

**COMENTARIOS Y RESPUESTA A
‘ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON APLICACIONES INFOR-
MÁTICAS: ¿AYUDA O SUSTITUYE AL RAZONAMIENTO?’**

Diego Brandy

*Universidad Nacional de Tres de
Febrero de Buenos Aires*

Antonio Velandrino

Universidad de Murcia

Fco. Javier Ruvalcaba Coyaso

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Vicente Manzano

F. Javier Pérez Santamaría

Universidad de Sevilla

J. Ignacio Ruiz Olabuénaga

Marian Izpizua Uribarri

Universidad del País Vasco

Introducción

Antonio Solanas, Joan Manuel Batista-Foguet, Lluís de Jover, Ana López,
María Isabel Núñez, Jordi Ocaña, Lluís Salafranca, Rafael San Martín,
Jordi Simó, Begoña Valle y Bienvenido Visauta.

Desde hace casi un año, un grupo de personas que desarrollan su actividad profesional en la docencia, la investigación y la aplicación de la Estadística iniciamos un debate en torno a la incidencia de la difusión masiva de las aplicaciones informáticas destinadas al análisis de datos. Tras un período de generación de ideas, debate de las mismas y acuerdos sobre algunas cuestiones fundamentales, elaboramos un artículo, que la revista *Metodología de Encuestas* publicó en su anterior número, titulado *¿Existe algo más fácil que un análisis estadístico?* En el mismo se expone una opinión conjunta de los autores, producto de un consenso, sobre aquellas consecuencias favorables y desfavorables que tiene sobre la Estadística la elevada difusión de la tecnología informática para el análisis de datos. A partir de los problemas expuestos en el documento, se proponen algunas soluciones para paliar o evitar en lo posible aquellos impactos menos deseables.

El grupo de discusión prosiguió su tarea y, en la actualidad, hemos elaborado un documento algo más completo, que podrá obtenerse de la página WEB de la revista *Metodología de Encuestas*. Aunque las ideas contenidas en este documento coinciden básicamente con aquellas del artículo publicado, podrán hallarse algunas modificaciones derivadas de los últimos intercambios de opiniones, nuevos aspectos consensuados y algunas aclaraciones sobre los símiles que se utilizan para denominar los distintos apartados del documento. Esto último, aunque muy conocido, podrá facilitar la comprensión de las analogías a aquellos lectores más jóvenes y, quizás, menos familiarizados con los simbolismos a los cuales se ha recurrido. En el documento final también hemos realizado una modificación del título, pues nos pareció más conveniente titularlo *Análisis estadístico con aplicaciones informáticas: ¿Ayuda o sustituye al razonamiento?* La principal razón de la modificación del título no es otra que recalcar una opinión expuesta y reiterada en el artículo según la cual el uso rutinario y automatizado de las aplicaciones informáticas puede desviarnos del principal objetivo, que no es otro que el razonamiento lógico y el razonamiento estadístico aplicado sobre una información numérica que ha sido obtenida mediante un plan de investigación. Nuestra principal conclusión no es otra que considerar inevitable, irreversible y positiva la difusión de las herramientas informáticas para el análisis de datos, pero anteponer a la elevada capacidad de computación todas aquellas fases previas que están relacionadas con el correcto diseño de las investigaciones, la adecuada selección de la muestra, la obtención de medidas válidas y precisas y el conveniente razonamiento lógico y estadístico donde fundamentar la toma de decisiones, sin olvidar que toda investigación no puede ser realizada sin partir de un problema inicial al que se debe dar una respuesta.

Es este último documento, y no el artículo publicado, el trabajo sobre el cual se incluyen algunos comentarios en el presente número de la revista *Metodología de Encuestas*. Se sugiere a los lectores que obtengan de la página WEB este documento pues, si bien no difiere notablemente del artículo publicado, se podrá seguir con mayor precisión algunos de los comentarios al mismo.

Los autores hemos debatido sobre uno de los posibles tópicos motivantes para aquellos que desempeñan su actividad en el ámbito de la Estadística, pero es preciso mencionar que, durante el intercambio de ideas, han surgido otras cuestiones que nos han suscitado interés. Entre los varios ejemplos de propuestas de debate, cabe destacar las siguientes: ¿cuáles son los conceptos estadísticos que deben impartirse en la enseñanza secundaria?, ¿qué contenidos estadísticos deben constituir la formación básica de los diplomados y los licenciados universitarios?, ¿cómo debe enfocarse la enseñanza de la Estadística? y, por último, ¿qué profesional debe realizar los análisis estadísticos? Todas estas preguntas están someramente abordadas en el documento que hemos elaborado, pues no eran el objetivo principal del debate, siendo preciso para cada una de ellas un proceso de reflexión. Esperamos que en un futuro próximo otros grupos de debate publiquen sus reflexiones, pues podemos asegurar que esas cuestiones preocupan a un amplio espectro de los profesionales, docentes o aplicados, de la Estadística.

No quisiéramos finalizar sin agradecer al Editor de la revista *Metodología de Encuestas* la oportunidad que nos ha brindado para disponer de una rápida retroali-

mentación al respecto de las ideas surgidas en nuestra reflexión. A buen seguro tomaremos buena nota de las observaciones que se nos han realizado y, por supuesto, se ampliará nuestra comprensión y visión del tópico abordado en nuestro trabajo.

*¿El análisis de correspondencias sirve para detectar ántrax
en los sobres?*

Diego Brandy

Ésta puede ser una pregunta ingenua de un estudiante sentado frente a la computadora al desplegar un menú de algún software estadístico... O puede ser una pregunta inteligente del mismo alumno que piensa una solución desde el razonamiento estadístico a un problema. Posiblemente, uno de los principales desafíos de la estadística sea brindar las condiciones para que abunden nuevos planteamientos "inteligentes" antes que tratar de impedir las preguntas tontas o los malos usos.

Quienes de una u otra manera estamos relacionados con la estadística, como usuarios, investigadores o docentes, sabemos cuántos dislates se pronuncian en su nombre. Y más curioso aún es ver cómo muchos de los equívocos sustentados en "bases estadísticas" son emitidos indistintamente, tanto por presentadores de televisión como por científicos reconocidos en su especialidad. Sin duda, la expansión de la disponibilidad de herramientas informáticas para el análisis estadístico ha contribuido en gran medida para que ocurra este fenómeno, ya que tal difusión no ha sido acompañada adecuadamente por una expansión de la enseñanza de la disciplina. Frente a este cuadro, proponemos recortar tres cuestiones que no pretendemos desarrollar sino meramente enunciar. Por empezar, una primera sugerencia sería no preocuparnos demasiado por esta situación y explotar las oportunidades que representa en términos de legitimidad la presencia del fundamento estadístico en el discurso de las demás disciplinas. Un segundo tema que podría ser útil incorporar al debate es que, si bien el libre acceso a los programas estadísticos conlleva peligros de vulgarización distorsiva del conocimiento, estos peligros son ampliamente compensados por las ventajas de "democratización del acceso", que constituye a su vez un terreno fértil para la generación de nuevos conocimientos; es decir, no debemos descartar estas herramientas como plataforma del aprendizaje estadístico. Y la tercera cuestión es replantear el viejo debate sobre el lugar de la estadística y el rol profesional a partir de la incorporación del uso intensivo de la tecnología en la investigación y la práctica profesional en general.

Sin menospreciar la importancia de los debates sobre las ventajas y desventajas del uso indiscriminado de herramientas informáticas de análisis estadístico y compartiendo, en general, el punto de vista de los autores del artículo, propongo no detenernos demasiado tiempo en ello y pasar rápidamente a discutir cómo se puede "conducir" este proceso desde la estadística. Así como el avance en las tecnologías de diagnóstico médico por imágenes no han terminado con los médicos sino que han vuelto menos necesarias sólo algunas técnicas de la medicina como la auscultación, deberíamos pensar que las nuevas tecnologías de información obligarán a generar

un nuevo perfil para el estadístico centrado en sus capacidades analíticas e interpretativas.

Es indudable que la expansión de la tecnología informática ha dado un fuerte espaldarazo a la estadística resolviendo cálculos complejos, acelerando el procesamiento y fomentando la abundancia de datos procesables. Es deber de los estadísticos ponerse al frente de estos avances para optimizarlos y encauzarlos adecuadamente. De otro modo no tendremos derecho a impedir que otras especialidades den cuenta de ello.

Poco cabe agregar al panorama que tan exhaustivamente trazan Solanas y otros sobre las amenazas y oportunidades que la difusión de las herramientas informáticas de procesamiento de datos representan para la estadística. Más allá de si el matrimonio entre informática y estadística es un matrimonio forzado, por conveniencia o por amor, lo que surge claramente de las reflexiones de los autores es su inevitabilidad: difícilmente pueda pensarse el desarrollo futuro de la estadística sin esta complementación. El marco en el que se da esta sinergia es lo que Castells denomina como la revolución de las tecnologías de información que caracteriza la fase actual del desarrollo del capitalismo. Éste puede ser un dato obvio pero no es un dato menor: ha sido este proceso de renovación tecnológica el que ha catapultado a la estadística al centro de la escena como una “necesidad” para sistematizar, resumir y comprender la información. Frente a esta situación, puede adoptarse cualquier postura política y discutir su conveniencia, pero hay una cosa que la estadística no puede dejar de hacer: aprovechar la oportunidad. Y para explotar esta oportunidad histórica es necesario plantear al interior de la disciplina ciertos consensos mínimos que bien podrían discutirse a partir de las bases que sienta el artículo de Solanas sobre el rol profesional como una cuestión derivada de sus planteamientos. Y esta discusión es necesaria porque, al contrario de lo que piensan Negroponte o Gates, el desarrollo tecnológico no es un proceso lineal, ni autónomo, ni del todo previsible, sino por el contrario es básicamente una construcción social. En este sentido, deberíamos asumirnos como actores de este proceso —por lo menos en los aspectos que nos conciernen y nos interesan desde la estadística— y no ser simplemente espectadores de los cambios; máxime si, siguiendo a Castells, tenemos en cuenta que en la dinámica propia de las nuevas tecnologías está inscrita la apropiación y redefinición por parte de los usuarios: “Las nuevas tecnologías de la información no son simples herramientas para ser aplicadas, sino que son procesos para ser desarrollados. Usuarios y hacedores pueden llegar a ser la misma cosa”.

