

Ideas y experiencias acerca de la enseñanza de la Estadística

Pere Grima - Universidad Politécnica de Cataluña

2º Encuentro Iberoamericano de Biometría, Veracruz, 27 de julio de 2009

Si se pregunta a personas que han cursado alguna asignatura de Estadística en sus estudios universitarios (de Biología, Ingeniería, Economía, Psicología,...) sobre cuál es su recuerdo de esta disciplina, es habitual que aparezcan dos tipos de comentarios: 1) No se recuerda nada, y 2) fue una asignatura antipática, de la cual no se tiene buen recuerdo (difícil, abstracta, pesada, inútil...).

¿Qué hacer para que esta asignatura guste y sea útil? En la charla se realizarán algunas reflexiones y propuestas con la intención de ayudar a responder esta pregunta.

Introducción

Saludos.

Tengo que empezar aclarando que no soy un experto, ni siquiera un estudioso de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística como sí lo son, por ejemplo, Carmen Batanero y Roberto Behar. Mis credenciales son sólo mi interés por el tema, la experiencia de 20 años enseñando estadística, la mayor parte del tiempo a estudiantes de ingeniería y, en los últimos años, también mi actividad como Vicedecano Jefe de Estudios de Estadística en la Facultad de Matemáticas y Estadística (FME) de la UPC, puesto desde el que he participado en el diseño de un nuevo Grado de Estadística adaptado al marco del Espacio Europeo de Educación Superior.

Siguiendo las directrices europeas, hemos tenido que dejar muy claras las competencias y los objetivos de las materias que se imparten. También hemos cuantificado la amplitud de las asignaturas no por las horas de clase, como hacíamos hasta ahora (una medida centrada en la actividad del profesor) sino en las horas que el estudiante va a necesitar para lograr los objetivos que se pretenden. En fin, he tenido que reflexionar bastante sobre estas cosas. De todas formas, probablemente mi mayor fuente de inspiración para lo que aquí diré proviene de largas conversaciones con mi amigo Roberto Behar, que, como he dicho, sí es un experto sobre estos temas.

También es verdad que este es un tema “fácil”. Seguramente la mayoría de los que están aquí podrían subirse al estrado y contarnos sus ideas y experiencias sobre la enseñanza de la estadística. Todos los que nos hemos dedicado años a enseñar estadística podemos contar experiencias, y seguro que todos tenemos ideas.

Hay muchos tipos de curso de estadística. Me referiré a la estadística estudiada en el contexto de otra carrera (biología, medicina, psicología, sociología, economía, ingeniería,...), aunque creo que muchas cosas también sirven para los que realizan un grado en estadística. Y, naturalmente, estoy muy influenciado por mi experiencia enseñando a estudiantes de ingeniería. He dividido la charla en 7 puntos, empezando por la definición del problema, en el que ahora entro.

1. El problema, y la oportunidad. La estadística como competencia transversal

El problema es que muchos de nosotros pensamos que nuestras clases de estadística podrían rendir más. No estamos satisfechos de lo que recuerdan nuestros alumnos (si es que recuerdan algo), ni de la idea o la actitud que les queda ante esta disciplina.

Es raro encontrarse a alguien que haya estudiado alguna de las muchas carreras que incluyen la estadística en su plan de estudios y que tenga un buen recuerdo de las clases. El profesor Albert Prat lo explicaba muy bien en una conferencia que dio en la FME¹:

“Otro fenómeno que muchos de mis amigos de profesión y yo mismo hemos experimentado con frecuencia es el hecho de que cuando alguien nos pregunta a que nos dedicamos y le decimos que somos estadísticos, la mayoría de las personas que han estudiado nuestra disciplina en la universidad manifiestan su sorpresa y su mal recuerdo de la forma como se les enseñó. En lugar de reconocer la importancia de la metodología para la recogida y el análisis de datos sólo recuerdan un montón de desarrollos matemáticos ininteligibles y los más afortunados recuerdan alguna aplicación probabilística.”

