Fuera del ámbito académico, si en una librería uno quiere ver qué libros de estadística tienen deberá buscar en las estanterías donde están los libros de matemáticas y quizá allí –entre los de álgebra, cálculo y geometría– encuentre

© 2021 SEIO

alguno. Aunque ahora seguramente es más habitual buscar en internet. Si entramos en Amazon y buscamos libros por categorías, los de estadística están dentro de la categoría de matemáticas, por supuesto.

La UNESCO ha definido una nomenclatura para los campos de las ciencias y la tecnología. Matemáticas es uno de los campos y de ahí cuelgan Lógica, Álgebra, Análisis... y Estadística. Esta revista incluye un código AMS (de la American Mathematical Society) en cada artículo para ayudar a clasificarlo. Ahí se encuentra una exhaustiva relación de las áreas de las matemáticas. Una de ellas es –como no– la estadística. En fin ¿quién duda de que la estadística es una parte de las matemáticas?

Pues parece que no somos nosotros los únicos. En la universidad de dos de los autores tenemos una Facultad de Matemáticas y Estadística. Con lo meticulosos que son los matemáticos con la terminología y la notación que utilizan no dejarían que la facultad se llamara "de Matemáticas y Estadística" si consideraran que la estadística es una parte de las matemáticas. No hay facultades de "Matemáticas y Álgebra" ni de "Matemáticas y Geometría". Sí las hay de "Física y Química" o de "Geografía e Historia", que son disciplinas afines, pero no es una parte de la otra.

2. Estadística versus matemáticas

El pensamiento matemático es deductivo. Se parte de unos axiomas y mediante la lógica se deducen unos teoremas que se cumplen siempre. Este proceso deductivo persigue la resolución de problemas que se sitúan en el ámbito de los modelos abstractos, de lo teórico, y su resolución exige prestar mucha atención a la notación que se usa y a la aplicación de las reglas, propiedades y otros teoremas demostrados previamente.

El pensamiento estadístico es inductivo. Se parte de unos datos y a partir de ellos se estiman características de la población de la que provienen. El cómo seleccionar y evaluar la calidad de esos datos también forma parte del problema. Mientras que las matemáticas buscan encontrar soluciones exactas en el mundo de lo simbólico, en estadística estamos intentando buscar soluciones aproximadas pero útiles conociendo una medida de la bondad de la aproximación. En matemáticas un solo caso que no se cumpla ya es suficiente para declarar que una proposición es falsa. En estadística sabemos que el hecho de que un fumador de cajetilla diaria llegue a los 90 años en buenas condiciones no invalida la teoría de que el tabaco perjudica la salud.

La estadística sirve para responder preguntas en el terreno de la investigación empírica, preguntas del tipo: ¿Qué tipo de resina da mejores resultados para depurar el agua? ¿qué principio activo es más eficaz para curar una enfermedad? ¿Qué porcentaje de ciudadanos está de acuerdo con la política del gobierno? Estas preguntas no se pueden responder desde las matemáticas. Hay que hacer

un experimento o una encuesta y sabemos que las conclusiones que se extraigan no serán un teorema matemático. Si se repite el experimento/encuesta saldrán otros resultados, pero tenemos herramientas matemáticas que, bajo ciertos supuestos, nos permiten responder a las preguntas planteadas informando también sobre una medida de la confianza con la que damos nuestras respuestas.

Solo con las herramientas e instrumentos de las matemáticas no siempre es posible resolver problemas de la realidad fáctica, de la misma forma que un gran físico, que sabe las leyes de la mecánica, la termodinámica y la electricidad, no garantiza que cuando se le estropee el coche lo sepa arreglar. La aplicación de la estadística está más relacionada con la forma de hacer un buen diagnóstico sobre lo que le pasa al coche para dar una buena solución, que en aumentar la teoría sobre la mecánica o la termodinámica.

Pero desde luego, la estadística tiene en la matemática una de sus herramientas más útiles. Por ejemplo, la teoría de la probabilidad –uno de los pilares de la estadística– se desarrolla íntegramente con el proceso deductivo de la matemática. La teoría de la probabilidad sí es una parte de las matemáticas. Necesitamos la teoría de las distribuciones de probabilidad para calcular probabilidades en el terreno de lo práctico. Si no existiera la matemática que se ha desarrollado para demostrar los teoremas que usamos en estadística (ley de los grandes números, teorema central del límite, teorema de Glivenko-Cantelli...) poca cosa se podría hacer.

Desde luego que matemáticas y estadística no son disciplinas independientes, como no lo son las matemáticas y la física. Pero sus objetivos y metodología son distintos y el problema no está en cómo clasificamos la estadística sino en qué enfoque le damos y cómo la enseñamos.

