

El teorema de Bayes junto al gato de Schrödinger

JORGE C. TRAININI

Simplemente los hechos, ocurren. Ese antes y después -asimetría del suceso- ya había sido definido por Aristóteles para referirse al tiempo.

Esta rotura de simetría que establece un suceso, a nivel humano presenta características no sólo de índole del mundo físico, sino también consecuencias derivadas de su mente y que denominamos psicológicas. El hecho que ocurre establece un solo pasado pero tiene varios futuros posibles. Desde esta visión ha sido fundamental para el hombre establecer límites con el fin de encoger el espectro de los futuros a unos pocos, o sencillamente a uno. En el derrotero hacia esta posibilidad durante el siglo XX surgió una confrontación ideológica entre teorías deterministas (mecánica clásica) e indeterministas (teoría cuántica), las cuales no compitieron únicamente en el marco de lo predecible, sino que llevaban inexorablemente a mediar sobre la libertad humana, la cual se consideraba restringida en el marco del determinismo e irrestricta en el indeterminismo. La ciencia física macroscópica parece responder mejor al determinismo, mientras que los procesos biológicos, lo microscópico o el mundo subatómico se inclinan por lo aleatorio. (1)

El determinismo representa a nivel humano la necesidad de avizorar un solo futuro y no un abanico de ellos. La aparición de la mecánica estadística de Boltzmann tuvo como fin establecer frecuencias de sucesos para llenar las incertidumbres que también presentaba el determinismo. Lo aleatorio llevó a la posibilidad. Se necesitaba desentrañar si el azar es un déficit de conocimiento o está sumido a lo intrínseco de la propia naturaleza. La mecánica clásica con la probabilidad sustituyó sus fallas donde no podía predecir, como asimismo se comprendió que era posible llegar al caos a través del determinismo. Pero surgen dificultades plausibles si la probabilidad se aplica a un único sistema. Sólo tiene sentido aplicarla a un conjunto de muchas copias del sistema. (2)

En este punto es donde lo biológico, a nivel de la enfermedad -el factor humano- colisiona con la realidad física. Sencillamente porque introduce la conciencia. Y ésta limita la probabilidad por dos mecanismos:

a) La conciencia pasa a ser parte del experimento, o lo observado.

b) A nivel médico puede inducir la posibilidad en vez de la causa, ejerciendo ruptura a nivel del "ars médico" hipocrático-antropológico.

Lo predictivo *a priori* que establece la decisión estadística bayesiana puede pasar a comportarse a nivel del caso individual con características deterministas legislando para todos y soslayando lo que se halla fue-

ra de la probabilidad. Concepto éste que a nivel humano lleva la connotación de inmiscuirse sobre el libre albedrío. Es como el 40% de probabilidad de lluvia. Nosotros observamos y vemos si ha llovido o no. El sistema adopta la posibilidad de frecuencias como la razón del número de casos favorables respecto del número posible.

Aquí debemos mencionar el teorema del matemático austriaco Kurt Gödel (1931) que dice esencialmente que incluso los sistemas formalizados consistentes, que contienen la aritmética, siempre son incompletos. A este enfoque en los años siguientes se agregaron los teoremas de Turing, Church y Tarski, los cuales demostraron con una lógica más profunda la postura de Gödel. Estas deducciones comprobaron que el ideal de un método deductivo, axiomático, completo y sin ambigüedad no es posible.

Se debe estar alerta en predecir *a priori* con el teorema de Bayes con cierta probabilidad porque nuestra información no es suficiente (carácter indeterminista), pero luego lo consideramos grupal soslayando al ser y a la libertad individual (carácter determinista). En este momento la teoría más actualizada es la cuántica y ella establece predicciones probabilísticas, pero a nivel médico desconoce la trascendencia individual del hombre enfermo. Y éste es un enfoque que si no se analiza con equilibrio en la propia limitación de la información, puede incurrir en los vicios socio-económico-políticos de los que suele tomar ventaja el hombre en detrimento de la sociedad.

Esta tendencia nos lleva a considerar la famosa paradoja del gato de Schrödinger. En el origen de la probabilidad está el acto de observación, pero esta referencia a la observación conduce a dificultades conceptuales. Edwin Schrödinger trataba de cuestionar la mecánica cuántica, de mostrar que ella no puede dar cuenta de lo que se nos impone como suceso intrínseco, independiente de cualquier toma de medida. El gato de Schrödinger está encerrado en una caja opaca. Junto a él yace un átomo inestable, cuyos fragmentos en el momento en que este átomo se desintegre liberarán un martillo que hará estallar una ampolla que contiene un veneno mortal. La función correspondiente al átomo inestable debe representarse como núcleo intacto/núcleo desintegrado, entonces el gato también tiene dos posibilidades: gato vivo/gato muerto. Sólo en el instante en que abramos la caja y se produzca el paso de la amplitud de probabilidad a la probabilidad propiamente dicha estamos autorizados a decir si el gato está vivo o se halla muerto.

Esto nos da idea de la noción de medida en mecánica cuántica, en este caso aplicado a un hecho biológico. La probabilidad se ha hecho certidumbre sólo al abrir la caja y comprobar al desdichado gato. El uso de frecuencia de sucesos *a priori* no tiene a nivel individual respuestas adecuadas ni seguras.

