

REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA ESTADISTICA EN EL SIGLO XXI

Dra. Estela Bee Dagum¹

Buenas tardes señoras y señores profesores, estudiantes, damas y caballeros.

Deseo expresar mi gratitud y el honor de recibir el distinguido grado de Profesora Honoraria que hoy me otorga esta prestigiosa y antigua Universidad Nacional de Córdoba.

En particular, quiero agradecer muy especialmente a la Señora Rectora, Doctora Carolina Scotto, a mis colegas y queridos amigos, la Vicerrectora Electa Doctora Hebe Goldenhersch y al Doctor Roberto Giuliadori, al Decano de la Facultad de Ciencias Económicas Doctor Alfredo Blanco y a la Secretaria de Ciencias y Técnica, Doctora Margarita Díaz.

Permítanme recordar con profunda emoción y agradecimiento, el apoyo incondicional, pleno de amor, de mis padres y hermanos, de mi esposo y distinguido hombre de ciencias el Profesor Doctor Camilo Dagum , de mis tres hijos, Alejandro, Pablo y Leonardo y todos mis nietos. Todos ellos me dieron y continúan dándome inspiración, fuerza y vigor, esperanza, paciencia y perseverancia, cualidades que me han ayudado a forjar mi carácter y mi temperamento a través de los años.

¹ Discurso pronunciado en el otorgamiento del distinguido grado de Profesora Honoraria de la Universidad Nacional de Córdoba el 9 de abril de 2010

También recuerdo con gratitud a numerosos distinguidos colegas y grandes Maestros, entre ellos, a Oskar Morgenstern, Francois Perroux, Hermann Wold, Italo Scardovi, Arnold Zellner y Janet Norwood, quienes me estimularon y me apoyaron en mis proyectos con diálogos constructivos y su siempre leal amistad.

Finalmente, recuerdo muy especialmente a mis ex estudiantes, quienes me honraron no solamente como tales sino también a través de sus actividades profesionales y académicas.

Pienso que la estadística será una ciencia de grandes implicaciones para este siglo XXI , por lo tanto quisiera hablar nuevamente, pues ya lo he hecho en el pasado, sobre la didáctica de esta ciencia, opiniones que considero también validas para otras ciencias, sobre todo las sociales, incluida allí la ciencia económica.

En un mundo donde los recursos se vuelven cada vez mas limitados con el creciente aumento de la población, donde la presencia de hechos poco previsibles es cada vez mas frecuente, donde la información tecnológica y habilidad de diseminar información a nivel internacional se ha vuelto muy rápida, es imperativo desarrollar nuevas investigaciones estadísticas, nuevos modelos, que puedan ser utilizados para reducir la incertidumbre, el riesgo, y favorecer la toma de las decisiones mas apropiadas.

Mis reflexiones sobre una enseñanza eficaz de la estadística conciernen tres aspectos: primero, el tipo de universidad donde se impartirá la enseñanza, segundo, la didáctica más adecuada y tercero, la importancia de inculcar en el estudiante el ‘razonamiento estadístico’ basado en la ‘lógica probabilística’.

UNIVERSIDAD Y DOCENCIA

La universidad es la institución en la cual se logra el más alto nivel de educación de una sociedad. La única institución universitaria en la que creo es posible una enseñanza eficaz de toda ciencia y, en particular la de

la estadística, es aquella en la que se vean igualmente favorecidos, la investigación científica y la docencia. Estas dos tareas de la universidad deben ser llevadas a cabo simultáneamente y en forma interactiva. La importancia del desarrollo simultáneo de la investigación y la enseñanza han preocupado a distinguidos docentes y hombres de ciencias desde hace varios años. Ya en 1988, en su discurso titulado “Universidad, Economía y Sociedad”, en ocasión del grado de Doctor Honoris Causa, otorgado por esta casa, el economista y estadístico Camilo Dagum, enunció las tres importantes misiones de la universidad: la primera, ‘creación’ del conocimiento científico, la segunda, ‘transmisión’ del conocimiento y la tercera, ‘misión social’ o de servicio al pueblo para la realización del bienestar, el progreso y la justicia social, todo ello dentro de la libertad.