Si bien no es el objetivo de estas notas instalar una nueva discusión, creemos que el futuro de la disciplina pasa más por el desarrollo de una estadística creativa y crítica (de sí misma y de los campos de aplicación) antes que por la delimitación de incumbencias profesionales que impliquen una apropiación monopólica del saber estadístico, inhabilitando a quienes no poseen una sólida formación en la disciplina. Tal vez entonces logremos que este matrimonio originalmente forzado, se convierta en un matrimonio por amor y podamos así dar vida a criaturas que no sólo se parezcan a la madre informática (como el *data mining* o la Inteligencia Artificial) y se parezcan un poco más a la madre estadística. Después de todo, todos queremos tener hijos que se nos parezcan un poco.

Los aportes de la informática a través de los programas de procesamiento estadístico han liberado a la disciplina de los procesos de resolución de cálculo con lo cual brindan una excelente oportunidad para que la disciplina se concentre en las cuestiones específicas en las que las tecnologías informáticas encuentran más dificultades de aplicación, éstas son el examen sobre la calidad del dato y la interpretación con fines explicativos. Sin embargo, esto no debe darse en términos de competencia o delimitación de un espacio propio sino como una orientación en el desarrollo de nuevas herramientas informáticas. Quizás deberíamos interesarnos más por el “data meaning” que por el “data mining”

Pero esta discusión nos remite a otro problema: el lugar de la estadística. Una de las grandes paradojas de la estadística es la dificultad de definición taxonómica respecto de sí misma. Los clasificadores de disciplinas científicas siempre han tenido problemas para “ubicar” a la estadística dentro de las tipologías clasificatorias de las ciencias. Finalmente prevalece la consideración de incluirla en la rama de las matemáticas, como matemática aplicada. Pero la estadística es matemática aplicada tanto como puede serlo la física. Esta dificultad que proviene del tan mentado carácter transversal o instrumental de nuestra disciplina, contagia por transitividad al profesional estadístico, ¿cuál es lugar del estadístico?. Frente a esta pregunta se han ensayado un sinnúmero de respuestas que, sin embargo, no han logrado calmar la angustia de los estadísticos. Descartando la posibilidad de que la estadística no tenga un lugar que le pertenezca, propongo asumir la postura de que la respuesta es “todos”, o casi todos, para no ser exagerados.

Algo de esto intentamos transmitirles a nuestros alumnos —futuros estadísticos— cuando les decimos que si bien el modelo de trabajo deseado es multidisciplinario, no se asusten si algún día se encuentran haciendo de sociólogos o biólogos. Las acreditaciones profesionales sirven más a intereses económicos y políticos de las corporaciones profesionales que al progreso de la ciencia. Conozco estadísticos que saben más de epidemiología que muchos médicos epidemiólogos, tanto como hay psicólogos que pueden saber más de estadística que algunos estadísticos. No debemos ver en esto una limitación sino una potencialidad, una posibilidad inmensa para el desarrollo de la estadística, que comparte con la informática y algunas otras pocas disciplinas la característica de no ser una profesión inhabilitante. Y esta potencialidad no es una abstracción, veamos sólo como ejemplo la fuerza que está adquiriendo dentro de la profesión médica —paradigma de las profesiones inhabilitantes— la corriente de *Medicina basada en evidencia* que critica los saberes médicos tradicionales, negando la validez de la experiencia profesional y enunciando que sólo hay prescripción correcta de un tratamiento cuando la decisión médica se basa en ¡¡pruebas estadísticas!!.

Una anécdota personal. Mi formación es en sociología y trabajo desde hace tiempo en encuestas de opinión pública. Hace unos años atrás comencé a recibir consultas de biólogos y médicos investigadores sobre cuestiones estadísticas ligadas a su campo profesional. Por ese mismo tiempo, en los cursos que se dictaban en la carrera de Sociología sobre procesamiento estadístico comenzaron a aparecer inscritos una cantidad considerable de médicos. Entonces pensamos: ¿médicos consultan-

do a sociólogos sobre estadística?, algo está fallando, ¿dónde están los estadísticos? Como respuesta a esta pregunta creamos una carrera de grado de estadística en una universidad pública argentina después de cincuenta años de la primera de este tipo que fue creada en el país. Eso sí, la conducción académica está en manos de estadísticos.

Estadística, sabiduría y comercio

Vicente Manzano

“Hola ¿Qué tal?... Verás, algunos colegas me han dicho que sabes bastante de estadística y yo quería unos análisis... Es que voy a leer la tesis... Pues eso, quería algunos análisis ... multivariantes ... Sí, de esos que impresionan al tribunal”.

No, no es un texto de ficción. Es la transcripción casi literal de un hecho real. Tampoco es una gran desgracia, cosas más graves ocurren todos los días. Ni se trata de un acontecimiento que sirva para representar a un gran colectivo o a una situación especialmente habitual. Pero hay dos argumentos que justifican su inclusión: no es un hecho aislado y entra de lleno en la discusión sobre el tema que aborda el artículo de Solanas y otros.

Como ocurre con otras expresiones del sector, del tipo “muestra representativa”, la conjunción de “análisis” por un lado y “estadístico” o “de datos” por otro, tiene una fuerza especial, contundente. La realización de análisis de datos, por el mero hecho de existir, parece añadir más calidad a lo que le antecede (cómo se han conseguido los datos) y a lo que le sigue (qué decisiones se van a adoptar a continuación). Y, como toda magia, se basa en la ignorancia específica de quien recibe esa información.

El calificativo “específica”, añadido a la acusación de ignorancia, no es arbitrario y tiene una función importante. Todos somos ignorantes en mayor medida que sabios. Nuestra sabiduría, de existir, es extraordinariamente limitada en el tiempo, en el espacio y en el tema. La afirmación, por tanto, de que un elevado porcentaje de personas no sabe estadística con un nivel suficiente como para responsabilizarse de realizar análisis de datos, no es peyorativa ni intenta marcar distancias. Es una sentencia que señala un hecho necesario: la especialización del conocimiento obliga a ser bueno en algo y malo en mucho.

Así, tal vez la persona que cruzó la puerta de mi despacho aquella tarde fuera portadora de un caudal de conocimientos de gran consideración con respecto a un área específica de la ciencia. Sin embargo, o bien padecía un alto nivel de ignorancia con respecto al cometido de los análisis de datos, o una notable falta de respeto al quehacer científico.

Los autores del trabajo señalan, con gran acierto, la necesidad de que los análisis de datos sean llevados a cabo por personas con suficiente conocimiento del asunto como para poner en marcha un proceso adecuado y llegar a buen puerto. Y se observa, consecuentemente, una defensa del “oficio del estadístico” y de su papel

relevante en la sociedad de la información. No obstante, ejemplificando la feliz circunstancia de la diversidad, discrepamos en algunos matices.

El primer matiz tiene que ver de lleno con los conceptos de estadística, método y ciencia. Todos ellos cuentan con la suficiente envergadura como para evitar que sean tratados aquí con un mínimo de justicia. Mi intención es señalar que no son la misma cosa aunque se encuentren entrelazados. Así, los estadísticos estudian, durante su proceso de formación, contenidos muy ligados a lo que ha venido a llamarse *filosofía de la ciencia, metodología científica y diseños de investigación*. Estos contenidos se imparten también en muchas ciencias. Por esta razón, cuando un estadístico habla de “razonamiento estadístico” refiriéndose al método científico o al procedimiento mediante el cual se recoge información, desde la idea original hasta obtener datos concretos, muchos otros profesionales no pueden ver en ello a la estadística, sino a un concepto que se vive más general: el método. De esta forma, se crea una confusión de significados y los discursos pueden tener interpretaciones alternativas. Algo parecido podrían sentir los habitantes de América Central y América del Sur ante la famosa sentencia “América para los americanos”, nutrida en el término multívoco *América*. Así, del texto se traduce algo parecido a “la Estadística para los estadísticos”, afirmación que podría gozar de un apreciable acuerdo si no fuera por el significado amplio que se le otorga a la estadística en el artículo. Inducción, validez, fiabilidad, precisión, medida, hipótesis y teorías son términos a los que se acude para ayudar a definir el “razonamiento estadístico”. La consecuencia de esta discrepancia es la creencia de que existen muchas disciplinas que tienen competencia en el método (su aplicación, su adaptación, su estudio), aunque cuenten con un déficit en lo que se refiere al cálculo y al control en los imponentes campos del muestreo y el análisis de los datos.

El segundo matiz se refiere al omnipresente dilema entre lo gradual y lo categórico. Se escuchan con frecuencia afirmaciones del tipo “esta muestra es representativa” o “esta interpretación es válida”. Son términos que suelen utilizarse con un ánimo dicotómico: o es o no es representativa, o es o no es válida. En este sentido, se puede afirmar que alguien está o no está preparado para afrontar un análisis de los datos. Tal vez sea más acertado tratar estos temas como cuestiones de grado: una muestra puede ser más o menos representativa, una interpretación puede ser más o menos válida, alguien puede estar más o menos preparado para realizar un análisis concreto. Para esta última valoración debería utilizarse fundamentalmente la naturaleza y los objetivos del análisis. Así, parece fácil concluir que muchas personas pueden estar preparadas perfectamente para realizar estudios de exploración y descripción de los datos, lo mismo que muy pocas tienen a su alcance realizar análisis de tablas múltiples, además, con objetivos de inferencia.

Y ¿en qué atañe todo esto a las encuestas? En mucho, como cabría suponer. El artículo de Solanas y otros abunda en diversos problemas, pero cabe remarcar aquí uno de especial trascendencia en las investigaciones mediante encuestas, ya que en éstas existe un especial interés por obtener una buena muestra y aplicar después las conclusiones a una población objeto.

El texto que Girón publicó en Metodología de Encuestas, precisamente como comentario al trabajo de Trujillo (2000) sobre la importancia de reflexionar en torno a los efectos del diseño y de utilizar programas de ordenador que lo contemplen, nos viene como anillo al dedo para extraer un párrafo de especial importancia:

“Un perfil muy habitual de investigador ‘que quiere hacer bien las cosas’ es aquél que se toma el trabajo de decidir un tamaño para la muestra, consultando el apéndice de un libro casi genérico que utiliza (si bien este investigador tal vez no lo sabe) el modelo de un muestreo aleatorio simple con reposición. Acto seguido recoge los datos de su encuesta mediante una estrategia *libre* que quizá se asemeje a un muestreo bietápico y, por último, hace los análisis con el programa *que tiene a mano* porque es el que conoce o el que ha adquirido su institución, realizando estimaciones incorrectas, si bien orgulloso de su pulcritud *científica*” (Girón, 2000:213).

