Prólogo

Lo dejaré claro desde el principio: a mí no me gusta la estadística. Yo soy médico, doy clases de Anatomía Humana e investigo sobre la biomecánica clínica del tronco. Me interesa arrojar un poco de luz sobre los muchos aspectos de los desórdenes de la región lumbar que desconocemos. No me interesa en lo más mínimo nada que tenga que ver con medias, varianzas, distribuciones de probabilidad, contrastes de hipótesis y demás.

Mis profesores a lo largo de los años compartían conmigo este desinterés. Así, tuve una asignatura de Bioestadística en primero, muy teórica, en la que no me enseñaron a llevar a cabo ningún análisis útil en la práctica. Algo volvieron a comentarnos en Medicina Preventiva en sexto de carrera, de nuevo sin ninguna clase práctica que me enseñara de verdad a plantear un análisis estadístico. El desinterés continuó en los cursos de doctorado. Yo era feliz: me estaban enseñando lo mío, y nadie me molestaba con la estadística.

Un día acabé los cursos teóricos y me puse a hacer el trabajo de investigación de doctorado. Ahí de repente me exigían un trabajo estadístico sobre los resultados de mi investigación. A punto de entrar en pánico, una figura legendaria acudió en mi ayuda: El Estadístico. Todos los grupos de investigación tienen uno: ¿para qué entonces saber de estadística? ¡Qué lo solucione El Estadístico! Respiré tranquilo: mi desinterés por la estadística seguía justificado.

Hasta que faltando pocos días para la fecha límite de entrega de un trabajo intentas hacerte con El Estadístico y no hay manera. Hasta que te das cuenta que El Estadístico sabe mucho de estadística pero no sabe nada de lo tuyo (de biomecánica del tronco, en mi caso), y no te está entendiendo cuando le explicas tu investigación. O hasta que El Estadístico te jura y perjura que el mejor tratamiento para tus datos es ese que tú has utilizado en un artículo para una revista internacional de prestigio, cuyos revisores han destrozado tu artículo precisamente por la estadística.

Entonces te das cuenta: la estadística es un rollo, pero es un rollo necesario. Si quieres ser un buen investigador necesitas un cierto grado de autosuficiencia en un par

de cosas más allá del área del conocimiento específica en la que investigas. Una de esas cosas probablemente sea la informática. Y otra es sin duda la estadística.

Por eso te dedicas a formarte por tu cuenta en el tema. Un día te proponen explicar lo que sabes en un máster, lo que te ofrece la oportunidad de contrastar y sistematizar tus conocimientos para poder así transmitirlos. Y acabas escribiendo un libro de estadística.

Quién te lo iba a decir a ti.

Sobre las imágenes de este libro: la gran mayoría de imágenes son originales del autor, producidas muchas de ellas con SPSS. Las demás están en el dominio público al haber expirado sus derechos de autor o ser obras producidas por el gobierno federal de los Estados Unidos de América. La única excepción es la figura 4-3, que es una versión modificada de una imagen obtenida en http://en.wikipedia.org/wiki/File:Anscombe's_quartet_3.svg, redistribuida bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU (http://www.gnu.org/copyleft/gpl-3.0.html)

Sobre el programa: SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es probablemente el paquete de software estadístico más conocido y utilizado no sólo en las ciencias sociales para las que originariamente fue creado (la primera versión es de 1968), sino también en biomedicina y áreas afines. En el momento de escribir estas líneas, la última versión del programa es la 18, que es la que se ha utilizado para la elaboración de este libro.

En los últimos años el programa ha cambiado de nombre, pasando a llamarse PASW (Predictive Analytics SoftWare) Statistics en las versiones más recientes. Sin embargo, la versión 18, aunque se llame de manera genérica PASW Statistics, sigue reteniendo el nombre SPSS en múltiples instancias. La empresa desarrolladora de hecho mantiene el nombre SPSS Inc. (es actualmente propiedad de IBM). Por todo ello, dado que todo el mundo sigue conociendo popularmente el programa como SPSS a pesar de los cambios de nombre, en este libro se denominará al software como SPSS 18.