3. Cuando los medios se confunden con los fines

Todos tenemos claro que una cosa es hacer cálculos (sumas, divisiones, raíces cuadradas) y otra son las matemáticas, que van mucho más allá tanto en sus métodos como en sus objetivos. De la misma forma, construir tablas de frecuencias, calcular medias, medianas y modas o representar datos en un diagrama de sectores no es hacer estadística. Poner el énfasis en unos procedimientos que parece que solo se hacen por hacer, sin tener claro cuál es el problema que queremos resolver o a qué pregunta relevante queremos responder, seguramente se percibe como una tarea tediosa y de escasa utilidad práctica.

El objetivo de la estadística es aumentar nuestro conocimiento sobre el mundo que nos rodea, ya sea en el terreno de la ciencia, la sociología o los negocios, a partir de la observación y el análisis de la realidad de una forma inteligente y objetiva. La estadística estudia cómo recoger datos o cómo valorar si aquellos de que disponemos tienen una calidad suficiente. También estudia cómo analizarlos para obtener la información que permita responder a les preguntas que

nos planteamos.

Naturalmente también hay que saber lo que es una tabla de frecuencias, pero construirla no es nunca el objetivo de la estadística. Poner el énfasis solo en los métodos o en las herramientas que se usan en el análisis de los datos sin el contexto del tipo de problemas –reales, cercanos y prácticos–, que se pueden resolver da una imagen equivocada de la utilidad y de las posibilidades de la estadística. Seguramente, más que una asignatura o una disciplina independiente, la estadística puede ser vista como una competencia transversal –igual que hacer cálculos, o saber expresarse bien– que está presente en todas las asignaturas. La estadística tiene que ver con el análisis objetivo de la realidad para crear teorías e interpretaciones que se dan como buenas (o como las más razonables con la información disponible) aunque es posible que –con más datos– las conclusiones sean otras. Está en la esencia del método científico.

En la universidad, en las asignaturas de estadística, seguramente lo más importante es transmitir interés por el valor de los datos, por cómo recogerlos para que sean útiles, por saber valorar su calidad. Claro que para analizar los resultados utilizaremos modelos matemáticos, o los que convengan, pero el protagonismo, el interés genuino, no debería estar centrado en los modelos sino en los problemas que cada uno en su campo tiene interés en resolver.

A veces se administra una sobredosis de matemáticas en los primeros años de los estudios de grado, también en el Grado de Estadística. Esto puede ser debido al deseo de que los estudiantes tengan una buena base matemática, y también –porque no decirlo– al interés de los diferentes departamentos por meter horas de clase de sus asignaturas con criterios que no priorizan las necesidades y el interés del estudiante sino el copar horas de docencia para poder contratar o estabilizar nuevos profesores, o consolidar otros con un puesto precario.

Esto hace que estudiantes con curiosidad e interés por la estadística se encuentren con que en los primeros cursos lo que menos se estudia es estadística y, sin embargo, deben tomar varias asignaturas de matemáticas, tema que –en principio– no les despierta especial interés. Es como si a un joven al que le gusta el futbol se apunta a un grado para ser futbolista pero el primer año las asignaturas tienen que ver con: darle vueltas al campo corriendo, hacer abdominales, ejercicios de estiramiento... Estamos todos de acuerdo en que estas "asignaturas" son útiles para ser futbolista, pero seguramente el estudiante se sentirá decepcionado ya que no es eso lo que a él le gusta. Y otro problema, siguiendo con el símil, sería que los profesores de abdominales o de dar vueltas al campo no supiesen explicar la conexión de esas disciplinas con el futbol porque a esos profesores el futbol nunca les ha interesado ni lo han practicado.

¿No sería más adecuado que los jóvenes que quieren ser futbolistas dediquen –ya desde el principio– una buena parte del tiempo a jugar al futbol? Seguro que ellos mismos se darían cuenta de que la resistencia física es muy importante

para aguantar en buenas condiciones hasta el final del partido, y de que los ejercicios de estiramientos son fundamentales para evitar lesiones, y seguramente los harían encantados y motivados, una vez vista su necesidad e importancia.

4. Estadística e Informática

También la informática parece estar desdibujando el terreno de la estadística, incluso con la aparición de grados de lo que se ha dado en llamar "Ciencia de Datos" o directamente "Data Science" sin traducir del inglés.

Hasta hace unos años, uno de los mantras que se repetían en nuestras clases de estadística era que los datos siempre son un bien escaso, que siempre quisiéramos tener más pero tenemos que conformarnos con los que tenemos y administrarlos lo mejor que podemos. En muchos campos esto ha dejado de ser cierto. Ahora recoger datos puede ser relativamente fácil, y lo difícil es analizarlos para obtener de ellos información relevante.