En el año 2000, las misiones de creación y de transmisión del conocimiento científico fueron consideradas fundamentales para la enseñanza universitaria en el informe de la Comisión Boyer, titulado ‘Reinventing Undergraduate Education’.

El llamado “blueprint” de esta Comisión, que lleva el nombre en memoria del gran educador norteamericano Ernest L. Boyer, ex Rector de la State University of New York, concluyó que aún las famosas universidades norteamericanas, llamadas de “investigación”, habían fracasado en la enseñanza de sus estudiantes de primer ciclo o primer grado universitario (undergraduate).

Hoy en día, son muy pocas las universidades existentes en todo el mundo que satisfacen **simultáneamente** las funciones de investigación y de enseñanza y en **forma equilibrada**.

El informe de la comisión señaló que las universidades llamadas de ‘investigación’ descuidaron tanto la formación del estudiante como el proceso de adquisición del conocimiento. Todo joven universitario, sostuvo la comisión, tiene el derecho a una educación que al tiempo que lo capacita para su carrera, le desarrolla un espíritu y un enfoque inquisitivo, el de la duda científica, el interrogarse, lo que Nicholaas Tinbergen en su discurso en ocasión de recibir el premio Nóbel en medicina en 1973, llamó ‘wondering’.

El mejor modo de preparar al estudiante para cualquiera sea lo que decida hacer después de su graduación, ya sea trabajar en su profesión o seguir estudios de postgrado, está en haber desarrollado en el mismo, tanto la cualidad de la observación como la de la duda científica.

Las universidades llamadas de “investigación” fueron inspiradas en la concepción de las universidades alemanas del siglo XIX, definidas como instituciones dedicadas al progreso científico.

En un país como los Estados Unidos, fascinado por el descubrimiento y la expansión, la misión de creación del conocimiento fue prioritaria y, con el transcurso del tiempo, terminó por obscurecer la antigua función colegial de tradición inglesa. Esta última se dedicaba a la formación de jóvenes para ministerios, altos funcionarios públicos y en general, para la formación de ciudadanos de altos valores cívicos y morales.

Con el transcurso del tiempo, en las nuevas universidades de investigación, la investigación y la enseñanza terminaron por moverse en dos planos diferentes, el primero fue considerado una fuente de satisfacciones, mientras que el segundo fue visto como un sacrificio necesario a fin de mantener la viabilidad existencial de la institución.

La universidad de tipo colegial fue la preponderante en Inglaterra, Francia, Italia, España y Portugal y se transmitió a América Latina hasta fines del siglo XX. Pero la enseñanza sola, no acompañada por la investigación, fue cada vez menos eficaz para responder a las necesidades de su tiempo histórico. Esto debido principalmente a que este tipo de institución universitaria no propulsó ni aún menos premió la investigación científica, lo que es un requisito esencial para evitar una enseñanza rutinaria, anquilosada, que termina por ser socialmente estéril.

Para propulsar simultáneamente la creación del conocimiento y su transmisión, ambos tipos de universidad, la de investigación y la de tipo colegial, deben estar dispuestas a romper con las tradiciones que han gobernado su financiamiento así como también la asignación de sus presupuestos, a fin de pensar creativamente en los nuevos objetivos a alcanzar y los instrumentos necesarios para la realización de estos objetivos. Será necesario cambiar la cultura del cuerpo docente y romper con el viejo debate de enseñanza versus investigación y dar una nueva definición de “Maestro”. Este mundo, como todos los sabemos cambia vertiginosamente y es obligación de la universidad no solo responder a estos cambios sino anticiparse a los mismos.