Quede claro pues que SPSS es una marca registrada de la empresa SPSS Inc., propiedad del grupo IBM, para su paquete de software propietario. Y que este libro no ha sido aprobado, no ha recibido ningún tipo de financiación ni tiene conexión alguna con la empresa SPSS Inc.

Para más información sobre SPSS, podéis acudir a http://www. spss.com En dicha página podéis además descargaros una versión de prueba del producto, completamente funcional y gratuita, que durará activa en vuestro ordenador 21 días. Más que suficiente para trabajar el contenido de este libro.

Ánimo con él.

Daniel Sánchez Zuriaga, Abejuela (Teruel), junio de 2010.

1

Conceptos generales

La **estadística** se define como un método de razonamiento que permite interpretar aquellos datos cuya característica fundamental es la variabilidad.

Estos datos provienen de una **población**, que es el conjunto de individuos u objetos con características de interés, de los cuales se desea conocer el comportamiento. Pongamos que queremos estudiar las características de los enfermos con dolor lumbar. Se trata de una población enorme (evidentemente no podemos estudiar uno por uno a cada enfermo de dolor lumbar que existe). Al no poder disponer de toda la población para su estudio, utilizamos una **muestra**, es decir, la parte de la población sobre la que se realizan las mediciones u observaciones de las características de interés.

Para ser extrapolables a la población los resultados obtenidos a partir de la muestra, ésta ha de reunir las mismas características de la población a la que pretendemos extrapolar nuestros datos. Para ello es importante un buen **muestreo**, es decir, utilizar una buena técnica de selección de los individuos de la muestra de manera que ésta sea representativa de la población.

Las características de la población que interesan en un estudio son las **variables**. Éstas pueden ser:

CUANTITATIVAS

–**Continuas**: entre una unidad y la otra hay continuas divisiones. Ejemplo: altura, peso.

–**Discretas**: no admiten valores intermedios entre unidades. Ejemplo: número de repeticiones de un ejercicio.

CUALITATIVAS, CATEGÓRICAS o NOMINALES: Cada individuo pertenece a una o varias categorías mutuamente excluyentes. No son números como tal, sino "etiquetas". No podemos obtener de ellas funciones matemáticas (medias, por ejemplo). Aunque las designemos con números, da igual cambiar los números por letras: siguen teniendo sentido. Ejemplo: sexo, mujer (A o 1), hombre (B o 0).

Un concepto distinto, más difuso, es el de **variable aleatoria**. Denominamos variable aleatoria a cualquier atributo objeto de estudio, siempre que lo cuantifiquemos con un número real.

La medida de la variable de interés que se obtiene de la población se denomina **parámetro**. Es habitualmente desconocida e incalculable, precisamente por pertenecer a la población, que no puede ser estudiada en su totalidad (por ejemplo, es imposible pesar a todos y cada uno de los pacientes con dolor lumbar del mundo para averiguar así la media de su peso). Lo único que podemos hacer es utilizar la muestra para estimar el parámetro, a través de un **estadístico**: una función matemática de los datos observados en la muestra.

Los parámetros se representan mediante letras griegas, mientras que los estadísticos se representan con letras latinas. En la tabla 1-1 podéis ver algunos ejemplos de ambos.

Tabla 1-1. Ejemplos de parámetros y estadísticos.

MEDIDA	PARÁMETRO (poblacional)	ESTADÍSTICO (muestral)
Media	μ	$\bar{x}$
Desviación estándar	δ	s
Varianza	δ^2	s^2
Correlación	ρ	r

Hay dos tipos principales de estadística, la estadística **descriptiva** y la **analítica**. Ambas ocupan un lugar determinado en los diferentes pasos que todo investigador debe seguir al aplicar el método científico.

