

## INTRODUCCIÓN GENERAL A LA PARTE 2

Los capítulos XXII a XXVI constituyen una introducción al uso de técnicas estadísticas y econométricas en derecho, atendiendo al interés de brindar métodos útiles para formular hipótesis empíricas y proceder a la contrastación de hipótesis.

El capítulo XXII (*Medición, Muestreo y Relaciones Causales*) analiza el método de las ciencias en forma simple y directa, como introducción a un tratamiento más elaborado. Vamos a recordar que, al dirigir la atención de los tribunales federales desde la opinión consensuada hacia la ciencia subyacente como un campo, un caso famoso, *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals* implicó que muchas áreas tuvieran que reexaminarse. Se verá aquí que no ayuda tanto preguntarse si la persona que asevera algo es “un científico” (por ejemplo, un investigador en química o en psicología) o si “está haciendo ciencia” (como lo haría un investigador químico o un psicólogo clínico), sino que es más útil preguntarse qué tan bien basada está la afirmación de que los estudios empíricos que lleva a cabo están bien diseñados y practicados a fin de poner a prueba las proposiciones contenidas en el aserto o estudio. A veces los que toman decisiones lo hacen basándose en cuestiones empíricas cuyas respuestas han sido presupuestas. Un abogado tiene un objetivo, como por ejemplo “queremos salvar vidas cerrando la brecha entre la oferta y la demanda de órganos de trasplante”. Que ello se pueda lograr y cómo son cuestiones empíricas. Los métodos elegidos pueden causar que se produzcan efectos contrarios a los buscados – algo que sucede en la práctica. Puede contratarse a abogados con el fin de limitar la disponibilidad de pornografía porque se cree que causa daños. Si lo hace, si no tiene efectos, o si hace bien es una cuestión empírica abierta. Las decisiones normativas no pueden usualmente librarse de un conocimiento apropiado acerca de cómo funciona el mundo. Se pondrá énfasis en la distinción entre validez y fiabilidad. Este es un problema que va más allá de lo semántico, y tal vez sería conveniente usar tres términos para referirse a los conceptos. Por ejemplo, podría decirse que las mediciones deben ser “confiables” o “fidedignas” antes de que se deposite demasiada confianza en ellas, siendo componentes principales de este carácter fidedigno su carácter repetitivo (fiabilidad) y su exactitud (validez). Ambas tienen un vínculo con la bondad de la medición, y nos dicen cosas diferentes acerca de la misma. El punto siguiente es practicar una distinción clara entre variable *dependiente* y variable *independiente*. Cuando la cuestión planteada por la investigación es de causa y efecto, la variable causa es denominada *variable independiente* y la que resulta como efecto que responde a la causa la *variable dependiente*. A veces esta relación es asaz compleja, con otras variables intermedias entre la causa y el efecto, que son llamadas *variables intervinientes*. Las variables extrañas que de por sí influyen sistemáticamente sobre la variable dependiente, creando la ilusión de una relación causa-efecto entre una variable independiente y la variable dependiente, son a veces llamadas *variables de confusión* o *confusivas*. En un estudio meramente predictivo, sin la aspiración de explicar causas y efectos, las variables que desempeñan el rol de predecir son llamadas *predictores* y las variables que son predichas serán llamadas o bien *variables criterio* u, otra vez, *variables dependientes*. Una vez que las variables fueron definidas operativamente, que fueron elegidas mediciones fiables y válidas de las mismas, y que los objetos del estudio fueron medidos, los datos pueden ser analizados usando las herramientas estadísticas. En lugar de un estudio que termina con una larga lista de números, hay estadísticos descriptivos que se computan para facilitar un resumen de su distribución. La tendencia central (o “promedio”) de la distribución puede calcularse como la media –aritmética, geométrica o armónica--, la mediana, o el modo, según la escala de medición usada y la forma de la distribución. La variabilidad (la dispersión) de la distribución puede ser expresada mediante la varianza, el desvío estándar (o desvío típico), o el rango, entre otros. Pocas veces los investigadores recogen datos sobre todas las instancias individuales de los objetos estudiados (un *censo*). Lo que hacen usualmente es un muestreo de los mismos. Los investigadores agrícolas sacan una muestra de trigo en el campo; no miden cada espiga una por

