

Ciencia y devenir

El Argumento del Juicio Final

Por Guillermo Mattei
gmattei@df.uba.ar

¿Es posible estimar cuántos años más perdurará la especie humana, el predominio imperial de una nación, un monopolio periodístico, una obra de teatro o nuestra relación de pareja? Un astrólogo diría que sí, sin dudar; un científico también, dudando de manera crítica.

Los egipcios predecían la crecida del Nilo observando la posición de la estrella Sirio. El griego Tales anunció el eclipse del 28 de mayo de 585 a.C. En 1705, Edmund Halley anticipó, usando las leyes de Newton, que el cometa visto en 1682 volvería a pasar en 1758. A principios del Siglo XX, Einstein corrigió la predicción que de la órbita de Mercurio hacía la teoría de la gravitación newtoniana. El choque contra Júpiter del cometa

Shoemaker-Levy, en 1994, se supo un año antes. ¿Cómo anda la ciencia prediciendo el futuro? Bien, pero te cuento.

El mito de Casandra

En su libro “Los viajes en el tiempo”, el renombrado astrofísico de la Universidad de Princeton (Estados Unidos) Richard Gott, apela a la analogía mitológica de Apolo confiéndole a Casandra el don de la profecía

y, a la vez, a sus seguidores, la incredulidad para bosquejar el complejo mundo de la predicción científica. Por un lado, las leyes cuánticas de la microfísica invalidando un previsible Universo de relojería e imponiendo un determinismo probabilístico. Por el otro, la inestabilidad caótica de los llamados “sistemas dinámicos” —como las órbitas planetarias a muy largo plazo o el pronóstico meteorológico a unos pocos días—. También las reglas de la evolución de la vida. Todas forman parte del conocimiento científico y se las tienen que ver con el apasionante asunto de anticipar sucesos futuros. Ni más ni menos que una de las principales “utilidades” de la Ciencia.

Gott aclara: “Que el futuro del Universo no pueda ser calculado al detalle, no significa que no podamos hacer predicciones sobre él”, y agrega: “si seguimos el estilo de Halley para predecir; es decir, continuamos basándonos en teorías científicas exitosas, hasta se podría haber anticipado la tragedia del Titanic”.

Pero, en la ciencia, a diferencia de la astrología, no predomina la tranquilidad que otorga un dogma, sino la efervescencia del modelado matemático de la realidad y del diálogo experimental con la Naturaleza. De ahí que varias disciplinas científicas, con sus complejidades, se entrelacen para capturar información escondida en el futuro.



El principio de la mediocridad

Enarbolada por siglos, muchas veces a sangre y fuego, flameó la idea del ser humano como centro del Universo. Sin embargo, el hombre vive en un planeta ordinario que orbita una estrella mediocre, en el borde de una galaxia espiral como tantas otras, dentro de un cúmulo irrelevante entre los cúmulos galácticos y en un Universo que se expande –visto desde cualquier lugar– sin un centro privilegiado. No somos especiales porque vale el Principio Copernicano: “Son muchos más los lugares y momentos comunes e irrelevantes para observar algo que aquellos particularmente especiales”.

Así pensó Gott, frente al Muro de Berlín en 1969: “Hace ocho años que lo construyeron y algunos piensan que durará para siempre. No hay nada especial en mi visita de hoy al Muro. Luego, por el principio copernicano, estoy viendo al Muro en un momento aleatorio de su vida, uno entre su principio y su fin. Si no es un momento especial, por ejemplo, hay igual chance de que me halle afuera o adentro de los dos cuartos centrales de la duración temporal completa del Muro. Si me encuentro en el principio del intervalo medio, entonces habría transcurrido un cuarto de su existencia y aún le quedan tres cuartas partes de existencia. Pero si, en cambio,