1) El primer paso de cualquier trabajo científico siempre ha de ser la **caracterización del problema**. Un investigador, frecuentemente a través de la lectura de la bibliografía publicada sobre determinado tema, se plantea una duda, o se da cuenta de un aspecto no explicado por los trabajos anteriores. Pongamos que se utilizara determinado tipo de ejercicio de entrenamiento abdominal como terapia en pacientes con dolor lumbar. Un investigador que trabaja frecuentemente con técnicas de electromiografía (EMG) se da cuenta a través del repaso de los trabajos anteriores de que estas técnicas nunca se han usado para comprobar la efectividad de ese entrenamiento en términos de aumento de la actividad de la musculatura abdominal. Se le ocurre que además podría comprobarse a través de los cambios en la actividad electromiográfica si estas técnicas son más efectivas en pacientes obesos o no obesos, en pacientes con mayor o menor nivel de actividad física basal, en pacientes con dolor reciente o que hace meses que no padecen un episodio… en fin, a

este investigador se le ocurre un estudio que podría resolver un problema: aportar una nueva herramienta de valoración de los efectos de una técnica de tratamiento.

2) Una vez planteado el trabajo, se debe **elaborar una hipótesis**, avanzando a través de nuestro conocimiento del tema y de los resultados obtenidos previamente por otros autores el resultado que esperamos obtener de nuestro experimento. En el ejemplo que estamos utilizando, nuestro investigador hipotetiza que la técnica de entrenamiento efectivamente provocará un aumento en la actividad de la musculatura abdominal, y que este aumento se verá influido de una determinada manera por las diferentes características de la población a estudio.

3) Para comprobar si esta hipótesis es cierta, debemos plantear un **experimento** o una **observación** sobre una muestra, y **recoger los datos** que obtengamos. En nuestro ejemplo, el investigador obviamente no puede trabajar sobre toda la población de enfermos con dolor lumbar, por lo que seleccionará una muestra representativa de ésta. Decide que el experimento consistirá en someter a los individuos de esta muestra al protocolo de entrenamiento abdominal y recoger la actividad de su musculatura abdominal antes y después del entrenamiento.

Pues bien, una vez obtenidos los datos es cuando llega el turno de la **ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**. Se trata de la parte de la estadística cuyo objetivo es identificar, conocer, describir y resumir una muestra a partir de los datos de ella. Nuestro investigador necesitará saber cuántos sujetos obesos y no obesos tiene en su muestra, su nivel de actividad física, cuántos han ejecutado bien o menos bien el protocolo de entrenamiento, el nivel de activación muscular antes y después de éste, si estos niveles son más o menos homogéneos entre los diferentes sujetos o si varían mucho entre individuos… todo ello lo podrá describir mediante esta rama de la estadística.

4) Una vez recogidos los datos, éstos han de **analizarse**. Y a partir de este análisis se produce la **aceptación o rechazo de la hipótesis** del estudio.

Esta aceptación o rechazo de la hipótesis a partir de los datos de la muestra sólo puede llevarse a cabo de manera fiable a través del uso de técnicas de **ESTADÍSTICA ANALÍTICA**.

5) Si después de utilizar estas técnicas para analizar los datos obtenidos podemos aceptar nuestra hipótesis, habremos descubierto una nueva propiedad de la población que estamos estudiando, a partir de una pequeña parte de la misma (muestra). Y ello nos permitirá **enunciar una ley** o **emitir un informe**.

En nuestro ejemplo, el investigador podría descubrir que efectivamente la actividad muscular aumenta después del entrenamiento en los pacientes con dolor lumbar, y que este aumento no es igual en los diferentes subgrupos de pacientes. Estos cambios los ha observado en una muestra, pero las técnicas de estadística analítica le

este investigador se le ocurre un estudio que podría resolver un problema: aportar una nueva herramienta de valoración de los efectos de una técnica de tratamiento.