Este fenómeno que no sé si llamar de “desprestigio” de la estadística se manifiesta en una tendencia que he observado de intentar evitar el nombre de “estadística” como si estuviera quemado o no transmitiera buenas sensaciones. En algunas titulaciones la asignatura o una de las asignaturas de estadística, que siempre se ha llamado “Estadística” o “Introducción a la Estadística” o similar, pasa a llamarse “Análisis de Datos” u otros nombres que parecen querer evitar la palabra desprestigiada. Incluso en el diseño del nuevo grado de estadística algunas personas sugirieron que sería mejor buscarle otro nombre porque el de estadística parece que no atrae mucho a los estudiantes.

Hablemos ahora de la oportunidad.

Todos estamos de acuerdo en la importancia de la estadística. Aunque hasta aquí es normal, todos los profesores creemos que lo que enseñamos es importante (muchos piensan que es lo más importante, o lo único importante, al menos eso parece cuando se asignan tiempos a las asignaturas al diseñar un nuevo plan de estudios).

Lo más interesante es que creo que muchos profesionales lamentan no haber aprendido estadística y echan en falta unos conocimientos o unas habilidades que no tienen. Seguramente porque las posibilidades de uso de la estadística aparecen por todas partes: industria, comercio, administración pública... y no solo se trata de aplicar técnicas que podrían considerarse más o menos sofisticadas sino, simplemente, de tener sentido crítico para saber cuando unos datos son de calidad, o si las conclusiones que se derivan merecen crédito o no. Francamente, no he visto esta preocupación por otras materias, aunque quizá en esto no soy un observador imparcial.

Antes he dicho que seguro que todos estamos de acuerdo en la importancia de la estadística, pero esto no implica que todos estemos de acuerdo en lo mismo, porque no necesariamente todos entendemos lo mismo sobre lo que es la estadística.

Yo entiendo la estadística como una disciplina que estudia cómo recoger datos (¿cuántos? ¿de qué forma?) y cómo analizarlos para obtener la información que permita **responder a las preguntas que nos planteamos**, ya sea en el ámbito de la medicina, de la sociología, de la psicología o de la ciencia en general. Se trata de avanzar en el conocimiento a partir de la observación y el análisis de la realidad, de una forma inteligente y objetiva. Es la esencia del método científico.

Sabemos que la estadística tiene aplicación en muchas áreas de conocimiento y es, probablemente, la asignatura que aparece en más titulaciones. Pero creo que su importancia va incluso más allá. Creo que además de una asignatura, la estadística podría ser considerada como una **competencia transversal**, es decir un conjunto de técnicas, conocimientos y habilidades que son útiles para muchas de las otras asignaturas que conforman un plan de estudios. Y la relación es recíproca, también esas otras asignaturas pueden ayudar en la formación estadística.

Creo que estaremos de acuerdo en que la estadística, o como le queramos llamar, es importante y debe constituir uno de los pilares en que se sustenta la formación en muchas titulaciones. Y también sabemos que se puede mejorar (en realidad siempre se puede mejorar). Hasta aquí era bastante evidente. Vamos a ver a las siguientes ideas.

2. La estadística no son matemáticas

Lo cual no quiere decir que sean ni mejores ni peores. La verdad es que van muy juntas. En muchas librerías los libros de estadística están entre los de matemáticas, y en los códigos de la UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología, Matemáticas es el grupo 12, y de ahí cuelgan el álgebra, la geometría... y la estadística.

Además de en la Escuela de Ingenieros, imparto clases en una Facultad de “Matemáticas y Estadística”, y de tanto ver los nombres juntos uno acaba pensando que algo tendrá que ver la una con la otra. Y desde luego tienen que ver, pero no son lo mismo. El hecho de llamar a una Facultad “de Matemáticas y Estadística”, ya indica que no es lo mismo. Con lo escrupulosos y detallistas que son los matemáticos con la notación que utilizan, no dejarían que la Facultad de llamara de Matemáticas y Estadística si la estadística fuera una parte de las matemáticas. No se podría llamar Facultad de Matemáticas y Geometría, o Facultad de Matemáticas y Álgebra, porque lo segundo está incluido en lo primero. En Barcelona no tenemos ninguna Facultad de Física y Magnetismo (y probablemente no la hay en ningún sitio), pero sí tenemos una de Física y Química, que son cosas distintas, y otra de Geografía e Historia, etc.