una. Lo mismo sucede en otro tipo de investigaciones. Tomar muestras no sólo es menos costoso y lleva menos tiempo; en la mayoría de las circunstancias es más preciso que un censo. Mediante un diseño muestral apropiado, los recursos pueden ser destinados a recolectar los datos más precisos sobre una menor cantidad de individuos, cosas, o eventos. En efecto, en US y en otros países los demógrafos evalúan la bondad de los censos a nivel país comparando los resultados del censo con muestras. Naturalmente, al extraer una muestra puede incurrirse en diversos tipos de sesgo que analizaremos. Por ejemplo, un criminólogo se pone a estudiar criminales realizando extensas entrevistas con una muestra aleatoria de presos en una prisión. (Lo que puede hallar nos habla sólo de los criminales que fueron apresados y encarcelados). ¿Cuán amplia debería ser una muestra para que los resultados obtenidos sean válidos? Veremos que la respuesta es algo anti-intuitiva. En primer lugar, lo importante es el *tamaño absoluto de la muestra*, no el tamaño de la muestra con relación al tamaño de la población (más adelante serán analizados algunos aspectos matemáticos involucrados). En segundo término, habitualmente el investigador tiene una mejor idea del tamaño necesario de la muestra *después* de que los datos han sido recogidos en lugar de *antes*. En tercer término, a mayor tamaño de la muestra, tanto mejor. Una muestra es recogida usualmente para efectuar algún tipo de inferencia estadística. Supongan que un funcionario debe calcular la cantidad promedio de monóxido de carbono descargada por día por automóvil en la ciudad de Buenos Aires. Los investigadores hacen una muestra de autos y de días. Supongan que hallan que la cantidad promedio de la muestra es de “30 mil toneladas anuales”. Conociendo (a) la variabilidad o heterogeneidad de la muestra, (b) el tamaño de la muestra, y (c) el nivel de confianza deseado por el investigador, los investigadores pueden luego hallar que el verdadero parámetro poblacional oscila entre “30 mil toneladas anuales” más o menos 8 mil toneladas, con 95% de confianza. Es decir, que existe un 95% de probabilidad de que la verdadera media poblacional caiga en algún punto comprendido entre 22 mil y 38 mil toneladas. Hasta este punto hemos visto cuestiones metodológicas vinculadas con la medición de una sola variable por vez, sin buscar vinculaciones entre una y otra. Pero es frecuente que uno esté interesado en asociar variables como en estos casos: ¿Qué tratamiento es más probable que cure una enfermedad? ¿Qué variables son las mejores predictoras de quién será bueno en la universidad, de quién hará el mejor entrenamiento deportivo, etc.? ¿Qué técnicas administrativas hacen que los trabajadores sean más productivos? ¿Qué políticas dan lugar al crecimiento económico? ¿Qué programas sociales es más probable que reduzcan el crimen? Esto nos conduce inevitablemente a analizar relaciones de causalidad. Cuando están dadas las condiciones mínimas que serán analizadas, puede discernirse una relación predictiva toda vez que haya alguna relación entre las variables. Las relaciones predictivas simples – relaciones de correlación o hallazgos que son el producto de estudios de observaciones – nos informan si una variable está asociada con otra, y de cuán fuerte es el margen de asociación existente. *No nos están informando que los cambios de una variable causen los de la otra*. Luego hablaremos de cómo establecer relaciones causales, que es una tarea más difícil. He aquí un ejemplo: Viendo que resulta más probable que los solteros cometan crímenes que los casados, un comentarista recomendó que la sociedad trate de casar a la mayor cantidad posible de gente a efectos de combatir el crimen y otros problemas que esta gente representa para la sociedad. Es más probable que sean solteros los que están enfermos, tienen menor ingreso, menor educación, y otros problemas. Pero la dirección causal puede ir también en sentido contrario. Por ejemplo, los criminales sufren más probablemente problemas de salud, pobreza, etc. y por consiguiente les resulta menos probable hallar compañeras para casarse, lo que conduce a una tasa más baja de matrimonios de ese grupo. Lo que es una relación predictiva puede ser descripto de forma más apropiada usando Análisis de Regresión, tema que es desarrollado en un capítulo posterior. Lo más importante que debe recordarse de lo que hemos visto hasta aquí es que *correlación no implica causa*. Empero, el primer paso para establecer una relación causal a menudo es extraer una inferencia causal de los datos de correlación. La ciencia no es algo mecánico ni mágico. Es un proceso de extraer inferencias de la evidencia disponible. Esta evidencia es generada por la investigación que emplea necesariamente elegir un método de