La universidad es el centro generador del liderazgo. Sus jóvenes estudiantes, debidamente instruidos para las necesidades de este tercer milenio serán llamados como líderes para hacer frente a nuevas necesidades mientras el mundo se seguirá transformando.

Como comunidad de “aprendices”, sean profesores o estudiantes, todos los miembros de esta comunidad que es la universidad, deben compartir los objetivos de una transmisión eficiente del conocimiento científico y de su creación a través de la investigación a fin de que todos ellos puedan considerarse partes integrantes de un todo.

Solo en una universidad donde las misiones de creación y de transmisión del conocimiento sean igualmente reconocidas y cumplidas, podrán llevarse a cabo eficientemente los nuevos planes de enseñanza, los nuevos contenidos de las materias y nuevas formas didácticas.

LA DIDACTICA DE LA ESTADISTICA

La estadística es un método del conocimiento científico que se ocupa de la inferencia de fenómenos desconocidos bajo condiciones de incertidumbre y con información incompleta. La estadística es el método científico para la búsqueda de lo invariante que emerge dentro de la variabilidad. El azar, lo aleatorio, no es simplemente una incertidumbre subjetiva como ha sido vista en el pasado, sino también una indeterminación objetiva.

La estadística no puede ser enseñada por medio de lecciones magistrales, bajo la forma de monólogo, donde el estudiante es el sujeto pasivo. La enseñanza de la estadística debe ser predominantemente un diálogo entre el profesor y el estudiante, debe ser necesariamente interactiva.

El modo en que visualizo el buen aprendizaje de la estadística como un método científico, es vía el “hacer haciendo”, “escribir” y “hablar”. Todo ello implica que en su aprendizaje, el estudiante debe estar expuesto a datos de casos reales, debe aprender a utilizar objetivamente instrumentos de cálculos avanzados así como los de laboratorio, analizar críticamente los resultados obtenidos, presentarlos por escrito y discutirlos oralmente en forma articulada.

Reconozco la gran contribución de la tecnología en el desarrollo del método estadístico y cómo ha facilitado la tarea de los estadísticos, volviéndola más sencilla y más eficiente, pero siempre insisto a mis estudiantes el evitar un uso “ciego”. Particularmente, creo que una de las misiones fundamentales del profesor es instruir al estudiante para el

análisis crítico. No aceptar resultados simplemente porque están de “acuerdo con los datos”, o nuestras expectativas, o porque han sido obtenidos con “un modelo considerado estadísticamente bueno”.

Forma parte de una buena didáctica para toda ciencia en general, y la estadística, en particular, la **motivación del estudiante**. Para ello las lecciones deben ser interesantes y de fácil comprensión. Conceptos básicos abstractos y complejos, deben ir acompañados de ilustraciones con ejemplos de la vida, analogías y anécdotas. Esta es la didáctica que he empleado para enseñar mi curso sobre Análisis de las Series Temporales en la Facultad de Ciencias Estadísticas de la Universidad de Bologna, desde 1994. Una vez que he dado rigurosamente los conceptos científicos básicos, tales los de procesos estocásticos, modelos estocásticos lineales y no lineales, descomposición de las series temporales, los estudiantes deben familiarizarse con los métodos adecuados de cálculo y con series reales. Deben identificar y estimar modelos para las mismas, estudiar sus propiedades estadísticas, predecir valores futuros y proceder a la descomposición temporal de las series en variables latentes, no directamente observables como la tendencia, el ciclo económico y el de los negocios, la estacionalidad y componente irregular.