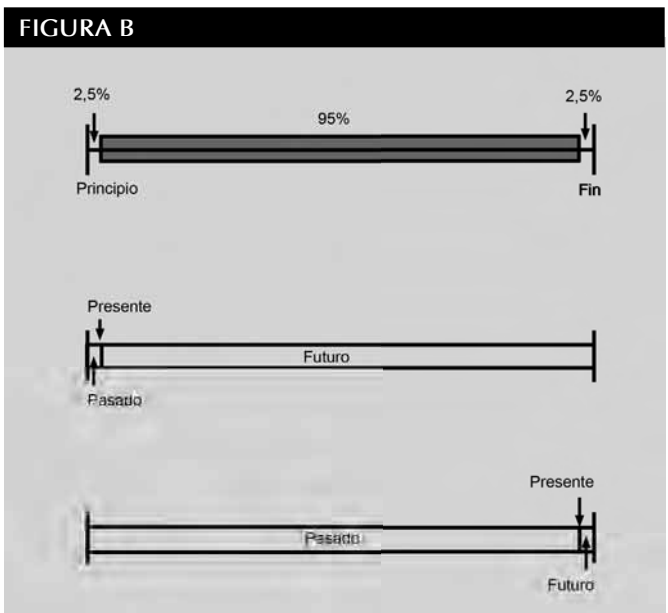
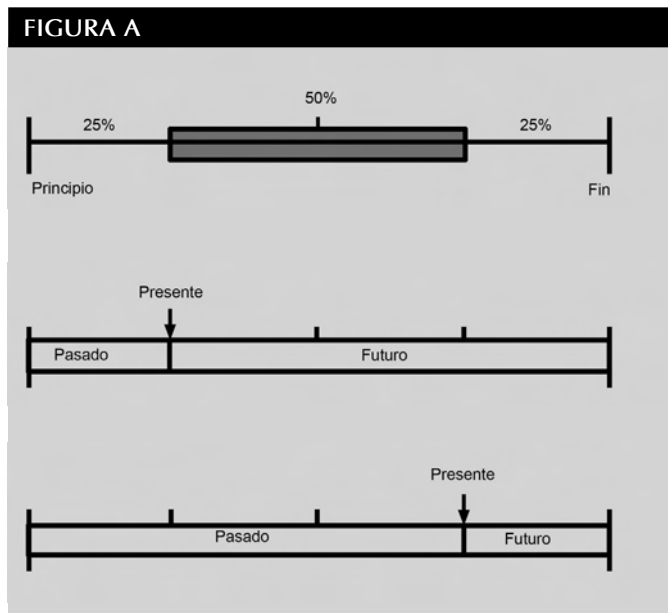
El juicio final según Miguel Ángel. Capilla Sixtina. Vaticano.

me hallo al final de ese intervalo medio, el Muro llevaría parado tres cuartos de su existencia y le restaría uno de vida en su futuro.” En palabras más técnicas: “hay una probabilidad del 50% de que la duración futura del Muro fuera entre 1/3 y 3 veces su duración pasada” (ver figura A). Ocho años divididos por 3 da dos años y ocho meses y multiplicado por 3 da veinticuatro años. O sea, en un momento de 1969, sin ninguna particularidad respecto de la vida del Muro y con una probabilidad del 50%, Gott esperaba que éste subsistiera un mínimo de dos años y ocho meses o un máximo de veinticuatro años. Pues, vein-

te años después (1989) y cuatro antes de la cota máxima de su duración estimada, el Muro fue derrumbado; y las ideologías, afortunadamente, no.

Volver del futuro

Pero a Gott, como a cualquier otro científico, no lo conformaba una predicción con sólo 50% de chances de suceder o no suceder. Apostando a más, Gott repitió el mismo razonamiento, pero cambiando 50% por 95%. El lector puede probar que, con este atractivo nivel de confianza, las cotas para la duración futura de cual-



quier suceso estarán ahora entre $1/39$ avo y 39 veces la edad del mencionado suceso (ver figura B).

“Anote el lector el momento exacto (año, mes, día, hora, minuto y segundo) en que está leyendo esta frase”, invita Gott. Como ese instante seguramente no tendrá ninguna relevancia en la vida del lector, es una buena referencia para aplicar la fórmula copernicana del 95% para predecir las cotas de la duración futura de su relación actual de pareja, de una amistad, de la empresa donde trabaja, de su equi-

po deportivo en la actual división o de su diario favorito. Por ejemplo, el diario Clarín fue fundado en 1945, de modo que, si octubre de 2009 no fuera un momento especial en su vida, la duración probable del matutino, con una confianza del 95%, sería no menor de 7 y no mayor de 2.496 años.

Escrito en la infaltable guía del viajero europeo por el tercer mundo, el principio copernicano sentenciaría: “No aborde un medio de transporte que no haya realizado con éxito al menos treinta y nueve viajes

como el que está planeando realizar”. El Titanic y el Bismarck, en el primer viaje; el Hindenburg, en el trigésimo quinto; y la lanzadera Challenger, en el décimo. Éstos son algunos ejemplos negros de la efectividad de la predicción. “Si llegamos al puerto en un momento aleatorio y encontramos un barco con un elevado número de viajes exitosos en su haber, el principio copernicano indica que es improbable que su próximo viaje sea el último”, explica Gott. La regla 39 hubiera mantenido a salvo a los pasajeros del *Britannic*, buque hermano del Titanic, que naufragó en su sexta salida. No le sucedió lo mismo al otro hermano, el *Olympic*, que atravesó 514 veces el Atlántico antes de ser desguazado.

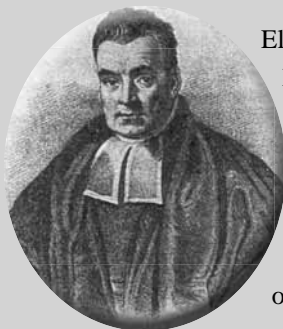
El principio copernicano se basa en la irrelevancia del instante en que se evalúa la duración, por lo tanto, aclara Gott, “no debemos esperar que nos inviten al casamiento de un amigo y, un minuto después de haber firmado el acta de matrimonio, proclamar públicamente que la unión va durar menos de 39 minutos... Hemos sido invitados a la boda, precisamente, para presenciar un momento muy especial de ese matrimonio: su comienzo”.