investigación. Como hemos advertido, un resultado es sólo tan bueno como los métodos que fueron utilizados para hallarlo. No existe una manera que resulte óptima para estudiar un fenómeno interesante. Cada elección metodológica implica intercambiar algo por otra cosa (un *trade-off*). Siempre la cuestión será si la metodología de investigación es la apropiada para las preguntas planteadas en el estudio, y si las conclusiones extraídas son justificables a la luz de los datos recolectados y lo que se sabe sobre los métodos de generación de los datos. La elección del método de investigación requiere pensar en forma cuidadosa, tanto de parte de los investigadores como de los consumidores de esa investigación. El propósito de este capítulo introductorio ha sido brindar una visión a vuelo de pájaro a los consumidores legales de investigación científica por medio de conceptos que facilitarán su apreciación crítica y detenida.

El capítulo XXIII (*Teoría Estadística*) es un capítulo central del tratado. La estadística incluye tres campos: métodos para 1) recopilar los datos; 2) analizarlos, y 3) obtener inferencias a partir de los mismos. La evaluación estadística es muy relevante en diversos casos, que van desde las leyes y regulaciones anti-monopolio hasta los derechos políticos de una población. Razonar en términos estadísticos puede resultar crucial para interpretar los test psicológicos, los estudios epidemiológicos, el tratamiento diferencial a los empleados de una empresa, y la toma de huellas dactilares de ADN, etc. Se analiza en primer término cuán admisibles y qué peso debería tener este tipo de estudios, los estudios estadísticos y los límites de la experiencia en la materia, así como cuáles son los procedimientos que pueden contribuir a otorgar mayor credibilidad al testimonio estadístico. Luego nos haremos la pregunta acerca de cómo fueron recopilados los datos, mientras que de seguido analizaremos las distintas formas en que éstos pueden ser presentados. A continuación se analizará qué inferencias pueden ser extraídas de los datos, lo cual nos conducirá a un análisis de los distintos estimadores, de sus errores estándar y de sus intervalos de confianza. A fin de obtener conclusiones sobre significación entraremos en el análisis de los  $p$ -valores. Recién entonces se hablará sobre los tests (o contrastes) de hipótesis y de las probabilidades posteriores. Finalmente, trataremos de introducirnos en el campo de los análisis de correlación, diagramas de dispersión, y de las líneas de regresión, intentando comprender los conceptos de pendiente y de ordenada al origen; lo cual nos abrirá el camino al dominio de modelos estadísticos ampliamente usados en ciencias sociales y litigios. Dejamos para un Apéndice una nota técnica sobre probabilidades e inferencia estadística, errores estándar, la función de distribución normal y los niveles de significación. Los estudios estadísticos bien diseñados pueden ser de gran ayuda en Derecho, y de hecho en US son admitidos por las *Reglas Federales de Evidencia*. La invalidez del *testimonio de oídas* pocas veces constituye una barrera para la presentación de un estudio estadístico, dado que estos estudios pueden ofrecerse para explicar la base de la formulación de un experto, o pueden ser admitidos bajo tratados de excepción de invalidez del testimonio de oídas. Asimismo, como muchos métodos estadísticos usados en los tribunales figuran en libros de texto y artículos de journals y pueden dar lugar a resultados útiles cuando son aplicados de modo cuidadoso y razonable, satisfacen en general aspectos importantes del requerimiento de “conocimiento científico” articulado en el caso *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc.* Naturalmente, un estudio en particular puede utilizar un método adecuado, pero tan mal aplicado que sea inadmisibile. También podría darse que el método no sea el adecuado para tratar el problema que debe encararse. Finalmente, el estudio puede descansar en datos que no sean confiables para los expertos estadísticos. Empero, frecuentemente la discusión no es tanto sobre la admisibilidad del estudio como sobre la importancia o suficiencia de la evidencia estadística. Veremos distintos procedimientos de recopilación de información y cómo conducirse con los problemas que plantean. En todo el capítulo se usarán citas de fallos judiciales de US que pueden servir para ilustrar los conceptos presentados. Conceptos básicos de la estadística como la media, el error estándar, la correlación, los diagramas de dispersión, y la línea de regresión deben ser bien analizados por el abogado para asegurarse de que no existan dudas sobre su interpretación. En clases prácticas habrá

ejemplos y ejercicios para desarrollar. Finalmente, se introducen las propiedades de la función normal, del concepto de nivel de significación estadística y un ejemplo aplicado en el campo de las ciencias sociales.<sup>1</sup>