Los programas de ordenador que realizan análisis de datos y que se encuentran ampliamente extendidos y comercializados suelen realizar sus cálculos suponiendo que se ha aplicado un muestreo aleatorio simple en una población de tamaño infinito. En la práctica de las encuestas, las poblaciones objeto son, en su mayoría, *prácticamente infinitas* (Manzano, 1996), por lo que esta asunción es comprensible. Pero es rara la ocasión en que se parte de un muestreo aleatorio simple. Lo usual es considerar varias etapas, conglomerados y variables de estratificación, generando los llamados modelos complejos. Acudir a los programas usuales de análisis de datos es ignorar esta realidad. Las estimaciones son, entonces, incorrectas.

Abundando en las preguntas que se realizan en el trabajo de Solanas y otros ¿Por qué programas de la difusión de SPSS no consideran en sus algoritmos de cálculo estos modelos frecuentes? Hay dos posibles respuestas. La primera: los procesos de inferencia suelen definirse inicialmente para el caso más sencillo, el muestreo aleatorio simple con reposición. Después se amplían a otras situaciones. Es decir, no todo el análisis orientado a la inferencia contempla actualmente los modelos de muestreo al uso. La segunda: considerar los algoritmos adaptados al diseño de la muestra implica complicar la interfaz de usuario, pidiendo a éste algunas informaciones que tal vez no esté preparado para suministrar. Sería una medida estadísticamente aconsejable, pero empresarialmente contraproducente. Otro programa de ordenador podría no considerar esta restricción y venderse con el lema de que su uso es aún más fácil que el anterior. Esta segunda posibilidad es muy real, sobre todo cuando tenemos en cuenta que algunas prácticas y algunos lemas de productos informatizados rozan el fraude, potenciando decisiones incorrectas.

Tal vez, parte de este incómodo panorama se podría solucionar si se pudiera elaborar y poner en marcha un sello o estándar de calidad para los programas estadísticos. Un organismo cualificado (como puede ser SIPIE o una sociedad estadística de reconocido prestigio) evaluaría los productos comerciales diseñados para el análisis de los datos, a petición de las empresas responsables. Esta evaluación implicaría no sólo la corrección en los cálculos, sino también en otros aspectos menos atendidos pero abordados directa o indirectamente en el trabajo que coordina Solanas, como por ejemplo: (1) ¿En qué medida se informa con claridad al usuario sobre las limitaciones del programa?; (2) ¿En qué medida se maximiza la decisión de compra recurriendo a prescindir de los mecanismos estadísticos más incómodos? es

decir ¿En qué medida se diseñan las operaciones estadísticas bajo criterios comerciales?; (3) ¿En qué medida se permite un alto control por parte del usuario sobre el proceso de análisis, de tal forma que pueda particularizar éste en función de las características de cada situación?; etc. Definida una tabla de mínimos y generalizado el recurso del estándar, tal vez quedarían solucionados los problemas que hacen mención al estilo más comercial que estadístico de los programas de análisis de datos.

Estadística, ordenadores y formación.

Antonio Velandrino

La oportunidad del trabajo que presentan los autores es indudable. Las cuestiones planteadas están en la mente de quienes nos dedicamos a la metodología de investigación y/o al análisis estadístico. El tópico de los efectos de las herramientas informáticas sobre la comprensión y uso de la Estadística es una de las cuestiones que, en ocasiones, es comentada y reconocida como de gran importancia en nuestro ámbito, pero a la que, por diversas razones, no siempre se le concede la atención que merece. Por ello es muy de agradecer la reflexión que, de forma tan sistemática y estructurada, se nos propone en esta aportación colectiva.

Suscribiendo globalmente las propuestas formuladas por los autores, este breve comentario sólo pretende añadir unas pequeñas aportaciones en el mismo sentido de las recomendaciones y advertencias señaladas, con la finalidad de reforzar o matizar algunos de los argumentos manejados en la reivindicación de un uso racional y profesional del software estadístico.

Así, cuando en este trabajo se plantea el uso de las aplicaciones estadísticas por personas no cualificadas, se afirma que «en el diseño del producto se favorece que cualquier persona no experta pueda operar ese sistema», y que «un problema muy importante que se deriva de las aplicaciones informáticas es que el usuario, en general, se ciñe a la oferta de técnicas estadísticas que proporciona un programa». Esta circunstancia, en efecto, origina desastrosas consecuencias muy especialmente en el ámbito del análisis de encuestas. Como ya ha sido puesto de manifiesto en diversos lugares (Lee, Forthofer, y Lorimor, 1989; Lepkowski y Bowles, 1996; Cohen, 1997; Brogan, 1998; Dillman, 2000), no es infrecuente que el análisis de datos de encuestas provenientes de diseños muestrales más o menos complejos (diseños polietápicos, diseños con probabilidades de selección no iguales, etc.) se realice con técnicas analíticas implementadas en software que podríamos denominar *generalista* desarrolladas para muestreo aleatorio simple. Particularmente, resulta en graves equivocaciones, el sesgo que se produce al estimar los errores de muestreo en tales situaciones. Sin duda, como señala la profesora Brogan (1998) «algunos científicos no son conscientes de la necesidad de software especializado o, si lo son, prefieren no utilizarlo debido a la necesidad de aprender un nuevo software» (pág. 2). Y también, añadiríamos nosotros, quizás a la necesidad de especializarse en los métodos y técnicas de estimación pertinentes.

En el lado positivo de la balanza, se plantea la potencial ayuda didáctica de las aplicaciones informáticas pero se argumenta, con cierto escepticismo, que no «sería conveniente otorgar una especial importancia a la aplicación docente de estas herramientas pues (...) no están diseñadas para tal fin, debiéndose considerar una utilización secundaria de estos programas». Quizás sería oportuno recordar que, como es bien conocido, existen interesantes trabajos en el sentido de desarrollar aplicaciones que cubran ambas finalidades: la estrictamente analítica y la docente. Ejemplos de estas iniciativas las podemos encontrar en revistas especializadas en la enseñanza de la Estadística (*Journal of Statistics Education*, o *Teaching Statistics*) y en apartados específicos, en este mismo tema, de otras más generales (los apartados “Methods and Techniques” y “Computers in Teaching” de *Teaching of Psychology* o la misma *Behavior Research, Methods, Instruments and Computers*). Si bien el potencial de análisis de estas aplicaciones resulta restringido y obviamente está muy por debajo de los grandes paquetes estadísticos, el nivel de análisis en el que se sitúan las hacen perfectamente válidas para la realización de estudios analíticos de no excesiva complejidad como los que se incluyen en los cursos básicos de Estadística incorporados en los estudios de gran parte de las disciplinas sociales.

Para terminar, una pequeña aportación relativa a la experiencia habitual (que también ha sido puesta de manifiesto entre otros por Kirk, 1991) del asesoramiento en análisis de datos a investigadores no expertos en el razonamiento estadístico. En la propuesta de Solanas y colegas se aboga por que los investigadores sustantivos dispongan o adquieran formación en el razonamiento estadístico. Hasta aquí de acuerdo. El problema se plantea cuando estos investigadores que, en su mayoría, tienen la formación habitual en el análisis estadístico de datos propia de las licenciaturas y diplomaturas, entienden que los análisis adecuados son aquellos que ellos aprendieron en sus estudios. Creemos que es frecuente la llamada de socorro de un doctorando a punto de tirar por la borda su trabajo de, en ocasiones, varios años de duro esfuerzo porque su p ha sido de ¡0,07!, y por tanto, no inferior al 0,05 que aprendieron. Los más sensatos se dejan aconsejar cuando se les relativiza el valor de la significación estadística con otras medidas (como el tamaño del efecto, el porcentaje de explicación, la significación clínica, etc). Pero otros muchos también se niegan a presentar estudios en tales condiciones. Este hecho nos lleva directamente a los contenidos que estamos ofreciendo en las asignaturas de análisis de datos. Por aquí es por donde también habría que empezar a poner solución a la cuestión de la formación de los investigadores sustantivos.

¿No seremos culpables los docentes?

Fco. Javier Pérez Santamaría

Cualquier persona que se dedique en alguna medida a la formación en análisis de datos o en estadística y que esté en contacto con investigadores con una formación que básicamente no es estadística, debe llegar a conclusiones similares a la sentencia de que los análisis que uno observa en muchos trabajos de investigación no cuentan con el rigor ni la corrección suficientes. Mi principal inquietud aquí se

puede resumir en tres preguntas: ¿Cuántos de estos investigadores han asistido a clases de estadística o análisis de datos? Me temo que si no todos, casi todos. En consecuencia, los docentes, los formadores ¿Qué es lo que hemos hecho? y ¿Qué es lo que *no* hemos hecho? Alguna responsabilidad tendremos en la configuración de este panorama.

La mayoría de los análisis no los realizan verdaderos expertos, con una formación académica específica en estadística, sino que provienen de personas especializadas en disciplinas aplicadas como la sociología, la psicología, la pedagogía, la economía, la medicina, etc. En todas estas especialidades académicas existen cursos de análisis de datos. Algunos, incluso, son impartidos por licenciados en estadística o en matemáticas. Esta circunstancia es del todo inevitable. La aplicación de la estadística se lleva a cabo en un contexto concreto de necesidad de investigación. Esta necesidad es propia de alguna disciplina concreta y es la persona experta en esa disciplina quien tiene y articula esa necesidad. Consideremos, además, la imposibilidad práctica de contar con un equipo de expertos en cada investigación, donde se encuentre un especialista en estadística, además de en otras vertientes de la ciencia. Por ello, la realidad impone que la mayoría de las investigaciones sean llevadas a cabo por una persona o por un grupo monodisciplinar muy reducido.

En tal contexto, la preparación de estas personas para afrontar tareas estadísticas depende básicamente de la formación específica en el tema que han recibido durante sus años de estudio universitario. ¿Cómo ha tenido lugar esa formación?

Una inspección, aún superficial, de los programas de asignaturas relacionadas con el análisis de los datos en disciplinas aplicadas, de los que circulan en mano y de los que pueden encontrarse en la *dimensión web* muestra que los docentes ponemos el énfasis mucho más en las técnicas que en el razonamiento.