Pero no es solo un tema de lío terminológico. Es un problema de enfoque, de lenguaje, de contenidos y de prioridades.

Ya he comentado que el objetivo de la estadística es el responder a las preguntas que nos planteamos para avanzar en el conocimiento de la realidad que nos rodea, y para eso necesitamos ver la realidad de una forma objetiva (necesitamos datos) y debemos saber cuántos datos serán necesarios para que la información obtenida tenga la fiabilidad requerida, y debemos saber cuál es la mejor estrategia para recogerlos, debemos ser conscientes de la importancia que tiene el **rigor y la meticulosidad en su recogida**. Creo que en esto se nos tiene que ir la energía, no en demostraciones de teoremas complicados ni en la discusión profunda sobre las propiedades de determinados estimadores

El cálculo de probabilidades sí son matemáticas. Y muchos cursos de introducción a la estadística empiezan con un recorrido por el mundo de la probabilidad dedicando buena parte del tiempo a temas como la combinatoria. Este camino ha sido seriamente discutido, y muchos expertos plantean que es posible entender y manejar bien las ideas fundamentales de la inferencia sin necesidad de ese tránsito por el cálculo de probabilidades. Yo también estoy completamente de acuerdo. Creo que empezar un curso de estadística con temas de combinatoria y cálculo de probabilidades tiene muchos más inconvenientes que ventajas. El mayor inconveniente es que estudiantes de economía, biología o psicología, que seguramente conectarían con ese enfoque práctico que les he comentado, se desaniman con los problemas de cálculo de probabilidades –que es algo más bien secundario en un curso de estadística- y ahí se quedan.

Creo que hay un cierto problema terminológico cuando nos referimos a la estadística y al cálculo de probabilidades. Para muchos la estadística incluye el cálculo de probabilidades, de forma que la estadística estaría formada por la estadística y el cálculo de probabilidades. Una parte tiene el nombre del todo. También ocurre en otros ámbitos del lenguaje, que a pesar de la incoherencia lógica, no nos sorprende porque estamos acostumbrados a oírlos: los hombres están formados por los hombres y las mujeres, los hijos puede ser hijos o hijas, el día está formado por el día y la noche, y una moneda tiene dos caras: cara y cruz.

Perdonen por la digresión terminológica. Volviendo a lo nuestro, creo que también en esto estaremos de acuerdo: una cosa son las matemáticas y otra es la estadística. La estadística usa las matemáticas, como tantas otras disciplinas, pero no son lo mismo ni –y esto es lo más importante- se pueden enseñar con el mismo estilo. Insistiré en el siguiente punto.

3. Primero el problema, después la solución

Creo que nadie está interesado en resolver problemas que no tiene. Y esto es –seguro– una característica positiva. Si en el desarrollo de la vida sobre el planeta hubo alguna vez una especie que se preocupaba de los problemas que no tenía, descuidando las cosas que sí le afectaban, seguramente se extinguió al poco de aparecer. Y nuestros estudiantes, que tienen en torno a 20 años, tienen otros problemas, otras prioridades y otros asuntos que

les motivan más que la circunstancia de que un determinado estimador sea insesgado o consistente. Y con razón.

Creo que hay que enfocar la asignatura planteando problemas que capten el interés y la atención de los estudiantes, hacerles ver que con la intuición y/o con las herramientas que conocen no son capaces de resolverlos. Intentar explicar las técnicas después de haber creado el interés, o la necesidad, de resolver un caso o un problema. No al revés.

Naturalmente, este planteamiento no es nuevo, existen libros introductorios de estadística general, como los de David Moore², que presentan o desarrollan los temas en torno a casos concretos. Esto también ocurre en libros más especializados, como el de Box, Hunter y Hunter: "Statistics for Experimenters"³.

De hecho, creo que hay una conciencia clara y generalizada de que lo que más conviene es un enfoque aplicado. Esto se ve en los títulos de los libros. Parece que lo normal es que un libro se llame "Estadística Aplicada" pero muchas la aplicación se queda en el título.