Dentro del análisis estadístico, es necesario pasar ahora al capítulo XXIV (*Regresión Múltiple en los Tribunales*). Comenzamos analizando un problema que existe en la justicia norteamericana y también en la de América latina: existe lo que podría ser llamado un analfabetismo matemático-estadístico que lleva a confundir cuestiones de validez científica con relevancia lógica. Aquí se presenta una difícil situación: en los tribunales, pues el conocimiento científico debería informar sobre qué elección cabe hacer, pero abdicar a favor del hombre de ciencia es incompatible con la responsabilidad del juez de decidir sobre la ley aplicable. El déficit judicial crítico no es, empero, respecto de las ciencias en general, sino de las matemáticas. Hay demasiados jueces que no “hablan en términos matemáticos” ni entienden lo que esos números comunican. También fallan en apreciar el significado de que los resultados matemáticos no son una necesidad científica, sino consecuencia de juicios de valor específicos. En este contexto es útil repasar los conceptos de los errores de Tipo I y Tipo II. El capítulo tratará el análisis de regresión múltiple en casos presentados ante tribunales, ya que hoy la econometría involucra varios otros tópicos en los que no entraremos. Por ejemplo, en un caso en el que se alega discriminación sexual en el salario, un análisis de regresión múltiple examinaría no sólo el sexo, sino también otras variables de interés, como la educación y la experiencia. El empleador-defensor podría usar el análisis de regresión múltiple para sostener que el salario es función de la educación y experiencia del empleado – y el acusador podría sostener que el salario también es una función del sexo del individuo. Brindamos una amplia cobertura inicial al conocido caso U.S. v. Microsoft, que nos permite adentrarnos en un ejemplo en el que, además de intervenir conocidos econométristas, se percibe la vinculación entre diversos fenómenos económicos. Un primer problema abordado es la *especificación* del modelo que se intenta estimar. Éstos son términos que serán oportunamente definidos, en los cuales no puede estar ausente una hipótesis *a priori* sobre el fenómeno analizado. No hay tal cosa como un análisis estadístico libre de hipótesis. Ello entraña seleccionar a) la variable dependiente del análisis; b) las variables explicativas relevantes para la cuestión tratada; c) la forma funcional que mantienen las anteriores variables; d) el método de regresión múltiple a ser utilizado. Muchas veces los resultados obtenidos en un análisis de regresión múltiple no concuerdan con los esperados *a priori*. En este punto desempeñan un factor importante, entre otros factores, los tests estadísticos usados. El alumno debe conocer en detalle cuándo una regresión es significativa y cuándo no lo es. Otro aspecto importante es determinar si los resultados obtenidos son robustos, es decir si no se alteran en forma significativa (utilizando otra vez más la palabra mágica) si hay errores en las variables, en el modelo, en la medición de las variables, o si finalmente no existe suficiente evidencia de que las variables independientes causen cambios de la variable dependiente. Otro factor importante aquí es el grado de inter-correlación que podrían llegar a presentar las variables independientes. El paso siguiente es analizar cómo correspondería presentar los resultados de la evidencia estadística obtenida ante el tribunal, sabiendo que puede haber desacuerdo entre los expertos sobre los datos utilizados y sobre los procedimientos analíticos usados. Entre los temas vinculados, se halla el uso de *tablas estadísticas*, algunas de las cuales serán incluidas en el capítulo XXVI.