Llevo ya muchos años (más de los que me gustaría confesar) impartiendo clases de estadística y análisis de datos en la licenciatura de psicología. De vez en cuando, los docentes del curso aplicamos una prueba de conocimientos el primer día de clase. En teoría, muchos de los estudiantes, en función de la opción que escogieran en enseñanza media, dominan ya los conceptos de nuestra asignatura y parte de otras que aparecen en otros momentos de la carrera. Pero, en la práctica, nada más alejado de la realidad. Permitidme que ilustre esta sentencia con un ejemplo concreto que atañe a un concepto y a una expresión harto sencillos.

Todos conocemos la expresión

$$Z_i = \frac{X_i - \mu_x}{\sigma_x}$$

también este nutrido grupo del estudiantado que aparece en nuestras clases. Si les suministramos un conjunto de datos, están capacitados para calcular los correspondientes valores estandarizados. Pero ¿saben lo que están haciendo?. Sencillamente, no. Por ejemplo, si en lugar de indicar $Z_i = -2$ decimos que un dato se encuentra a dos desviaciones tipo por debajo de la media de su distribución, la inmensa mayoría se pierde, no sabe de qué estamos hablando. Pero los pocos que pueden responder

adecuadamente, se quedan en blanco ante una aplicación concreta, como por ejemplo: hemos realizado una misma encuesta en dos municipios (el mismo diseño de la muestra, el mismo cuestionario, el mismo procedimiento de campo); las muestras han sido muy pequeñas (de tal forma que se visualizan con facilidad en la pizarra); hemos seleccionado una variable concreta y dos personas, una de cada municipio; tenemos, entonces, dos datos, cada uno proveniente de una distribución diferente de la misma variable original; la pregunta es ¿cuál de las dos personas es más rara, extraña, excepcional con respecto a esa variable y su correspondiente municipio? Expuesta esta pregunta en el tema donde se explican las puntuaciones tipo, cabría esperar que la formación previa de los estudiantes “ya preparados” les permitiera responder con rapidez y seguridad. Pero la situación es bien contraria. Lo raro o excepcional es que algún estudiante compare las puntuaciones tipo de las dos personas en lugar de los valores directos.

En efecto, cada vez tengo más constancia de la prioridad que tiene la técnica desnuda, frente al significado, en las clases de estadística al uso. En nuestra asignatura introductoria elaboramos problemas que otros docentes de análisis de datos tienen dificultades en resolver por el predominio del concepto frente al número o a la expresión formal. Y es precisamente el concepto lo que debería preocuparnos. Incluso, existen muchas formas de abordar la técnica. La misma información que suministran los programas y manuales hacen sospechar que la “transmisión” de la técnica también adolece de la carga de significado. Así, por ejemplo, explicar el coeficiente de correlación lineal simple atribuido a Pearson, no es escribir su fórmula en la pizarra y hacer un problema. Es necesario, primero, crear la necesidad de su existencia, plantearse un problema aplicado donde se requiera un índice de relación, entrar ,discutir y mear el concepto de relación entre variables y sus múltiples caras, abundar en representaciones gráficas, descubrir cómo la suma de los productos cruzados mide linealidad, reinventar la expresión de Pearson paso a paso, observando cómo se controla el comportamiento del índice tras cada decisión, sintetizar su poder y sus limitaciones... Está claro que esta forma de dar clases requiere su tiempo, un cierto detenimiento en afianzar los conceptos. Pero ¿Qué otra cosa podemos hacer? La versión fórmula y ejercicio es la que predomina y es la antesala del panorama que tanto hemos criticado y que seguimos denunciando.

Los programas de ordenador son, en esencia, maravillosos inventos que permiten desprendernos de tareas incómodas y mastodónticas como son los cálculos numéricos. En el momento que nos ha tocado vivir, no podemos prescindir de ellos. Y pocos ejemplos son tan contundentes como los programas de análisis de datos. Ya sabemos, como menciona el texto de Solanas y coautores, que muchos objetivos de análisis serían del todo impensables sin el auxilio de la máquina. Y, en efecto, también es cierto que los programas de ordenador se encuentran muy lejos de la perfección y, en ocasiones, de la ética, pero ¿Son ellos los culpables del mal uso? ¿Lo son los usuarios con deficiencias en su formación? ¿No estaremos escurriendo el bulto los docentes?.

No me gustaría terminar este comentario sin hacer mención a un aspecto que goza cada vez de mayor trascendencia. Como decimos hasta la saciedad, nadie hace hoy en día un análisis de los datos sin el auxilio del ordenador ¿Cómo es que, enton-

ces, no traspasamos esta situación al aula universitaria?. El ordenador en una clase de análisis de datos es como el bisturí en un aula de disección. No podemos limitarnos a memorizar los músculos del cuerpo en una clase de educación física. Hay que salir del aula y hacer ejercicio. En las clases de análisis de datos es necesario incluir expresamente en los programas la utilización de las herramientas informatizadas, enfrentarse a su aprendizaje, obtener una idea panorámica de las posibilidades a nuestro alcance, formar en su utilización y prevenir los errores. No podemos esperar que, tras una formación muy técnica y poco conceptual, donde priman las expresiones frente a los significados y donde se elude la máquina que todos utilizarán después para resolver sus problemas estadísticos, aparezcan en el mundo aplicado profesionales formados y consecuentes, que saben aplicar sus sólidos conocimientos mediante la utilización de programas de ordenador.

Cuanto e Informatifrenia

José Ignacio Ruiz Olabuénaga

La controversia sobre la opcionabilidad operativa de los conceptos frente a la de los números, lo mismo que la que se da entre concepto y metáfora o entre tablas y gráficos y, últimamente entre estadística estandarizada informáticamente o esterilizada teóricamente, es muy antigua y, aunque ha sufrido fases de cierto enconamiento dialéctico, se encuentra actualmente en un momento de acercamiento que, no por ello, conlleva un decaimiento en su interés.

La discusión del grupo de Antonio Solanas, se me antoja, no sólo de interés permanente sino de necesidad de apremio para la inmensa mayoría de los investigadores tanto noveles como avezados por los años y la experiencia. Su argumentación es sobradamente convincente y los puntos que aborda son los principales y comunes desde que el ordenador personal ha puesto al alcance cotidiano de los investigadores, tanto expertos como aventureros, los paquetes estadísticos con sus minas de tests estadísticos, su capacidad de almacenamiento y manejo de datos y su rapidez y versatilidad de tratamiento.

Tal vez se echa de menos en el artículo un pequeño esfuerzo de sistematización y de aclaración de conceptos que, sin contradecir sus tesis y sus afirmaciones, contribuiría a darles más peso persuasorio. Digo esto porque en la discusión se deliberan proposiciones que pertenecen al ámbito de la comodidad o la moda operativa, a la necesidad selectiva de una información que, por barata, resulta tan masiva cuanto negadoramente asfixiante e intratable.

Es conocida la famosa tesis de Pitirim Sorokin sobre la "quantofrenia" que mitifica el número y la tabla estadística (no digamos nada el test estadístico) y estigmatiza el concepto, la narración o la anécdota. Es un debate que durante mucho tiempo ha envenenado la discusión entre técnicas cualitativas y cuantitativas y reivindicando la precisión y la validez por un lado así como la riqueza y la comprensión por el otro o, yendo más a su trasfondo teórico, enfrentando la discusión entre Durkheim

y Weber sobre las ventajas de la estadística y los hechos sociales frente al *Verstehen* y los tipos ideales.

Fruto de esta confrontación (hoy prácticamente amortiguada) ha salido la corriente metodológica, fértil donde las haya, de la triangulación cuya discusión, por cierto, queda marginada en el artículo.

Tampoco parece hacerse referencia a la distinción entre informática como mecanismo instrumental de fácil o difícil manejo y lectura analítica de los algoritmos estadísticos y la influencia que la primera ha tenido en el desarrollo de técnicas informáticas de manejo de datos frente a las de uso analítico.

Si de la capacidad instrumental de flexibilidad, velocidad, condensación y adaptabilidad de la informática no cabe la menor duda, no se sigue lo mismo de la trascendencia heurística del uso “inexperto” de la estadística informatizada. La discusión de los autores, aunque algo abnegada y confusa, resulta totalmente pertinente. La facilidad de manejo de los paquetes estadísticos es semejante a la del uso del interruptor eléctrico, pero del mismo modo, tras ese interruptor mal administrado puede existir un aparato de alta precisión que requiere una profesionalidad y un entrenamiento teórico que muy pocos poseen. Cada día es más evidente el analfabetismo estadístico, popularizado por el acceso informático, y más graves y frecuentes los errores de interpretación conceptual por un inepto nivel de profesionalidad estadística. La informática ha agravado el riesgo de error interpretativo de la estadística, pero lo ha hecho no por su capacidad de análisis sino por la accesibilidad a las herramientas que facilita.

Baste recordar el uso —erróneo en la inmensa mayoría de los casos—, del sufrido, manoseado y nunca bien alabado Jl^{-2} , confundido con una medida de relación en lugar de una probabilidad de la misma, de su diferencia como medida descriptiva o diferencial y de su habilidad a los grados de libertad y tamaño de muestra.

El riesgo de banalidad que, por su fácil accesibilidad, amenaza a los métodos y técnicas cualitativas, no es menor ni mayor que la que amenaza a los cuantitativos por la accesibilidad a los algoritmos-tests aportada por los paquetes estandarizados de estadísticas. Se olvida en exceso que la informática es un lenguaje y no un instrumento de análisis, de ahí que sus ventajas y sus riesgos, no son de carácter intrínseco a su contenido sino puramente potenciador del acceso y de la gestión de la información.

El conocimiento y la gestión (así como su planteamiento previo y su análisis posterior) son marginales e independientes de la velocidad, de la estandarización, de la simplicidad y de otras muchas virtudes del lenguaje informatizado. Y esto vale lo mismo para el análisis cuantitativo (estadístico) que para el cualitativo conceptual. Hasta cierto punto, y en lenguaje un tanto de parodia, se puede decir que, para muchos aficionados a la investigación, los tests estadísticos son “abalorios de indio” fascinantes y los paquetes estadísticos tipo SPSS, como auténticas centrales energéticas capaces de iluminar cualquier oscuridad del cosmos científico, sólo que con el riesgo de producir estragos en manos de un electricista inexperto.

De todos modos, el artículo de Solana y sus colaboradores acierta a relativizar la mitificación de la informática sin negar su

imprescindible aportación y a resaltar la permanente necesidad de la profesionalidad estadística a quien quiera presumir de investigador de la realidad social, con ordenador o sin él, con paquetes estadísticos o al margen de ellos.