Seguramente en la universidad tenemos más bien tendencia a pecar de teóricos. Una vez oí a un profesor⁴ explicar que si tuviéramos que diseñar los contenidos de una asignatura sobre el uso del martillo, seguramente la estructuraría en los siguientes temas:

- Historia del martillo
- Tipos de martillo
- Partes de un martillo
- Materiales idóneos para la construcción del mango
- Geometría y materiales para la cabeza del martillo
- Centro de gravedad del martillo
- Formas de percusión...

Esto se consideraría una sólida formación para el uso del martillo, pero probablemente, cuando los futuros profesionales vieran un clavo irían a buscar un piedra para clavarlo.

No de una forma tan exagerada, pero es posible que algo parecido haya estado pasando con la estadística, con enfoques con una deriva muy formal, muy "matemática", pero abordando situaciones muy alejadas de la realidad (Sea X una v.a. con $f(X)$) y, especialmente, alejada de los intereses de quien estudia biología, ingeniería...

Existen también libros sobre casos de aplicación de la estadística en distintos ámbitos y creo que son muy útiles para motivar y para aprender estadística. Para mis clases de introducción al diseño de experimentos en la diplomatura de estadística utilizo "La estadística. Una guía de lo desconocido" de Alianza Editorial⁵, que es la traducción de "Statistics: A Guide to the Unknown" de Judith M. Tanur et al., pero creo que la versión española hace ya tiempo que está agotada (en inglés se puede encontrar la versión clásica y también otra renovada) .

Este libro contiene la descripción de estudios en los que la estadística juega un papel clave. No usa un lenguaje muy técnico, pero tampoco huye de las ideas clave. Para mis clases he seleccionado cinco capítulos donde se discuten estrategias de recogida y análisis de datos para la resolución de problemas concretos, algunos muy conocidos, como el estudio que se realizó para estudiar la eficacia de la vacuna contra la poliomielitis. Los estudiantes tienen que leerlos y contestar el cuestionario que hay al final. Después, en clase, discutimos las respuestas dadas. Creo que a los estudiantes les gusta y aprenden.

En total el libro contiene 29 casos, y se pueden seleccionar unos u otros según las ideas que se quieran enfatizar o el tipo de estudios que estén realizando los alumnos. Creo que leer textos y comentarlos es un buen ejercicio también en estadística. A estos estudiantes también les propongo leer otros textos, siempre con un cuestionario al final que hay que responder individualmente y que después discutimos en clase. Uno que me parece muy interesante es el escrito de Fisher⁶ donde propone un experimento para dilucidar si dice la verdad una señora que manifiesta ser capaz de distinguir si en el té con leche se ha puesto primero el té o la leche.

Nosotros, en la Facultad de Matemáticas y Estadística de la UPC hemos editado un libro⁷ donde a través de 16 casos se explica cómo se ha utilizado la estadística para avanzar en el conocimiento en áreas muy distintas: literatura, medio ambiente, investigación de nuevos medicamentos, salud pública, estudios de mercado, control de calidad,...

Está dirigido especialmente a profesores y estudiantes de los últimos cursos de bachillerato para presentar aplicaciones de la estadística en la resolución de problemas que nos son cercanos, pero creo que también es útil para mostrar casos de aplicación a un público más general, y en concreto a estudiantes universitarios.

Los casos están basados en proyectos final de carrera de los estudios de estadística que se realizan en nuestra facultad y han sido redactados por los mismos autores de los proyectos. Empieza con uno que aplicando técnicas estadísticas analiza la homogeneidad en el estilo literario de una novela medieval, una obra clave en la historia de la literatura catalana, en la que existe cierta controversia sobre si fue escrita sólo por una o por varias personas.

Otros casos aplican la estadística al análisis de la interpretación de una pieza musical, o al análisis de imágenes y la datación de obras de arte (ahora es fácil digitalizar y cuantificar una imagen, y de ahí a analizar los datos y sacar conclusiones).

También los hay que tratan temas relacionados con el medio ambiente, como el que estudia la relación entre el crecimiento anual de los árboles, medido a través de la distancia entre los anillos del tronco (no hay que cortar el árbol, se pueden sacar testigos) y las condiciones ambientales, de las que se tienen registros desde hace muchos años.