El capítulo XXV (*Complementos de Econometría*) es un desarrollo estándar de temas de econometría básica, en el que visualizamos los aspectos realmente fundamentales del análisis de regresión múltiple, mediante un ejemplo en el cual se busca interpretar los resultados de regresión y determinar el grado de precisión obtenida. El alumno de derecho deberá hacer un esfuerzo para

---

<sup>1</sup> Este capítulo será complementado en clase con ejercicios del libro de Robert M Lawless, Jennifer K. Robbennolt, & Thomas S. Ulen, *Empirical Methods in Law* (2010).

visualizar lo importante que constituye tener buena base estadística para comprender este capítulo. Como aplicación, se analizan los resultados de Ernesto Gaba y Lucio Reca de estimación de la demanda de carne vacuna en Argentina entre 1950 y 1972.

En el capítulo XXVI (*Tablas Estadísticas*) se ha optado por brindar al abogado las herramientas básicas para consultar tablas estadísticas y formular sus propios tests de hipótesis. Éste es un breve capítulo técnico, en el que se introducen las tablas de la distribución normal, la *t*-Student, la chi-cuadrado, y la F. Se intenta que el alumno llegue a manejar con cierta soltura algún software estadístico y de computación con el objeto de realizar algunos ejercicios prácticos.

Quedan muchos temas pendientes en un libro de esta naturaleza. Avanzar en la cuantificación de pérdidas y daños es uno de los temas no abordados. La etapa final del juicio, de resarcimiento o de compensación, cuando hay que “poner un número”, es más fácil en unos casos y más difícil en otros, siendo tal vez uno de los elementos más complejos el descuento de las pérdidas futuras. En este campo ha habido en los últimos años un avance considerable, llegándose a cuantificar imponderables como la salud y la vida humana. El tema no plantea ningún misterio, ya que la actitud de elección que realiza un individuo siempre involucra algún grado de riesgo. Mediante su medición probabilística, los economistas han logrado acotar el valor de estos elementos valiosos e imponderables dentro de ciertos límites.<sup>2</sup> Las pérdidas podrían ser clasificadas según afecten a) al individuo; b) a la propiedad intelectual; c) al mercado, por la formación de monopolios; d) a los mercados financieros, cuando el daño producido provenga de una falla de revelar información adversa sobre una empresa cuyos títulos son cotizados en forma pública, un tópico propio de la teoría de las finanzas. Todo esto nos conduciría al mecanismo de liquidación de los daños producidos. Los interesados en aplicaciones ulteriores en los campos de la epidemiología, toxicología, ingeniería, medicina u otros pueden consultar en el libro referencias adicionales.

Concluyo esta introducción reiterando que el objetivo del libro no es convertirlos en estadísticos o filósofos científicos, pero que consideraré que el mismo ha sido exitoso si ustedes se transforman en usuarios competentes de estas técnicas, y en lectores audaces de artículos y libros que las utilicen.

---

<sup>2</sup> En materia de resarcimiento o compensación, recomiendo el capítulo XXX, Economía de la Educación y de la Salud, de mi Tratado de Microeconomía, 2009. <http://ebour.com.ar/advmicro/XXX-ECONOMIA%20DE%20LA%20EDUCACION%20Y%20DE%20LA%20SALUD.pdf>; Robert A. Hillman, Limits of Behavioral Decision Theory in Legal Analysis: The Case of Liquidated Damages, 85 Cornell L. Rev. 717 (1999-2000). [http://ebour.com.ar/index.php?option=com\\_weblinks&task=view&id=18252&Itemid=0](http://ebour.com.ar/index.php?option=com_weblinks&task=view&id=18252&Itemid=0); Louis Kaplow and Steven Shavell, Accuracy in the Assessment of Damages, J. Law and Ec., Vol. 39, No. 1 (Apr., 1996), pp. 191-210. [http://ebour.com.ar/index.php?option=com\\_weblinks&task=view&id=15973&Itemid=0](http://ebour.com.ar/index.php?option=com_weblinks&task=view&id=15973&Itemid=0); Joseph Goldberg, Ragesh K. Tangri, Richard T. Rapp, and Lara Dolnik. Proving and Disputing Damages at the Trial of an Antitrust Case, 56th Antitrust Law Spring Meeting, Amer. Bar Ass., Washington, DC, March 26, 2008. [http://ebour.com.ar/index.php?option=com\\_weblinks&task=view&id=13713&Itemid=0](http://ebour.com.ar/index.php?option=com_weblinks&task=view&id=13713&Itemid=0)