*La fragmentación del conocimiento y la rápida
evolución del mercado.*

Fco. Javier Ruvalcaba

Fue una grata noticia entrar en conocimiento sobre el trabajo que Solanas y otros publicaron en esta revista, así como su versión más definitiva que se encuentra disponible en la web. Es cierto que se trata de un tema muy discutido, pero tal vez con un exceso de conversaciones reducidas y un incómodo defecto en cuanto al tratamiento que este tema debería tener en medios como son las publicaciones o las reuniones científicas, académicas y aplicadas. Creo que, además, el trabajo de estos autores ha señalado los puntos más sobresalientes de la controversia.

Pero permítanme realizar un breve ejercicio de rol y situarme en la posición de uno de los usuarios que torpemente recurren a las herramientas informatizadas de ayuda a la decisión estadística.

Soy estudiante de sociología, pedagogía, psicología, economía o cualquier otro ámbito no puramente estadístico. Mi interés por cursar tales estudios no es especializarme en el análisis de los datos o en la investigación científica. Deseo ser, en el futuro, un buen sociólogo, por ejemplo. Quienes pensaron e implementaron los actuales planes de estudio de la disciplina que estudio, consideraron apropiado incluir contenidos propios de la Estadística, como es el análisis de los datos recogidos de investigaciones de diversa naturaleza. Tengo entre una y tres asignaturas que tocan estos temas, a lo largo de la carrera. Una de ellas me habla de qué debo hacer con una colección de datos cuando éstos se encuentran en mi poder. Otra me cuenta cómo puedo producir estos datos mediante, por ejemplo, diseños de investigación concretos. Y otra abunda aún más en técnicas de análisis de datos concretas, cada vez más complejas y laboriosas.

Cuando termino mi carrera no sé si soy o no un buen economista o psicólogo. Tengo algunas cosas claras. Entre ellas, que el análisis de los datos es cosa laboriosa que debo dejar a manos de un ordenador. Y eso hago. Cada vez que me encuentro en una labor de análisis, accedo al programa comercial al uso (lo confieso: SPSS para Windows, en su última versión, sea cual fuere), introduzco los datos y voy accediendo a las diversas técnicas que recuerdo me enseñaron y ante las que, para mi suerte, cuento aún con el acceso a los manuales de las asignaturas.

Pero encuentro varios problemas a este quehacer:

1. Mi conocimiento se encuentra fragmentado: problemas de investigación propios de mi disciplina, diseños o planes de investigación, técnicas para explotar datos en función de tipologías de variables...

2. El programa de ordenador presenta múltiples opciones que desconozco. A su vez, algunos de los aspectos de su funcionamiento me resultan desconocidos. Tampoco encuentro algunas de las técnicas o pruebas que me explicaron. No sé si no están o si, por el contrario, tienen otra denominación o se encuentran englobadas en otro comando, por ejemplo.
3. El programa me guía, me muestra ayuda, me realiza sugerencias. Observo en los resultados que el programa hace cosas que yo no le he dicho. Se ve que debe ser uno de esos actuales productos inteligentes que saben tomar decisiones por su cuenta.

En definitiva, me encuentro ante un dilema: o acudo a mi formación fragmentada o me dejo guiar por el programa, sus facilidades, sus decisiones y su guía. Finalmente, hago lo que todos a quienes conozco: sucumbo ante el atractivo del producto informático. Además, es el mismo que suelen utilizar otros.

Desafortunadamente, es difícil lograr que la formación en Estadística se mantenga a un ritmo similar al de la proliferación —y uso— de aplicaciones informáticas para el análisis de datos. Esta desventaja de nuestras instituciones superiores, con respecto a un desarrollo y distribución sin control, puede difícilmente resolverse ya. Las energías para encontrar soluciones al inadecuado uso de aplicaciones informáticas debe replantearse, ya que, como bien se señala en el artículo, las aplicaciones son ya productos de consumo. A esto debe añadirse el hecho de que las empresas que desarrollan y distribuyen estos programas (lógica y naturalmente), pocas veces consideran que el usuario no es un experto en Estadística. Desde esta posición de usuario ¿debería confesarme públicamente culpable de ser el atroz protagonista de un conjunto de análisis tal vez no muy bien hechos?.

En el mundo hay demasiadas necesidades de análisis de datos. Por fortuna, cada uno a su nivel, hacemos investigaciones continuas. Y aquí se encuentra desde quien desea revolucionar el mundo de la Ciencia con sus experimentos, hasta el profesional de la economía a quien una asociación de vecinos encarga un trabajo sobre su contabilidad, o el profesional de la psicología que tiene un gabinete de atención a la pareja, o el profesional de la pedagogía que trabaja en una academia para la preparación de oposiciones. En todos los casos, las actividades generan datos y éstos no son nada si no son procesados, exprimidos para sacarles el jugo de la información mediante el análisis de los datos.

Y aquí se plantean dos problemas encadenados.

El primero es que no hay suficientes profesionales de la estadística en el mundo como para dar abasto en el quehacer de analizar los datos de todas estas abundantes situaciones concretas y cotidianas. Así que es obligado que los profesionales de las diferentes disciplinas cuenten con una formación estadística suficiente como para dar respuesta a estas necesidades, al menos hasta el nivel de exigencia que plantean las situaciones habituales o características de cada disciplina.

El segundo problema es que la formación de estos futuros profesionales debe ser adecuada. Éste es un “conveniente” antiguo (tanto como la enseñanza), pero con caras nuevas. Ahora, tenemos la cara de los programas de análisis de datos. En este tenor, se presentó en México hace unas décadas, el debate sobre la inclusión de la calculadora en educación primaria. Las dos posturas eran: no a la calculadora, por-

que impide que el niño desarrolle estrategias cognitivas, esenciales para su formación; la otra proponía el uso de la calculadora, siempre y cuando no se dejara de lado el aprendizaje de los cálculos a lápiz y papel. Aún en la actualidad, ambas posturas pueden considerarse válidas. Con respecto a las aplicaciones informáticas, ¿se puede hablar de un análisis, sobre la forma en que deben utilizarse? Lo que sí es claro es que la enseñanza para el uso de éstas debe encontrarse incluida en los planes de estudio. En mi rol de usuario “torpe” hecho en falta una formación donde se prime la visión globalizadora (término tan de moda hoy), el todo frente a las partes, y donde se incluya la utilización de programas concretos de análisis, donde se realice una actividad lo más cercana posible a las situaciones concretas a las que un profesional se encontrará en el futuro: tengo las historias clínicas de 27 pacientes con miedo a los espacios abiertos ¿Cómo sacar información útil de esta experiencia para aplicarla en mi trabajo futuro? ¿Pueden ser conclusiones importantes para otros colegas? Tal vez parte de mi formación como profesional de la economía, de la psicología, de la pedagogía, de la sociología o de lo que fuera, se haya empleado en complejos análisis multivariantes, en ecuaciones estructurales, en diseños de investigación caracterizados por el doble salto mortal con tirabuzón y cruce lateral, pero tal vez también sea incapaz de sacar rendimiento a 27 registros de información.

Considerando el actual desarrollo informático —que, por cierto, no se detendrá— es necesario preguntarnos ¿en qué debemos formar y formarnos, en razonamiento estadístico, o en la forma de utilizar los programas informáticos? Esto, sin dejar de considerar, el hecho de que aparecen continuamente programas para el análisis de datos, y de que las instituciones superiores (sobre todo las de carácter público), no siempre cuentan con los recursos para adquirir aplicaciones que el alumno pueda conocer y utilizar. De cualquier forma creo, en definitiva, que la Estadística es un conocimiento indispensable para la formación de todas, o casi todas las especialidades actuales. Creo, además, que cada disciplina es un mundo particular que plantea problemas comunes con el resto, pero multitud de matices que le son propios. Por tanto, los contenidos de la Estadística deberían ser impartidos en cada una de estas disciplinas, con un interés muy elevado por evitar el conocimiento fragmentado y por actuar de tal forma que el aprendizaje se encuentre inevitablemente ligado a situaciones reales a las que los futuros profesionales se irán enfrentando, incluyendo en sus contenidos el uso consecuente de los programas de ordenador.

Resulta interesante el planteamiento que se hace del tema. Tal como afirman los autores, por un lado se nota que se trata de un tema ampliamente debatido por los firmantes del artículo, quedando patente que es el resultado de la plasmación de una serie de discusiones largas y tendidas entre profesionales de la investigación. Por otro lado, cabe decir que la opinión que mantienen está planteada de manera que no

dejan el tema cerrado, incitando a la reflexión personal, que incluso invita a dar a leer el artículo a otros colegas y seguir con el debate en el círculo profesional en que se mueve el lector. Creo que, sólo con esto, los autores deben darse por satisfechos, ya que a mi modo de ver éste es el objetivo último cuando un autor escribe un artículo de opinión o en el que expresa sus reflexiones sobre un tema que preocupa y no se presenta éste como cerrado o queriendo sentar cátedra.

Se realizan aportaciones interesantes o más bien se plantean de un modo sistemático algunas cuestiones que aquellas personas vinculadas con la investigación empírica y con la docencia de la metodología en ocasiones hemos pensado o hablado con otros investigadores o docentes. Mi punto de vista no es la de una profesional de la estadística ya que no soy licenciada en estadística, pero es la de una investigadora social (socióloga para más datos) acostumbrada a la investigación empírica en todas sus fases (desde la redacción del proyecto, establecimiento de la metodología, y análisis de datos y redacción de conclusiones) y que desarrolla su actividad docente en el campo de las técnicas de investigación social. Ya que parto de que el artículo es claramente interesante, sólo pretendo intervenir en el debate planteado con alguna aportación puramente personal, que en muchos casos no hace más que ratificar lo expuesto.

Resulta sugerente la idea de la importancia que ha cobrado la estadística debido a la “creencia según la cual disponer de grandes cantidades de información está directamente relacionado con el éxito empresarial, la excelencia investigadora y la adecuada gestión de los recursos. La ingente cantidad de información disponible debe ser sintetizada pues de otra forma resulta ininteligible”, y la importancia que este hecho adquiere para la creación de programas estadísticos destinados no a profesionales de la estadística sino a consumidores más o menos versados en la matemática o la estadística a nivel usuario comercial, pero probablemente poco en lo que supone una investigación en todas sus fases (un ejemplo claro que aportan los autores es el recurso de los gráficos que tanto gustan a los que no saben de estadística por lo fáciles que resultan de “leer”).