O el estudio sobre la eficacia de diferentes atrayentes que se colocan en trampas para atrapar insectos en la lucha contra las plagas sin necesidad de insecticidas ni fumigaciones que contaminan y deterioran el medio ambiente. Se explica, al igual que en el resto de casos, cuál es el problema, cómo se ha planificado la recogida de los datos, cómo se han tomado, cómo se han analizado, qué conclusiones se han obtenido y que se ha aprendido

desde el punto de vista de la metodología (qué se haría de forma distinta si se pudiera repetir el estudio).

También los hay sobre estudios de mercado, control de calidad, estudios sobre la eficacia de nuevos medicamentos, el uso de la estadística en la prensa escrita, los factores que influyen en la llegada de pacientes al servicio de urgencias de un hospital (estacionalidad, condiciones atmosféricas,...), el análisis de mapas de mortalidad (la tasa de incidencia de determinadas causas no es la misma en todo el territorio), y otros temas como la creación de un modelo para predecir la duración de las etapas de la Vuelta Ciclista a España.

Y esto no es un intermedio publicitario, el libro se lo pueden descargar gratuitamente en la página web de la Facultad.

* * *

Otra vía de motivación, además de las lecturas y discusiones sobre casos, son las clases prácticas. Casi siempre se entiende por clases prácticas las que se realizan en el aula de informática con ayuda de un paquete de software estadístico. Creo que ese tipo de clases son muy importantes, y después hablaré de ellas, pero ahora quiero referirme a practicar realmente, es decir, a recoger datos y a analizarlos para responder a las preguntas planteadas.

Por ejemplo,

- Una práctica interesante es el de la cata de agua para ver si los estudiantes son capaces de distinguir agua de dos orígenes distintos: embotellada de una marca muy conocida, o de las fuentes de la facultad (del grifo, depurada). El texto de Fisher sobre la catadora de té es una buena introducción. Creo que es un buen ejercicio para discutir la importancia de la estrategia de doble ciego en la recogida de los datos, y también para ilustrar el concepto de contraste de hipótesis. Y también la distribución hipergeométrica, sin necesidad de urnas y bolas de colores.
- Otra práctica que realice en mi curso de diseño de experimentos es la de comparar dos tipos de "helicóptero", midiendo como respuesta el tiempo de caída desde una cierta altura y la calidad de la forma de caída. Rápidamente surgen preguntas como cuantos helicópteros hay que construir para que los resultados sean fiables. Si decidimos probar 10 de cada tipo, ¿es igual probar 10 helicópteros de un diseño que construir uno y dejarlo caer 10 veces? ¿todos los helicópteros los debe construir la misma persona (el más "manitas") o es mejor que los construyan entre todos? ¿Es razonable considerar que el tiempo de caída sigue una normal?, ¿y la calidad de la caída (que la valoramos de 1 a 5)?... etc.
- Tirar bolas con catapulta para practicar las técnicas de diseño de experimentos (también es útil para la modelización de ecuaciones de regresión y para otras técnicas, se usa mucho en los cursos de postgrado sobre programas de mejora Seis Sigma), jugar

con bolas para simular situaciones, utilizar el quincunx para ilustrar fenómenos de variabilidad y sobreajuste.

Prácticas más largas, o trabajos para casa.

- No sé si aquí también se venden pilas que siendo del mismo tipo (voltaje, etc.) unas son bastante más caras que otras. ¿Duran más las pilas caras? ¿vale la pena comprarlas? (la respuesta no tiene porque ser la misma a las dos preguntas). No es evidente como medir la duración de las pilas, porque no podemos estar continuamente atentos a ver cuando se apaga una luz o cuando deja de funcionar un aparato. Quizá hay pilas que dan mejor resultado en determinado tipo de aparatos, que tienen gran consumo puntual (como un flash) y otras van mejor para consumos menores pero constantes (linterna) Hace unos años realicé un montaje bastante sofisticado para medir la duración de las pilas en una linterna. Más tarde un estudiante hizo lo mismo con un montaje mucho más sencillo.
- ¿Sirven las aspirinas para alargar la duración de las flores en un jarrón?
- ¿Cómo diseñaríamos un experimento para evaluar si las bolsas de plástico llenas de agua realmente espantan a las moscas? ¿Cómo nos las podríamos ingeniar para recoger los datos? ¿Qué ventajas y que inconvenientes tiene cada uno de los métodos propuestos?