Otro aspecto fundamental de la didáctica es el desarrollar en el estudiante la capacidad para el análisis crítico. Por ejemplo, cuando se trata de modelizar las series temporales, es necesario encontrar el proceso estocástico generador de los datos de los cuales solo tenemos una única serie de observaciones. Pero aquí tiene enorme importancia el nivel de agregación de los datos. Cuando los datos disponibles son anuales y la serie es relativamente corta, digamos 30 años, los modelos identificados son preponderantemente los llamados estocásticos lineales con distribución de probabilidad normal y, por supuesto, no tienen en consideración fluctuaciones como las de tipo estacional o debida a otras variaciones como a la composición de nuestro calendario. En cambio, si para la misma serie tenemos datos trimestrales, es necesario identificar la presencia de las variaciones estacionales y si son mensuales, las de las variaciones estacionales conjuntamente con las debidas a nuestro calendario. Los modelos siguen generalmente siendo estocásticos lineales y gaussianos o al menos, con una distribución de probabilidad que converge a la normal. Sin embargo, cuando el mismo fenómeno se observa

a intervalos de tiempo mas frecuentes, digamos, diario u horario, el proceso estocástico generador identificado frecuentemente cambia de lineal a no-lineal. Mas aun, dentro del gran numero de modelos no lineales posibles, con frecuencia es difícil concluir que tipo de no linealidad es la dominante, es estocástica, o caótica determinística o es mixta.

En todo análisis crítico de los resultados, la pregunta pertinente para nuestro ejemplo es: ¿cual es realmente el proceso generador de nuestro fenómeno? y ¿cómo influye en su identificación, el nivel de agregación temporal de los datos?

El estudiante no puede ignorar la importancia que la frecuencia temporal de las observaciones tiene en la identificación del proceso generador de los datos. El estudiante debe definitivamente lograr la capacidad de analizar con sentido crítico y curiosidad científica.

Será necesario desdecir a Albert Einstein cuando sostenía refiriéndose a la forma de enseñanza de su tiempo que “es un milagro que la curiosidad sobreviva a la educación formal”.

EL RAZONAMIENTO ESTADISTICO

Quiero finalizar mis reflexiones sobre la enseñanza de la estadística con algunas palabras sobre el ‘razonamiento estadístico’ el cual usa la “lógica probabilística”. La lógica probabilística es con frecuencia ignorada, excepto en los cursos de probabilidad y de inferencia estadística, pero en ellos tienden a ser tratados confusamente y la esencia misma del tema es oscurecida por el profuso uso de las matemáticas.

En la lógica probabilística, ninguna proposición puede ser comprobada o rechazada con certeza, sólo con un nivel de significación preestablecido. Esto es contrario a la ‘lógica formal’, que es una lógica bivalente por la cual toda proposición se acepta o se rechaza. Este es el paradigma metodológico de las matemáticas y la física clásica.

Los primeros en conceptualizar el problema clásico de control de hipótesis en el experimento estadístico fueron Karl Pearson y William Gosset

(conocido como Student) pero se debe a Ronald Fisher el haber propuesto un criterio estadístico de elección en su 'teoría de significación' entendida como el rechazo de una 'única hipótesis', la de completa aleatoriedad del resultado experimental.

El paso de la lógica de lo 'cierto', a la de lo 'probable' excluye la causalidad determinista. No se acepta la llamada hipótesis nula, H_0 , de completa aleatoriedad cuando el valor empírico observado se sitúa en el intervalo de la variable a la cual corresponde una probabilidad muy baja como para sospechar la intervención de hechos o causas extrañas a la H_0 .

Posteriormente, Jerzy Neyman y Egon Pearson propusieron reglas del comportamiento inductivo. Ellos retuvieron lícito 'rechazar' la hipótesis nula solo si otra hipótesis, la alternativa, comparada por medio de la verosimilitud, prevalecía, reduciendo el riesgo de rechazar desproporcionadamente (error de tipo I) o de aceptar desproporcionadamente (error de tipo II).