Me refiero al claro desconocimiento de la propia metodología empleada o a utilizar en la investigación mostrada por muchos de esos usuarios, tanto en la fase de planteamiento de hipótesis, como en la de construcción de indicadores o índices, o en el diseño muestral o la construcción de instrumentos de recogida de datos o en la decisión de emplear unos u otros instrumentos o técnicas de análisis estadístico e incluso en el propio establecimiento de las conclusiones o resultados.

Por otro lado, se agradece la sistematización planteada sobre las ventajas indudables del uso de los programas informáticos para el análisis de datos, así como de los peligros, también claros, que puede conllevar el uso de éstos sin los suficientes conocimientos estadísticos.

Afirman los autores que existe una clara necesidad de promover el razonamiento estadístico fundado en: la cuantificación de la incertidumbre, la obtención de datos claros y relevantes y honestos, la utilización de modelos apropiados para la extracción de la información y el razonamiento científico. Sin embargo y aunque afirman que la formación debe hacer hincapié en estos aspectos, a lo largo del artículo uno tiene la sensación de que llegar a *dominar* ese razonamiento estadístico es

“propiedad” de los estadísticos profesionales, cuando a mi modo de ver debe ser conocido y empleado por parte de todos los investigadores honestos y que hacen un buen uso de la metodología en el sentido antes presentado. Y, por supuesto, la investigación debe conllevar un gran conocimiento teórico del tema: sin teoría, el análisis empírico puede perder una gran parte de su validez.

Incluso llevando el tema un poco más al extremo, y aunque se hace referencia a la necesidad del conocimiento de los principios del método científico, una se queda, tras leer el artículo, con la impresión (por lo tanto subjetiva, aunque no realmente expresada) de que la parte fundamental de la investigación es el análisis de datos. Por supuesto que es una parte fundamental, pero no la fundamental y de hecho esto es reconocido por los autores cuando afirman que “otro principio que debería seguirse es poner menos énfasis en la obtención de resultados e invertir más esfuerzo en la fase de diseño de los estudios estadísticos. O sea, el estadístico debe participar en las investigaciones desde el principio”.

También se expresa la necesidad de participación de diferentes profesionales en el proceso de investigación, debiendo estar el estadístico presente en todas sus fases, y el experto en el área debe participar en el proceso de análisis.

Estoy de acuerdo y, abogando por la multi-disciplinariedad muchas veces tan necesaria como irreal, creo que los otros profesionales también tienen que estar en todas las fases: el profesional, el experto o investigador del campo sustantivo o teórico debe también estar presente, tanto en el establecimiento de objetivos de la investigación, como en el establecimiento de instrumentos de medida, como en la aplicación de las diferentes pruebas estadísticas, o en el establecimiento de conclusiones. Y todo para impedir que el análisis estadístico se separe del campo de estudio o investigación y evitar que se pueda aplicar el dicho popular de que “la estadística es la ciencia que, habiendo comido uno un pollo y otro ninguno, prueba que han comido la mitad cada uno”. Las aportaciones teóricas y metodológicas generales deben estar presentes a lo largo de toda la investigación, ya que insisto en que creo que el razonamiento estadístico (entendido como lo exponen los autores) no es algo exclusivo de los profesionales de la estadística.

Algunos aspectos que también me gustaría expresar están relacionados con la docencia de la estadística. Por un lado, me llama la atención la afirmación que se realiza sobre los “*investigadores de los distintos campos sin especialización en el análisis de datos. Unos recibieron formación estadística en el primer y segundo ciclo de su carrera universitaria, como, y seguramente a un nivel avanzado, durante el período en el que cursaron el tercer ciclo*” y como a partir de ella se presupone que para ello la estadística es solamente una herramienta necesaria, sin que se les reconozca el razonamiento estadístico en las vertientes citadas por los autores.

Creo que esto en muchos casos es así, pero no es generalizable: en algunas facultades (la mayoría, de las de sociología al menos, no me cabe duda) se trata de formar a los alumnos en lo que los autores denominan el razonamiento estadístico, tratando de transmitirles la importancia del uso del método científico, así como de las medidas pero también de la cuantificación de la incertidumbre, y del concepto de modelo estadístico, y no en la estadística como una mera herramienta.

Tampoco me parece generalizable la idea de que los alumnos dedicaran sus quehaceres profesionales a actividades poco relacionadas con la estadística: creo que debido a las propias razones aducidas por los autores al comenzar el artículo, cada vez más de los discentes actuales tendrán que realizar investigación aplicada y hacer uso no solo de la estadística-herramienta sino del razonamiento estadístico, e incluso el rigor estadístico (que los autores consideran que cada vez es más escaso) creo que debe ser un valor en alza de nuevo en aras de la honestidad metodológica.

Por esto coincido con los autores en la necesidad de transmitir a los alumnos no sólo las aplicaciones estadísticas como recurso, sino como todo un proceso, un razonamiento estadístico, aunque esto resulta claramente difícil debido a los inconvenientes que esto entraña: la necesidad de ayudantes para la impartición de clases de estadística así como su escasez (cuando no inexistencia) es un hecho, teniendo que llevar a cabo el profesor una labor hercúlea (tal como se supone en el artículo) y más si se trata de disponer de más de una aplicación informática, como claramente sería deseable.

Por otro lado, también comparto la opinión de que se trata de transmitir la idea de la falta de determinismo en los conocimientos de la realidad, lo que facilitaría el razonamiento estadístico, y por supuesto que apoyo la sentencia de que la formación sobre la aleatoriedad y los aspectos básicos de la estadística debe iniciarse en las primeras fases de la educación, de modo que los alumnos no tengan miedo a la estadística como no lo tiene a sumar, restar o incluso a manejar algo tan prosaico como el dinero, aspecto de la vida en que muchas veces se recurre para algunos conceptos que serán básicos para el análisis de datos y la aplicación estadística.

Comencemos por las cuestiones básicas desde el principio, ya que la estadística bien aplicada será cada vez más necesaria en nuestra vida.

Respuesta

Antonio Solanas, Joan Manuel Batista-Foguet, Lluís de Jover, Ana López,
María Isabel Núñez, Jordi Ocaña, Lluís Salafranca, Rafael San Martín,
Jordi Simó, Begoña Valle y Bienvenido Visauta.

Tal y como anunciábamos en la introducción, los comentarios realizados por los distintos autores han ampliado y enriquecido nuestras reflexiones. Agradecemos sin reservas todas las contribuciones aportadas, pues desarrollan o proponen nuevas ideas sobre el tópico que aquí se debate. De hecho, ya en los primeros párrafos del artículo manifestábamos nuestra intención de favorecer la reflexión y el debate. El agradecimiento debe ampliarse al reconocer su predisposición para participar de una forma tan positiva en un debate que pisa *terrenos pantanosos*, pues moverse en discursos de opinión, aunque gratificante, no deja de ser algo arriesgado. Difícilmente pueden hallarse en este tipo de reflexiones argumentos fundamentados en sólidas

demonstraciones matemáticas o razonamientos lógicos, motivo por el cual apreciamos los pronunciamientos sobre las ideas que explicitábamos en el artículo.

Aunque la mayoría de autores que han comentado el artículo intitulado “Análisis estadístico con aplicaciones informáticas: ¿Ayuda o sustituye al razonamiento?” están de acuerdo con buena parte de las ideas expresadas en el mismo, se advierte un deriva que también se produjo en nuestros propios debates antes de elaborar el documento. Si bien partimos con el objetivo único de referirnos a las ventajas y desventajas de la utilización masiva de las aplicaciones informáticas desarrolladas para el análisis de datos, y seguramente debido a la interrelación con otros aspectos de la práctica profesional y la actividad docente de la Estadística, pronto aparecieron diversas ideas que, aunque próximas al objeto de debate, no se solapaban totalmente con el mismo. Eso nos parece fácilmente comprensible puesto que, aunque se intente, la realidad no está estrictamente parcelada, al menos en la forma habitual en la cual se transmite el conocimiento.

Queremos destacar que algunos de los comentaristas han aprovechado para profundizar en uno o varios de los aspectos que se han abordado en el artículo, pero llevando los razonamientos y los ejemplos al ámbito concreto de la metodología de encuestas. Estas aportaciones nos parecen relevantes teniendo en cuenta que ésta es precisamente la temática de la que se ocupa esta revista. De hecho, queremos disculparnos por no haber incluido en el artículo más ejemplos relacionados con la elaboración de encuestas, razón por la cual en la réplica hemos procurado que predominen los ejemplos de ese ámbito.

Aunque, como hemos mencionado, no existen grandes discrepancias entre nuestras opiniones y una buena parte de las ideas expresadas en los comentarios, siempre existen conceptos que consideramos preciso matizar o aclarar e, incluso, comentar alguna interpretación de las opiniones expresadas en el artículo a las cuales se les ha asignado un sentido que se aleja de aquel que pretendíamos transmitir. En adelante nos ocuparemos de esas cuestiones, esperando que podamos aclarar las discrepancias y hallar, si existen, los puntos de encuentro.