Los expertos en gestionar y manejar grandes volúmenes de datos son los informáticos. Los informáticos son también expertos en crear algoritmos (eso es lo suyo) y hablan de redes neuronales, *machine learning*, *deep learnig*, *random forest*,... y otras técnicas que se salen de la ortodoxia clásica de las técnicas de modelado. Las fortalezas de ese nuevo punto de vista son la gestión de grandes bases de datos, la visualización de la información y las predicciones. Existen paquetes de software especializados en estos menesteres. Pensamos que nosotros, los estadísticos clásicos (por llamarnos de alguna manera) también debemos meternos en este tema ya que, sin duda, tiene muchas posibilidades.

Sin embargo, esos algoritmos que tan bien funcionan para hacer predicciones, no sirven para crear modelos explicativos. No sirven para detectar las causas y así poder actuar sobre ellas. Parece que todo el ámbito del diseño de experimentos queda fuera del *Data Science*. Por otro lado, desde la informática se insiste en encontrar la manera de obtener información de grandes bases de datos que muchas veces están mal estructurados, tomados sin mucho cuidado y muchos de ellos de dudosa veracidad, aunque quizá aun así se puede encontrar algún patrón o tendencia que puede ser útil conocer.

En muchos casos tenemos la sensación de que ese esfuerzo en sacar información de donde no la hay (o hay muy poca) sería mejor orientarlo a planificar la recogida de los datos con el rigor, la meticulosidad y la estructura requeridos para obtener –a partir de ese momento– la información que se busca de una manera mucho más fácil.

5. Ingeniería Estadística

También está apareciendo una visión de la estadística como instrumento para abordar situaciones complejas. Es la llamada ingeniería estadística (www.isea-

change.org).

Por analogía podemos pensar en la química, que trata de las moléculas, enlaces, reacciones... y otra cosa es la ingeniería química, que utiliza esos conocimientos, pero su objetivo es –por ejemplo– construir una instalación para la fabricación de determinado tipo de plástico. O la física, que trata de electrones, campos magnéticos o las ecuaciones de Maxwell y otra cosa es la ingeniería eléctrica, que se preocupa del funcionamiento de las locomotoras del AVE.

En la práctica, no nos encontramos con problemas enunciados de forma clara –tal como nosotros se los ponemos a nuestros estudiantes– sino situaciones enredadas, embrollos que hay que aclarar. No nos encontramos ante un problema de regresión o de comparación de dos tratamientos. Cuando el problema está claramente planteado ya es mucho más fácil de resolver o de saber que no tiene solución.

Reconocer, identificar y acotar esos embrollos es una habilidad que conviene cultivar. Para convertirlos en un problema de enunciado conviene aplicar una metodología dentro de la cual habrá que identificar cual es la herramienta o técnica estadística que resulta más adecuada.

6. Conclusión

Reducir la estadística a una parte de las matemáticas, centrando el interés solo en los modelos que se utilizan y en los métodos matemáticos que se aplican, es una visión muy limitada de sus posibilidades y de sus ámbitos de aplicación. A la hora de clasificarla la podemos poner donde convenga, o donde es tradicional hacerlo, pero eso no nos debe hace perder de vista que nos encontramos ante una disciplina diferente, con un entorno y unas prioridades diferentes.

Olvidar estos aspectos en la enseñanza y, especialmente en la enseñanza secundaria, dejar la estadística como algo que solo interesa en la clase de matemáticas y que está bajo la jurisdicción exclusiva del profesor de esa asignatura, es un error que puede conducir a que nuestros científicos, técnicos, y población en general, tenga una visión deformada y antipática de lo que son herramientas muy útiles para el avance del conocimiento y una parte fundamental del método científico.

Acerca de los autores

Roberto Behar Gutiérrez es profesor de la Escuela de Estadística en la Universidad del Valle, en Cali, Colombia, donde ha sido director de la carrera de Estadística. Después de graduarse en Ciencias de la Educación, especialidad Matemáticas, realizó una Maestría en Estadística en el Colegio de Postgraduados de México y su tesis doctoral en la Universidad Politécnica de Cataluña. Ha escrito artículos y realizado numerosas conferencias sobre la enseñanza de la estadística, una de sus pasiones.

Pere Grima es profesor en la Universidad Politécnica de Cataluña. Imparte sus clases en la Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona y en la Facultad de Matemáticas y Estadística, donde ha sido Jefe de Estudios de Estadística. Sus áreas de investigación están relacionadas con la estadística industrial y la gestión de la calidad, pero también dedica parte de su tiempo a temas relacionados con la divulgación de la estadística.

Xavier Tort-Martorell es catedrático de Estadística en la Universidad Politécnica de Cataluña y director del departamento de Estadística e Investigación Operativa. Sus áreas de interés son la estadística industrial y la consultoría sobre temas estadísticos en general. Ha escrito numerosos artículos en revistas especializadas y actualmente es editor asociado de algunas de ellas. Ha sido presidente de de la European Network for Business and Industrial Statistics (ENBIS) en 2012 y 2013.