En su crítica sobre el 'determinismo causal' que dominó el desarrollo de las ciencias por varios siglos, David Hume en su "Investigación sobre el entendimiento humano" de 1758, fue uno de los primeros en plantear el problema de la inducción en la ciencia. Sostuvo que todos los objetos de la razón pueden dividirse en dos clases, la de las ideas y la de los eventos realizados o casos. En cuestiones de eventos, escribió, "debemos abandonar toda pretensión de certitud. Lo contrario a un evento realizado es siempre posible. Y con esto Hume eliminó el uso del ejemplo contrafactual que era utilizado y aún a veces se utiliza, para invalidar hipótesis y teorías en las ciencias factuales.

Contra toda posición de tipo inductiva y probabilística y contra todo evento numerable y verificable, Karl Popper se opuso en su obra "La lógica del Descubrimiento Científico" (1934). Popper erróneamente sostuvo que no existen ni una inducción psicológica ni una inducción lógica. De los datos empíricos solo se puede hacer inferencia sobre la 'falsedad' de una teoría y esto es inferencia deductiva.

Popper fue definitivamente prisionero del paradigma del determinismo, según el cual 'los acontecimientos futuros ocurrirán como una

consecuencia necesaria de lo que es y ha sido, del presente y el pasado; de una ley universal. En la estadística, el determinismo estricto es destruido, lo 'posible' reemplaza a lo 'necesario' y lo 'probable' a lo 'definitivo'.

En la literatura epistemológica moderna, el conocimiento científico tiene la tarea de describir, explicar y predecir eventos. Poco se ha discutido, sin embargo sobre la propiedad del conocimiento científico para la predicción, el énfasis ha sido siempre puesto en la descripción y explicación.

El distinguido filósofo de la ciencias y estadístico Italo Scardovi (1999) escribe al respecto:” es necesario distinguir (y esto no se encuentra en la literatura epistemológica) entre predicción cuando es ‘anticipación de experiencia’ es decir de una realidad conocida y predicción cuando es ‘anticipación del futuro’ es decir de algo que vendrá. En el primer caso, la predicción es la proyección de conocimientos conocidos usando la deducción a partir de un conjunto de leyes, anticipación de un ‘explanandum’ el cual ya existe si bien no ha sido observado. En el segundo caso, la predicción equivale a ‘visualizar’ una “realidad” que aun no existe.

La pluralidad de posibles futuras alternativas es Darwiniana, lo aleatorio es intrínscico al fenómeno y cambia con el tiempo. Como escribiera Borges, a todo presente le corresponde un número infinito de futuros posibles.

Debemos distinguir entre la incertidumbre de un evento donde la probabilidad es consecuencia de la falta de observación sobre los datos o condiciones iniciales, de aquella incertidumbre de un evento cuya realización no depende de las condiciones iniciales. Esta última es una realidad que es variable y la imposibilidad de previsión es inmanente al resultado.

El rol de la estadística como método científico está fuertemente condicionado a los paradigmas dominantes de las diferentes ciencias. En la física clásica, la del macrocosmo dentro de la geometría de la relatividad general, el azar es simplemente la limitación de la mente humana, mientras que en la biología y la genética de Darwin-Mendel, lo aleatorio es intrínscico al fenómeno, cambia con el tiempo y la necesidad.

En todo paradigma teleológico (finalista) es el futuro que determina el presente y el pasado; en el paradigma causal clásico, es el pasado que determina el presente y este a su vez el futuro, en el paradigma estadístico, el presente es compatible con múltiples futuros y el enlace entre el pasado y el futuro es mediado por el azar. No se predicen acontecimientos, solo sus probabilidades de presentación.

El ejemplo mas ilustrativo de imposibilidad de previsión es la divergencia exponencial dinámica del problema de los tres cuerpos de Poincaré en su obra “La science et l’hypothese” (1902) que fue retomada por Lorenz en su obra sobre el determinismo caótico. Tesis similares se encuentran en “From Being to Becoming “ de Ilya Prigogine (1978) y en “Chaotic Revolution” de David Ruelle (1987).