Ciertamente, nuestras reflexiones tratan en algunos momentos sobre el perfil profesional de las personas que deberían encargarse y responsabilizarse del análisis de los datos. Vicente Manzano entrevé en nuestras ideas algo parecido a “la Estadística para los estadísticos”, afirmación que podría gozar de un apreciable acuerdo si no fuera por el significado amplio que se le otorga a la Estadística en el artículo. Es necesario destacar dos ideas: primera, que a lo largo del artículo hemos intentado transmitir que no se trata tanto de que los análisis estadísticos deban ser realizados sólo por los estadísticos, sino que cualquier profesional con conocimientos sólidos de esta disciplina tiene capacidad para realizarlos — en definitiva, se trata de limitarse a hacer lo que se sabe —; segundo, respecto al significado amplio que se otorga a la Estadística en el artículo, en nuestra opinión la misma no tiene sentido separada del método y la ciencia y, en caso de que un estadístico no tenga estos otros conocimientos, no estará en condiciones para llevar a cabo análisis estadísticos ni para colaborar como asesor estadístico en ninguna investigación. Suponemos que esta aclaración proporciona una respuesta sin ambages a la impresión subjetiva, tal

como expresa Marian Izpizua, según la cual parece traslucirse en el artículo que el análisis de los datos es la parte más importante de la investigación. Aunque ella misma encuentra distintos párrafos del artículo que contradicen esa opinión, estamos seguros que coincidimos con Marian Izpizua en que el análisis de los datos es una fase, relativamente tardía —esto no es óbice para que no se considere cómo se realizará el análisis estadístico desde las fases iniciales de la investigación—, dentro de un proceso mucho mayor, donde la importancia del método científico minimiza la relevancia de la Estadística. Al respecto, es preciso recordar aquí aquella máxima según la cual nunca una técnica estadística podrá solventar la existencia de supuestos erróneos, problemas de investigación incorrectamente planteados, muestreos sesgados y carencias de control experimental. Como ejemplo, consideremos la utilización de una técnica de remuestreo, como *bootstrap* o *jackknife*, para corregir el error de sesgo en las estimaciones de la intención de voto obtenidas en sondeos electorales. No resultaría sorprendente que obtuviéramos una escasa corrección, en términos relativos, del error de sesgo. ¿Dónde está el problema, si es que realmente existe, pues ambas técnicas de remuestreo han demostrado su sobrada capacidad para corregir ese típico error estadístico? Sin que pueda considerarse irrefutable nuestra argumentación, es muy probable que no sea razonable el supuesto según el cual una técnica estadística sea capaz de solventar la existencia de sesgo en las encuestas de intención de voto. ¿Por qué? Si existe ocultación o falsificación de la intención de voto real, ¿cómo puede solventar una técnica estadística el efecto de sesgo resultante? Ese sesgo será fácil de corregir cuando la falsedad de la respuesta se distribuya proporcionalmente a los resultados reales, pero ¿qué ocurre si no es así? No parece razonable que una técnica estadística sea capaz de corregir un efecto sistemático cuando, en el modelo, no existe un parámetro o parámetros estimables para extraer ese sesgo y que se corresponda con distintos procesos psicológicos de quien responde. Mucho nos tememos que el supuesto de aleatoriedad y la teoría de los grandes números no son suficientes para afrontar todos los problemas, siendo necesarios, quizás, otra clase de modelos, donde se combinen en los mismos elementos estadísticos y componentes que se correspondan con aquellos propios del sistema analizado.

El anterior ejemplo podría ser considerado un caso donde la interdisciplinariedad entre estadísticos, sociólogos y psicólogos quizás destejiese con mayor fortuna la realidad que un unilateral enfoque estadístico. Cobran aquí especial relevancia las distintas ideas expresadas por Diego Brandy, como aquellas referidas a la creatividad y a la crítica en la Estadística, algunas de las cuales han inspirado las siguientes líneas, estando fuertemente influenciadas por su acertada oposición entre “data meaning” y “data mining”. Abordemos de nuevo el problema de la estimación del voto desde una perspectiva menos clásica, que equivale a decir con menor presencia estadística y mayor contenido sustantivo del ámbito investigado. No es ninguna novedad para muchos sociólogos, psicólogos y biólogos que existe una disciplina que se ha denominado “Vida Artificial”. Como todas las nuevas corrientes de pensamiento, en sus inicios ha aglutinado a una ingente cantidad de investigadores con distintas finalidades. Es difícil resumir sus principios básicos en pocas líneas, pero destaquemos que se fundamenta en que los procesos macroscópicos emergen de las

masivas interacciones a escala microscópica, estando estas últimas gobernadas por reglas simples y considerándose la complejidad un subproducto de las intensivas interacciones. Estos principios se han utilizado para reproducir la estructura espacial de las aves de una bandada de pájaros, la disposición de los miembros de un cardumen, la difusión de un prejuicio en un sistema social, la pugna por los recursos en una sociedad, entre una amplia variedad de fenómenos. La simulación es la herramienta fundamental para quienes trabajan en Vida Artificial, asignando a los agentes, o unidades básicas del sistema, un conjunto de propiedades y reglas de actuación. La evolución del sistema se analiza, entonces, reproduciendo en un ordenador, desde un estado inicial, las distintas interacciones entre los agentes, cuyos estados y propiedades pueden medirse para cada arbitraria unidad de tiempo. Este enfoque conlleva un elevado coste de computación, pero actualmente es técnicamente factible. Ahora, y volviendo a la estimación del voto y aceptando que en el momento actual todavía puede recordarnos a la ciencia-ficción, ¿no podríamos afrontar el problema de la estimación del voto desde esa perspectiva o una semejante? Sería una aproximación donde los agentes tendrían las propiedades y las reglas de actuación social que los psicólogos y los sociólogos hubieran conocido tras abundantes pruebas empíricas, mientras los analistas en un sentido amplio se ocuparían de idear índices a medida y significativos para los expertos en el comportamiento social. ¿No habría más “data meaning” en este enfoque?

Vicente Manzano y Antonio Velandrino nos recuerdan la existencia de un temido personaje. En ocasiones llama a la puerta de nuestro despacho, en otras nos aborda durante un placentero y reflexivo paseo por el Campus universitario y, en otras, nos interpela durante ese momento de asueto que significa gozar del almuerzo. ¿Existe alguien que se dedique al análisis de datos que no reconozca esta experiencia? Una vez el incauto estadístico se halla en las garras o, si se prefiere, las fauces del susodicho personaje, y salvo matices de la experiencia concreta de cada cual, la solicitud que se nos realiza puede resumirse de la siguiente manera: “Estoy realizando una investigación sobre un determinado tema, he recogido unos datos, que ya he introducido en un *software* estadístico, y desearía que me indicaras qué técnica estadística debo utilizar y cómo se interpretan los resultados.”. En la forma que hemos expresado la demanda se halla una buena parte de algunas prácticas que no parecen adecuadas en la profesión del estadístico y, más importante, la aparente confusa mezcla de conceptos como estadística, método y ciencia. Retomando la solicitud del referido personaje, se nos informa que está realizando una investigación que, en general, se expresa de forma superficial y que suele tratarse de una área de investigación sobre la cual el estadístico de turno no suele poseer la más remota idea. Sin conocer un mínimo el ámbito de estudio, el problema de investigación, las hipótesis del investigador y los objetivos que se pretenden alcanzar en la investigación es casi imposible que el analista de los datos pueda recomendar posibilidades u opciones analíticas más allá de las puramente triviales. Es conveniente aclarar en este punto qué se entiende aquí por trivial. En el caso aquí descrito el estadístico reconoce un conjunto de variables, unas independientes, otras de control y, por último, aquellas que son dependientes. Como no intervino en la planificación de la investigación, las

propiedades métricas de las escalas utilizadas para medir las variables se presentan totalmente determinadas para quien es consultado. Por tanto, y en general, poco queda más que recomendar entre algunas técnicas estadísticas que aproximen, dadas las limitaciones de partida, una respuesta factible a la solicitud del interlocutor. ¿No resulta familiar aquella experiencia en la cual se nos solicita un análisis de la estructura de un cuestionario tal y como se ha leído en las publicaciones científicas, donde las respuestas a los reactivos se corresponden con una escala graduada? Intentamos advertir que la técnica que nos dice que se precisa utilizar requiere unas estrictas propiedades métricas y que, por mucho que esté publicado, esa técnica aplicada a esos datos proporcionaría una solución distorsionada.

Retomando ahora cauces más estrictamente estadísticos, Antonio Velandrino nos recuerda uno de los problemas más frecuentes, como es la existencia de reglas que, en el artículo, decíamos que dividen el mundo escolásticamente en falsedad y verdad. Se trata aquí de la omnipresente regla fundamentada en un nivel de significación mayor o menor o igual a 0.05. Poco podemos añadir a los comentarios que realiza Antonio Velandrino, siendo totalmente razonable aunarnos a su opinión. Quizás sólo podemos referirnos a otra maléfica trampa que sólo puede evitarse desde el conocimiento del razonamiento estadístico. No es nada infrecuente hallar investigaciones en las cuales, por ejemplo, y según se explica a quien analiza los datos, existen quince variables independientes y un sola variable dependiente. La solicitud no es otra que realizar todas las comparaciones posibles entre las variables independientes y la variable dependiente. Aceptemos que sólo se realizan quince contrastes, uno por cada variable independiente. Supongamos que entre todos los contrastes realizados sólo uno resulta con un nivel de significación, por ejemplo, menor que 0.05, pues esa fue la tasa nominal de error tipo I que decidió fijar el investigador en cada contraste individual. Pues bien, por mucho que el investigador se afane en interpretar ese resultado, debe mencionarse que es más probable que se haya cometido un error tipo I en el conjunto de los contrastes que lo contrario, hecho que se deriva de la multiplicidad de los mismos. En una tónica similar está la referencia de José Ignacio Ruiz a la mítica prueba estadística que es frecuente denominar “prueba de ji-cuadrado”, siendo muy oportunos sus comentarios sobre las habituales confusiones. En estos ejemplos topamos con uno de los problemas fundamentales de la difusión de las herramientas informáticas para el análisis de los datos. Que la Estadística debe ser conocida por todos, creemos que nadie lo cuestiona; que las herramientas informáticas para el análisis de datos son necesarias para una buena parte de los profesionales de todas las disciplinas, no conocemos, aunque puede existir, a ninguna persona que opine lo contrario; que las aplicaciones estadísticas son útiles en el proceso de aprendizaje, también podría ser una idea generalizada; pero, ¿estamos todos capacitados, desde el punto de vista de los conocimientos estadísticos, para ejercer de analistas e interpretar los datos? Nuestra respuesta en el artículo era negativa. De aquí no se deriva que sólo aquellos que hayan cursado una formación reglada en Estadística sean los únicos capacitados, pero sí parece razonable esperar que, como mínimo, aquellas personas que se dediquen al análisis de datos hayan seguido distintos cursos de especialización, además de su continua formación autodidacta. En el artículo, incluso, recordábamos que ninguna persona cuyo

ámbito profesional sea la Estadística conoce suficientemente la totalidad de las técnicas estadísticas, razón por la cual es conveniente que, expertos y no expertos, limitemos nuestros análisis sólo a aquello que conocemos. Por supuesto, y en el caso de que se trate de elaborar un informe en el cual se proporcionen e interpreten algunos índices de localización y dispersión, no parece razonable exigir a la persona que sea experta en complejas técnicas multivariantes, estando más que legitimada para realizarlo. Ahora bien, la planificación y realización de un plan de muestreo requiere expertos, pues esos conocimientos no son habituales en cursos básicos de Estadística, salvo como partes marginales de un temario. En resumidas cuentas, nuestra posición era que debe existir un ajuste entre la formación estadística de una persona y aquellas tareas estadísticas que emprende.