En definitiva, creo que estaremos de acuerdo en que es posible, y conveniente, plantear problemas más allá del “Sea X una variable aleatoria con una función densidad de probabilidad $f(X) = \dots$ ” Los problemas reales, y si puede ser que hagan referencia a creencias, mitos, o temas que a los estudiantes les puedan interesar, son una buena forma de motivar y de enseñar.

4. Prepárese las anécdotas, improvise la clase

Sí, tienen razón, es un poco exagerado, pero verán que algo de razón tengo.

A veces me encuentro antiguos alumnos, con los que coincido en un viaje, o en algún proyecto o seminario, y si hablamos de mis clases, ¿de qué se acuerdan? Pues de alguna anécdota que conté, de algún comentario fuera del guión de la clase, o de algún ejemplo que les resultó curioso. Supongo que ustedes también han debido tener alguna vez esta experiencia. A mí también me pasa cuando pienso en los que fueron mis profesores. De algunos me acuerdo de alguna anécdota que habían contado, la verdad es que de otros no me acuerdo ni de eso. Un compañero, profesor de otra materia en la escuela de ingenieros, me contó que de lo único que se acordaba de la clase de estadística era del desafío que les lanzó el profesor al asegurar que en la clase había como mínimo dos personas que habían nacido el mismo día, y así fue para sorpresa de muchos, y luego el profesor les demostró porque aquella probabilidad era muy alta, mucho mayor que la que ellos pensaban. Y eso le llegó, y todavía se acordaba muchos años después.

Está claro que hay que preparar las clases, pero si lo que van recordar son solo algunos ejemplos, chistes y anécdotas, seguramente vale la pena también darle alguna importancia a esta parte del discurso. Sería bueno tener una lista de buenos chistes y anécdotas, habría algunas de aplicación universal y otras que sólo se entenderían en un ámbito más restringido, en un país o determinados usos del lenguaje. Sé que ha habido intentos de crear esta lista, pero no conozco ninguna extensa en nuestra lengua.

Les voy a dar algunos ejemplos:

- Seguramente la analogía más utilizada en los cursos de estadística es la del juicio para ilustrar el concepto de hipótesis nula e hipótesis alternativa. El porqué no se trata de demostrar que la hipótesis nula es cierta, sino de ver si las pruebas (datos) están en contradicción con ella.
- La que más me gusta se la oí explicar a Roberto Behar y es para poner de manifiesto que el tamaño de la muestra no debe ser proporcional al tamaño de la población: la cucharilla para catar la sopa es del mismo tamaño, sea la olla grande o pequeña.
- ¿Por qué el 5% es la frontera entre lo normal y lo raro? Seguramente porque tenemos 5 dedos y el 5 lo vemos como un número redondo. Cuando se construyeron las primeras tablas estadísticas los medios de cálculo disponibles no permitían calcular valores críticos para muchos valores de alfa, sólo se hizo para números redondos (1 por mil, 1%, 5%, 10%) y de entre esos se consideró que el 5% era el que mejor marcaba la diferencia. Si tuviéramos 6 dedos seguramente el valor frontera sería el 6%.
- ¿Por qué no es razonable fijar el 5% como riesgo de error universal? Porque hay errores con consecuencias de poca trascendencia (el día amenaza lluvia, ¿cogemos el paraguas?) y otros tienen mucha (en un cambio de rasante hay un bache en la derecha, ¿me paso a la izquierda?)
- ¿Por qué en la regresión paso a paso las variables no van entrando en el modelo de acuerdo con su grado de correlación con la respuesta? Suponga que usted se tiene que presentar a un examen y no sabe nada, pero se puede llevar asesores de entre los compañeros de su clase. En el examen entran 100 temas y usted sabe los temas que conoce cada uno de sus compañeros ¿A cuáles elegiría si se pudiera llevar un asesor, dos, tres,... etc?