En su libro de 1997, *The End of Certainty*, Prigogine sostuvo que el determinismo no era ya mas una hipótesis científica viable. Cuanto más conocemos de nuestro universo, se vuelve más difícil aceptar el determinismo. De acuerdo con Prigogine, el determinismo pierde su poder explicativo frente a la irreversibilidad y la inestabilidad. El ubica la disputa sobre el determinismo, a la época de Darwin quien intento explicar la variabilidad individual de acuerdo a poblaciones evolutivas e inspiró a Boltzman para explicar el comportamiento de los gases en términos de poblaciones de partículas más que de partículas individuales. Esto generó la estadística mecánica y la realización de que los gases sufren procesos irreversibles. En el determinismo físico, todos los procesos son temporalmente reversibles, significando que ellos pueden proceder hacia atrás como hacia delante en el tiempo. Como lo dice Prigogine, el determinismo es la negación de la “flecha del tiempo”. Sin “flecha del tiempo” no existe más un momento privilegiado llamado “presente” el cual sigue a un determinado “pasado” y precede a un indeterminado “futuro”. Todo lo concerniente al tiempo es dado, con un futuro determinado o indeterminado como el pasado.

Dominados por el paradigma determinista de la física clásica, Einstein , Schroendiger, de Broglie y hasta el mismo Planck, el padre de la física cuántica, vieron erróneamente al azar como una convención necesaria hasta tanto se pudiera avanzar con el conocimiento científico y descifrar las ‘variables ocultas’. Lo mismo ocurrió en las ciencias sociales,

especialmente en la econometría, donde la componente de error o disturbio fue introducida de modo tal que no influenciara el comportamiento temporal del fenómeno pero simplemente recogiera los errores de medida o de una marginalmente incorrecta especificación del modelo.

Por el otro lado, influenciados por la realidad de los fenómenos que observaban, Heisenberg, Born, Pauli, Bohn vieron lo aleatorio como el ‘punto de no retorno’.

La caída del determinismo forzó a los científicos a pensar sobre la naturaleza de lo aleatorio, de lo debido al azar, llevando a Poincare a preguntarse si el azar era algo realmente diferente de nuestra ignorancia. Monod en “L’azar et la nécessité” (1970) ve al azar como un elemento de disturbio dentro de un mecanismo repetitivo, es un azar que perturbando el orden, salva la especie. Dobhansky sostendrá que el azar colabora con la necesidad y que la evolución biológica sigue un camino no lineal y no predeterminado.

Todo razonamiento científico busca la verdad. La predicción puede incluso llegar a ser un acto ‘divino’ pero no puede ser justificada por el juego de Pascal quien escribió que es siempre útil creer en Dios; si existe es beneficioso y si no existe, no perdemos nada. El razonamiento de Pascal no es científico sino utilitarista, así la utilidad se vuelve superior a la verdad, y la decisión sobre la inducción.

La enseñanza de la estadística no será completa si un estudiante al fin de su carrera no ha aprendido a discernir entre la estadística como un conjunto de técnicas, como ‘modus operandi’ y la estadística como el método interpretativo de una realidad científica, o sea la estadística como ‘modus intelligendi’.

En consecuencia, todo estudiante debe tener bien claro que la estadística es el código metodológico interpretativo de todas las ciencias basadas en el indeterminismo. Ciencias como la economía que pretende explicar las acciones del hombre como sujeto económico-social, la biología evolucionista que se basa en grandes ‘poblaciones’ para estudiar sus propiedades intrínsecas, como la termodinámica donde se observan eventos que se separan del individualismo necesario, como la mecánica cuántica

donde los fenómenos de conjunto juegan con el azar y la necesidad.

Quisiera terminar con las palabras del gran futurista y escritor Alvin Toffler quien escribió en *Rethinking the Future* (1997) “El iliterato del siglo XXI no sera el que no puede leer y escribir, sino el que no puede aprender, desaprender y reaprender”.

Gracias.