Las reflexiones en torno a las implicaciones docentes del uso de las aplicaciones para el análisis de los datos constituyen buena parte de los comentarios. Es muy adecuada y oportuna la observación que nos realiza Antonio Velandrino cuando menciona que existen aplicaciones informáticas que han sido ideadas para facilitar el aprendizaje de la Estadística. Sin duda, al estar nuestra reflexión enfocada hacia las aplicaciones informáticas para el análisis de datos con mayor difusión (Clementine, MINITAB, SAS, SPSS, StatGraphics y Statistica), obviamos hacer mención a la existencia de otras herramientas informáticas. Acertadamente, Antonio Velandrino cita varias revistas donde pueden encontrarse aplicaciones informáticas que, además de permitirnos obtener resultados numéricos, también fueron diseñadas para favorecer el aprendizaje. Esta aportación nos ha permitido recordar que, incluso, algunas plataformas informáticas, como pueden ser *S-Plus*, *PV-Wave* y *Gauss*, aunque más complejas de operación, permiten realizar un sinnúmero de simulaciones que pueden resultar muy útiles para alcanzar el aprendizaje de distintos conceptos estadísticos. Independientemente de los recursos informáticos que disponga un docente de la disciplina estadística, ya sean de propósito general o específico, más simples o más complejos de operación, parece ineludible recurrir a los medios informáticos disponibles para favorecer el aprendizaje de los conceptos estadísticos. Aunque las aplicaciones informáticas destinadas al análisis de datos no fueron pensadas para tal fin, la mayoría de las mismas permiten realizar simulaciones mediante las cuales ilustrar la convergencia que se establece en el teorema del límite central, estimar distribuciones muestrales para una amplia gama de estadísticos, generar datos de acuerdo a un modelo estadístico (por ejemplo, aquel que subyace en el análisis de la varianza de un solo factor), entre otras muchas posibilidades.

Siguiendo la idea del anterior párrafo, y aunándonos a su línea de pensamiento, Francisco Javier Pérez Santamaría sostiene la inclusión, como parte necesaria del proceso de formación, de las aplicaciones informáticas destinadas al análisis de los datos. Parece más que razonable aprovechar las ventajas que se desprenden de las herramientas informáticas en el aprendizaje de la Estadística e, incluso, a sabiendas que requieren un tiempo y esfuerzo adicional para los docentes. El equilibrio entre la rigurosa exposición de los conceptos estadísticos y las aportaciones, tanto al nivel de comprensión como prácticas, que se derivan del uso de las mencionadas herramientas informáticas es muy probable que favorezcan el aprendizaje. Aunque puede

tratarse de un ejemplo más propio de cursos avanzados, el análisis factorial exploratorio puede resultar de difícil comprensión si únicamente se presenta como un complejo conjunto de operaciones matriciales. Ahora bien, una aplicación informática muestra, dado un ejemplo aplicado y especialmente ideado para los intereses profesionales de los alumnos, con evidente inmediatez el espacio original definido por las variables y el espacio definido por los factores. Incluso, resulta más que asequible advertir a los alumnos en relación a las proyecciones de las variables originales en los ejes definidos por los factores, la varianza asociada a los mismos y las consecuencias de las rotaciones factoriales.

En más de una ocasión aparecen comentarios donde se explicita si los docentes no estaremos evitando nuestra responsabilidad en favorecer un incorrecto aprendizaje de la Estadística y en el mal uso de las técnicas estadísticas. Al respecto, y como ejemplo, Francisco Javier Pérez menciona la transformación mediante la cual es habitual explicar la estandarización de una variable aleatoria. También nos recuerda que frecuentemente cualquier ejercicio sobre ese tópico finaliza otorgando una solución numérica sin más, perdiéndose así la parte más importante, que no es otra que el significado conceptual de las operaciones matemáticas realizadas; pero, además, nos advierte de la importancia de justificar la relación entre un problema real y las expresiones que se muestran a quienes aprenden estadística. Coincidiendo plenamente con su observación, sólo nos resta mencionar que, casi con total certeza, deberíamos hacer referencias conceptuales de tal forma que fuera evidente que en esa transformación existe una traslación y un cambio de escala, además del significado y consecuencias de ambas operaciones. Una vez se han comprendido esos conceptos, y sólo añadiendo a la conocida expresión la función valor absoluto, estamos en condiciones de introducir el concepto de distancia estadística y, por tanto, abordar sin excesiva complejidad la solución al problema sobre cuál de ambos es el individuo más atípico, dado que pertenecen a dos subpoblaciones distintas. Francisco Javier Pérez nos proporciona otros ejemplos, tan ilustrativos como el anterior, y que no mencionaremos porque es mejor releer sus comentarios. Retomando la cuestión inicial, en el artículo manifestábamos nuestra convicción de que los docentes, y nos incluimos aquellos firmantes del artículo que nos dedicamos a la formación, tenemos una buena parte de responsabilidad, tanto en lo negativo como en lo positivo, de la actual práctica estadística. Sin entrar en las razones de aquello que es objeto de mejora, pues requeriría un debate exclusivamente dedicado a esta cuestión, la utilización de las aplicaciones informáticas ideadas para el análisis de los datos nos permiten dedicar más tiempo para enseñar y desarrollar aspectos conceptuales, minimizando el esfuerzo invertido en el cálculo. Es aquí donde incorporar estas herramientas en la docencia resulta más eficaz, pero todavía nos queda otro problema por resolver. La tarea necesaria para atacar el problema difícilmente puede abordarla un único docente en el aislamiento de su despacho, pues no es otra que iniciar un profundo y largo proceso de reflexión sobre qué contenidos conceptuales son fundamentales en un curso de Estadística. Si acordamos que el cálculo perderá notoriedad y una enseñanza basada en la comprensión es la vía más razonable, ¿qué conceptos deben explicarse? ¿dónde establecer el nivel de la exposición? ¿cuál debería ser el orden secuencial de la introducción de los distintos conceptos? ¿cómo determinar las

técnicas estadísticas que deben ser impartidas? Quizás puedan parecer preguntas suficientemente resueltas, pues es notorio que la mayoría de los textos estadísticos suelen parecerse apreciablemente, al menos si se comparan los contenidos y el orden de los distintos temas. Este hecho puede considerarse suficiente, pero nos asalta una duda razonable, pues frecuentemente se nos advierte que existe una desconexión entre aquello que se expone en los cursos de Estadística y las necesidades de la práctica profesional.

La necesidad de la formación estadística en la practica totalidad de las disciplinas es reclamada por Javier Coyaso. En nuestra opinión también es indispensable. Eso pretendíamos transmitir en el artículo y, a modo de ilustración, nos referíamos en un momento del discurso a la explicación de la trayectoria de un electrón en torno a un núcleo como órbita o como orbital. Esa no es una simple diferencia de palabras. Cuando a quien aprende se le refiere el concepto de órbita, se le transmite una idea determinista del conocimiento que disponemos de la realidad. Si, por el contrario, se recurre al concepto de orbital, la trayectoria del electrón ya no es única, sino que se hallará entre unos determinados límites espaciales con un valor de probabilidad concreto. En este caso el conocimiento de la realidad, si es descrito mediante un sistema de ecuaciones, se trata de una aproximación; aquí el concepto de variable aleatoria surge de una forma evidente y, por tanto, el conocimiento de la realidad está fuertemente conectado al concepto de probabilidad.

Es preciso destacar, y a modo de síntesis final, que la persona que analiza la información requiere participar en todas las fases de la investigación, sea teórica o aplicada, pues su interés no reside en desempeñar el rol de analista de las bases de datos. El estadístico está interesado en participar de forma interdisciplinaria en todo el proceso de investigación, desde la formalización del problema inicial hasta la elaboración de las conclusiones finales, pasando por aquellos aspectos propios de las herramientas de medición y el diseño de la investigación. Si no es así, ¿cómo puede la persona que analiza los datos añadir creatividad y significado a una investigación? Las aplicaciones informáticas nos han liberado de una gran cantidad de tiempo dedicado a extensos y laboriosos cálculos, motivo por el cual es razonable que aquellos profesionales dedicados al análisis de datos esperen colaborar de un forma más integrada en el conjunto de una investigación.

No queremos finalizar este turno de réplica sin agradecer de nuevo a todas las personas que han expresado sus comentarios las sugerentes y frescas ideas que nos han aportado. El debate, como casi todos, siempre queda truncado cuando los participantes desearíamos continuar, pero debemos dar paso a otros tópicos tanto o más interesantes que éste. Por último, agradecer a todo el equipo editorial de la revista la oportunidad que nos ha brindado para plasmar las reflexiones de todos los participantes, además de felicitarles por impulsar una línea de comunicación entre los profesionales que, aunque calificada como opinión, no deja de ser tan interesante como aquellas veredas que nadie dudaría en denominar como científicas.

Referencias

- Ares, V.M. (1999) La prueba de significación de la hipótesis ‘cero’ en las investigaciones por encuesta. *Metodología de Encuestas*, 1(1), 47-68.
- Brogan, D.J. (1998). Pitfalls of Using Standard Statistical Software Packages for Sample Survey Data. En Peter Armitage y Theodore Colton (Editors), *Encyclopedia of Biostatistics*, Vol.2. NY: John Wiley.
- Cohen, S.B. (1997). An Evaluation of Alternative PC-Based Software Packages Developed for the Analysis of Complex Survey Data. *The American Statistician*, 51(3), 285-292.
- Dillman, D.A. (2000). The Role of Behavioral Survey Methodologists in National Statistical Agencies. *International Statistical Review*, 68(2), 200-13.
- Girón, C. (2000) Comentarios a ‘Optimización del error muestral...’. *Metodología de Encuestas 2* (2) 212-214.
- Kirk, R.E. (1991). Statistical Consulting in a University: Dealing With People and Other Challenges. *The American Statistician*, 45(1), 28-34.
- Lee, E.S., Forthofer, R.N., y Lorimor, R.J. (1989). *Analyzing Complex Survey Data*. Newbury Park, CA: Sage.
- Lepkowski, J. y Bowles, J. (1996). Sampling Error Software for Personal Computers. *The Survey Statistician*, No. 35, 10-17.
- Manzano, V. (1996) Acerca de la finitud en las poblaciones. *Estadística Española*, 141, 237-244.
- Trujillo, M. (2000) Optimización del error muestral en encuestas a población general: criterios de estratificación y cálculo del error con ‘Wesvar Complex Samples’. *Metodología de Encuestas 2* (2) 199-210.