En fin, creo que vale la pena tener analogías, anécdotas y chistes (los que sepan contarlos), para ilustrar -para enfatizar- las ideas que se quieren transmitir.

5. No evalúe sólo el análisis de los datos

En los exámenes es mucho más fácil preguntar, y corregir, cuando lo que se pide es la resolución de problemas que contienen datos (¿cómo si no? pensarán algunos) que hay que analizar para responder a las preguntas que se plantean.

El problema es que la estadística no es solo análisis de datos. Seguramente cuando tenemos los datos ya hemos dedicado más del 90% del tiempo y gastado más del 90% del presupuesto del estudio. Y si algo lo hemos hecho mal ya no tendrá solución. No se puede obviar ese 90% del proceso. Hay que discutir cómo se planificaría la recogida de los datos, que aspectos habría que tener en cuenta etc. Se pueden hacer preguntas que se respondan solo redactando texto (además se cuida esa habilidad tan importante que es la comunicación escrita). Pero donde más se puede practicar este aspecto del método estadístico es realizando trabajos (quizá en equipo, otra habilidad a practicar) sobre algún proyecto en el que la recogida, o la obtención de los datos sea una parte fundamental.

Ya saben ustedes aquello de “dime como me mides y te diré como actúo”, que también se podría decir como “dime como me mides y te diré a que le doy importancia” Si estamos de acuerdo en que la estadística es algo más que análisis de datos, debemos enseñar algo más que eso y, si queremos que se lo tomen en serio, también hay que evaluarlo.

6. El software no solo sirve para analizar datos. También sirve para aprender conceptos

El uso de algún paquete de software estadístico me parece ya imprescindible para analizar datos “reales”, aunque también es verdad que no hace mucho tiempo se resolvían problemas de gran envergadura sin usar ordenadores, porque no había.

Para un curso de estadística general creo que lo más adecuado es un programa tipo Minitab o SPSS. Es muy fácil de usar (apenas hay que dedicar tiempo a explicar cómo funciona) y tiene muchas posibilidades. En mi universidad tenemos una licencia de campus que permite que los estudiantes también tengan una copia en su ordenador personal. Esto facilita mucho su uso y que los estudiantes practiquen.

Pero el software estadístico también sirve para aprender estadística, para aclarar conceptos, para “ver las cosas”, o “ver que pasa si...”.

Algunos ejemplos:

- El primero quizá les parezca un poco irrelevante pero me gusta comentarlo. Creo que se magnifica la simetría y la regularidad de la distribución Normal cuando se tienen pocos datos, y los estudiantes se quedan con la idea de que si los datos provienen de una Normal, su histograma tendrá forma de campana, aunque se tengan pocos

valores. Basta con simular valores de una Normal para ver que esto no es así. Incluso con 100 o 200 datos, no hay que esperar esa simetría que muchos suponen.

- Un terreno en el que el software ayuda mucho es en la distribución de los estadísticos muestrales. Que la media muestral sigue una distribución Normal (bajo ciertas condiciones) aunque los datos no provengan de una distribución Normal, creo que se entiende mejor “viéndolo” que demostrándolo.
- Y, por supuesto, también se puede hacer para la varianza muestral, que ya no es simétrica a no ser que el tamaño de muestra sea grande, etc.
- Para ilustrar el concepto de intervalo de confianza. Si en el aula informática hay 20 ordenadores, les pido que generen números aleatorios de una Normal con determinados valores de μ y σ , y que calculen un intervalo de confianza del 95% para μ . A continuación contamos cuantos han pillado el verdadero valor de μ dentro de su intervalo. Si el intervalo es del 95%, en promedio tendrá la media dentro del intervalo el 95% de individuos. Si el intervalo es del 50%, serán aproximadamente la mitad. En la práctica no conoceremos la media de la población, si el intervalo de confianza es del 95% significa que está construido de forma que en el 95% de los casos incluye el verdadero valor de μ , y si es del 50%, la incluirá en el 50% de los casos, aunque nosotros nunca sabremos si está dentro o fuera. Si lo supiéramos sería un intervalo de confianza del 0 o del 100%.