A nivel de la medicina antropológica el contrato se realiza con la conciencia individual del hombre enfermo, y este arte médico no puede ser sustituido por ninguna probabilidad por el riesgo que implica. Si este riesgo no es controlado puede precipitar un caos. El carácter docente sobre estos aspectos “humanos” en la decisión bayesiana por lo tanto es fundamental. Para la prevención y la profilaxis de las enfermedades representa una buena perspectiva englobar al mayor número dentro de la probabilidad. A nivel diagnóstico y terapéutico, la respuesta individual encierra otros riesgos y responsabilidades. No es conveniente que al definir la probabilidad abandonemos la certidumbre. ¿ Esto es admisible en medicina individual?

La metodología científica encadena pasos sucesivos de realidad, inteligibilidad y dialéctica. El último eslabón incluye una dosis de creencia y lingüística que suele confrontar con la investigación amortiguando la inteligibilidad del proceso. De ahí el valor de la mecánica cuántica en su concepto de que el observador es participante del hecho estudiado. Quizá debamos meditar en “medicina basada en la evidencia” en esta última palabra. Ella representa “demostrar con claridad” y esta etimología la vuelve autoritaria a nivel de la probabilidad con el fin de legislar sobre el dolor humano. Una alternativa sería considerar la decisión bayesiana a nivel médico con las palabras “medicina basada en la probabilidad”, ya que la experiencia no es necesariamente “evidente”. Sería menos suntuoso, pero más claro y docente. El concepto de enfermedad subjetiva no puede ser el de la física. Y el concepto físico no puede sustentarse en lo subjetivo, en el ser humano enfermo.

El accidente o azar individual en lo humano-biológico no puede ampararse como concepto físico-científico. Aquí aparece el “demonio” de Laplace como insuficiencia de conocimiento. La probabilidad lo sustituye, pero en el “arte médico” se hace indispensable la postura individual ante el paciente. Éste es su pilar antropológico.

En el quehacer médico hay leyes, pero también contingencias legislando sobre conciencias humanas en un mundo razonablemente indeterminista, lo cual preserva la libertad del enfermo y del facultativo.

El teorema de Bayes no deja de ser paradójico. Mientras el sistema evoluciona sin ser observado lo hace de forma determinista, si por el contrario es observado individualmente entonces deja de ser determinista; y si consideramos el sistema más el ob-

servador como un nuevo sistema obedece a la ecuación de Schrödinger y se vuelve determinista.

La introducción de la decisión médica nos lleva a la probabilidad subjetiva. Si en los procesos biológicos se incluye el concepto de decisión -lo que se adopta no es un determinismo práctico sino un indeterminismo fundamental- que necesita compromiso para elucarlo y no encerrarse en un determinismo absoluto para preservar la creencia y la dialéctica. La medicina de hoy no se puede situar en los procesos puramente deterministas ni tampoco en los puramente aleatorios. Al azar debe dársele sentido cuantitativo, pero adaptando el intelecto a las conciencias individuales que estamos observando, al factor humano. (3)

El mundo es pluralista y lleno de posibilidades. Los conceptos probabilísticos están insertos en la ciencia. Quizá sea un defecto de la metodología, pero resulta difícil no usar de ellos para dar cuenta de la descripción continua de la materia. ¿Pero sirven para la decisión en términos individuales del tratamiento del dolor humano? El teorema de Bayes no se puede evadir del hecho de que una teoría es un modelo matemático más una interpretación física. Las inestabilidades llevan a la probabilidad, pero éstas no pueden anular el hecho de que inevitablemente el médico debe pasar de la descripción de columnas de trayectorias globales a descripciones de trayectorias individuales.

El médico se sitúa aquí en una encrucijada llamada “puntos de bifurcación”. Entre la experiencia íntima y los fenómenos calculables. En este “punto de bifurcación” puede evolucionar hacia regímenes de comportamiento estable basado en la adquisición de un mejor conocimiento.

Las leyes probabilísticas no son todavía suficientes en medicina. Para los sistemas inestables como los biológicos hay un horizonte temporal más allá del cual éste es impredecible (probabilidad). Limitación de la noción de trayectoria que el médico debe enjuiciar para analizar a su enfermo más allá de esa trayectoria.

En ciencia queremos saber si algo es verdad o falso. Y este planteo está lleno de limitaciones. El hombre, al pensar con su propio cerebro, queda sujeto al teorema de Gödel. Nunca podremos comprender plenamente nuestra conciencia al no ser capaces de salir de nuestra propia mente. Por el momento mientras nos aprovechamos de la probabilidad para acercarnos a la verdad, no desestimemos en colocar el teorema de Bayes junto al gato de Schrödinger en la soledad del consultorio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Trainini JC. Hacia la necesidad de un nuevo paradigma médico. *Rev Argent Cardiol* 2003;71:439-45.
2. Prigogine I. *¿Tan sólo ilusión?* Barcelona: Tusquets ED; 1988. p. 10.
3. Eigen M. Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules. *Naturwissenschaften* 1971;56:465-74.