2) Una vez planteado el trabajo, se debe **elaborar una hipótesis**, avanzando a través de nuestro conocimiento del tema y de los resultados obtenidos previamente por otros autores el resultado que esperamos obtener de nuestro experimento. En el ejemplo que estamos utilizando, nuestro investigador hipotetiza que la técnica de entrenamiento efectivamente provocará un aumento en la actividad de la musculatura abdominal, y que este aumento se verá influido de una determinada manera por las diferentes características de la población a estudio.

3) Para comprobar si esta hipótesis es cierta, debemos plantear un **experimento** o una **observación** sobre una muestra, y **recoger los datos** que obtengamos. En nuestro ejemplo, el investigador obviamente no puede trabajar sobre toda la población de enfermos con dolor lumbar, por lo que seleccionará una muestra representativa de ésta. Decide que el experimento consistirá en someter a los individuos de esta muestra al protocolo de entrenamiento abdominal y recoger la actividad de su musculatura abdominal antes y después del entrenamiento.

Pues bien, una vez obtenidos los datos es cuando llega el turno de la **ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**. Se trata de la parte de la estadística cuyo objetivo es identificar, conocer, describir y resumir una muestra a partir de los datos de ella. Nuestro investigador necesitará saber cuántos sujetos obesos y no obesos tiene en su muestra, su nivel de actividad física, cuántos han ejecutado bien o menos bien el protocolo de entrenamiento, el nivel de activación muscular antes y después de éste, si estos niveles son más o menos homogéneos entre los diferentes sujetos o si varían mucho entre individuos… todo ello lo podrá describir mediante esta rama de la estadística.

4) Una vez recogidos los datos, éstos han de **analizarse**. Y a partir de este análisis se produce la **aceptación o rechazo de la hipótesis** del estudio.

Esta aceptación o rechazo de la hipótesis a partir de los datos de la muestra sólo puede llevarse a cabo de manera fiable a través del uso de técnicas de **ESTADÍSTICA ANALÍTICA**.

5) Si después de utilizar estas técnicas para analizar los datos obtenidos podemos aceptar nuestra hipótesis, habremos descubierto una nueva propiedad de la población que estamos estudiando, a partir de una pequeña parte de la misma (muestra). Y ello nos permitirá **enunciar una ley** o **emitir un informe**.

En nuestro ejemplo, el investigador podría descubrir que efectivamente la actividad muscular aumenta después del entrenamiento en los pacientes con dolor lumbar, y que este aumento no es igual en los diferentes subgrupos de pacientes. Estos cambios los ha observado en una muestra, pero las técnicas de estadística analítica le

dirán con qué seguridad lo que ha observado en su muestra puede aplicarse al conjunto de la población de enfermos con dolor lumbar.

6) Sin embargo, si las técnicas de estadística analítica nos llevan a rechazar nuestra hipótesis lo único que podremos hacer es volver al principio, es decir, replantear el problema inicial. Nuestro investigador podría ver rechazada su hipótesis de que este protocolo de entrenamiento aumenta la actividad muscular, por lo que su intención inicial de demostrar el efecto del protocolo se ve frustrada (aunque también las hipótesis rechazadas aportan información: descartar una técnica no efectiva puede ser a veces más importante en la práctica que descubrir unan técnica nueva). Habrá de volver a trabajar sobre la bibliografía existente al respecto, y tal vez proponer un nuevo estudio con un protocolo de entrenamiento alternativo, o con nuevas técnicas de medida además de la electromiografía abdominal.

Figura 1-1. La estadística y el método científico.

Vamos a pasar a continuación a estudiar con más detalle ambas ramas de la estadística, y como pueden ser trabajadas mediante el paquete estadístico SPSS en su versión 18. Para ello utilizaremos una muestra de ejemplo basada en esta investigación ficticia sobre un protocolo de entrenamiento abdominal en pacientes con dolor lumbar.

Se trata de 38 pacientes con dolor lumbar que se someten a un programa de entrenamiento de la musculatura abdominal para mejorar la estabilidad del tronco. Se