En definitiva, creo que al software estadístico se le puede dar más uso que el análisis de los datos. También puede servir para aprender estadística y para aclarar conceptos. (Y, muchas veces, la ayuda de estos programas es también una excelente fuente de información).

7. Defina unos objetivos y mida su cumplimiento

Las áreas de la estadística a que me dedico son el diseño de experimentos, la estadística industrial y el control de calidad. De hecho, más que de control de calidad preferimos hablar de gestión de la calidad, porque la calidad no se asegura sólo mediante el control. Una visión muy extendida es la que divide la gestión de la calidad en actividades de planificación, control y mejora (Trilogía de Juran).

¿Qué es mejorar? Esta palabra, y sus derivadas más directas, las utilizamos en el lenguaje habitual, pero no es fácil definirla sin meter en la definición la misma idea de mejorar o hacerlo mejor. En los contextos de Gestión de la Calidad mejorar se puede definir de una forma corta y concreta como: “cambiar el valor de un indicador en la dirección que interesa”. Cambiarlo en la otra dirección es “empeorar”.

Una primera idea es que para mejorar hay que medir. Y no tiene mucho sentido hablar de mejorar algo que no sabemos cómo medir. Si no medimos a unos les podrá parecer que ha mejorado, a otros que no...

También es verdad que la realidad es muy compleja para meterla en un número, pero podemos tener varios indicadores para diferentes tipos de objetivos: conocimientos, habilidades, actitudes (¡que les guste la estadística!), sobre esto hay grandes expertos. También podríamos hablar de objetivos a corto y a largo plazo. Creo que muchas veces sólo tenemos objetivos de conocimientos, y a corto plazo. Muy corto plazo. Es como si para engordar un kilo nos bebemos un litro de agua. Es efectivo, pero solo a muy corto plazo.

Un problema que tiene el medir el cumplimiento de objetivos a medio y largo plazo es la dificultad de contactar con los estudiantes, aunque ahora internet pone a nuestra disposición herramientas que hasta hace poco no teníamos, como las encuestas a través de una página web. Hace unos días me enteré de que los antiguos alumnos de la Facultad de Matemáticas y Estadística han creado un grupo en Facebook. No soy experto en estas herramientas (no sé ni si se pueden llamar así), pero quizá este tipo de redes sociales puede ser también una forma de mantener el contacto.

En definitiva creo que estamos de acuerdo en que necesitamos establecer unos objetivos, y en que es necesario establecer algún sistema de medida para saber en qué grado los estamos alcanzando. En unos casos será más difícil que en otros, pero esta es la única forma de estar seguros de que estamos mejorando. El interés que suscitan estos temas es una muestra de que vamos por buen camino.

Muchas gracias.

Créditos

Además de Roberto Behar, al que ya he citado, muchas de las ideas que se exponen han surgido en discusiones con mis compañeros de la UPC, especialmente con Xavier Tort-Martorell y Lluís Marco, con los que he estado embarcado en muchos proyectos relacionados con la enseñanza y las aplicaciones de la estadística.

¹ Albert Prat: "Algunas reflexiones alrededor de la estadística". Conferencia inaugural del curso 1994-95 en la FME. Folleto publicado por la FME.

² David S. Moore y George P. McCabe: "Introduction to the Practice of Statistics" W. H. Freeman and Company, 1998

³ George E.P. Box, J. Stuart Hunter y William G. Hunter: "Statistics for Experimenters". Wiley, 2005

⁴ Se lo oí explicar al profesor Francesc Solé Parellada, de la UPC. Quizá no de forma textual, pero la idea era esta.

⁵ Judith M. Tanur et al. "La Estadística. Una guía de lo desconocido". Alianza Editorial, 1989

⁶ En español puede leerse en: "Sigma. El mundo de las matemáticas", vol. 3, cap. 6: "Las matemáticas de una catadora de té". Ediciones Grijalbo, 1983 (lamentablemente agotado. Hay que buscarlo en las bibliotecas)

⁷ "Estadística en Acción", Editado por la FME. Puede descargarse de:
<https://www.fme.upc.edu/fme/publicacions-nou/fent-servir-lestadistica/>