El fin de la especie humana

Aplicando las cotas del 95% a la edad actual de la especie humana, 200.000 años, Gott infiere que la expectativa de su supervivencia se encuentra por encima de los 5.100 años, pero por debajo de los 7,8 millones de años. Teniendo en cuenta la duración ya transcurrida del *Homo sapiens*, éste viviría no menos de 205.000 y no más de 8 millones de años, dentro de cotas en las cuales, con una coherencia promisorias, ya entraron sus extintos primos: el *Homo erectus* y el *Homo neanderthalis*. Es más, en realidad, casi todas las especies tienen una longevidad media que va entre uno y once millones de años. Hay coincidencia.

Pero Gott va más allá. La relación entre nuestra duración como especie, 200.000 años, y la edad del Universo, 13.000 millones de años, es 1 en 65.000. Si el ser humano fuera a durar eternamente, den-

EL REVERENDO BAYES



El teorema de Bayes fue descubierto por el reverendo presbiteriano Thomas Bayes, que vivió entre 1702 y 1761. El teorema se refiere a la probabilidad de un suceso condicionado por la ocurrencia de otro suceso. Los cultores de la inferencia bayesiana afirman que su trascendencia reside en que es realmente interesante para la ciencia, dado que procura sacar conclusiones generales (enunciar leyes) a partir de lo objetivamente observado, y no viceversa.

Actualmente, entre notables aplicaciones del teorema, aparecen los sistemas de detección del spam del correo electrónico y también, entre las agencias reguladoras de los medicamentos, aplicaciones referidas al análisis de ensayos clínicos

“Para entender el Teorema de Bayes, lo más fácil es ver un ejemplo ficticio”, propone el profesor del Departamento de Matemáticas de la FCEyN, Pablo Ferrari. “Supongamos que 80% de la población está vacunada contra la gripe A y 20% no está vacunada. Sabemos que 10% de las personas vacunadas tendrán gripe el próximo invierno, mientras que 40% de las no vacunadas se engriparán. Si elegimos una persona al azar, la probabilidad de que haya sido vacunada es de 0.8.”, describe el experto.

“Ésta es la probabilidad a priori (es decir, sin saber si se enfermó o no). Pero si sabemos que la persona se enfermó, el Teorema de Bayes dice que la probabilidad de que haya sido vacunada debe calcularse con los pesos relativos de la siguiente forma: $(0.2 \times 0.4)/(0.8 \times 0.1 + 0.2 \times 0.4) = 0.5$. Es decir, 5 de cada 10 personas engripadas fueron vacunadas (compare con los 8 de cada 10 personas vacunadas en la población). Ésta es la probabilidad a posteriori, que se calcula remitiéndose solamente a las proporciones de vacunados y no vacunados entre las personas engripadas.”, concluye Ferrari.

Esquemáticamente: 100 personas, 80 vacunadas, 20 no vacunadas. De las 80 vacunadas hay 8 engripadas (10%). De las 20 no vacunadas, hay 8 engripadas (40%). El total de engripados es 16. Entre éstos, la mitad está vacunada y la otra mitad no lo está.



En 1969, sin ninguna particularidad respecto de la vida del Muro y con una probabilidad del 50%, el astrofísico Richard Gott predijo que éste subsistiría un mínimo de dos años y ocho meses o un máximo de veinticuatro años. Veinte años después, en 1989 (y cuatro antes de la cota máxima de su duración estimada), el Muro fue derrumbado.

tro de un billón de años la relación sería casi uno. Luego, hoy no debiera parecer que la humanidad dure eternamente. Si existe un final, con un 95% de confianza, la sentencia tendrá lugar entre 5.100 y 7,8 millones de años por delante.

Necesariamente, para comprender mejor estos escenarios, los científicos deben incluir modelos de extinción de la especie humana: tanto súbitos como graduales. Gott especula, “si es súbita, los observadores se agruparían cerca del final y, así, el límite superior del criterio del 95% debía bajar de los casi 8 millones de años a sólo 19 mil... pero, si fuera gradual, el futuro podría ser tan largo como el pasado”.

Por otro lado, la dinámica de poblaciones indica que toda especie comienza con un número pequeño de individuos, alcanza un número máximo en algún momento y, finalmente, declina hasta la extinción. Los siglos XX y XXI son, hasta la fecha, los más poblados por seres humanos. Si nada hay de especial en nuestra época, deberemos estar cerca del máximo, por ser la situación menos relevante. Los expertos calculan una Tierra que no podría albergar más de doce mil millones de personas, el doble de la actual; luego, probablemente, estemos ubicados hoy entre un suceso que favoreció su crecimiento, tal como la práctica de la agricultura, y otro que lo vaya a desfavorecer tal como el impacto de un meteorito, un destello de rayos gama, un desastre ecológico, una pandemia o una guerra nuclear o bacteriológica.

El Argumento

El astrofísico australiano Brandon Carter, mentor del famoso Principio Antrópico —“en lugares habitables de Universo necesariamente habrá observadores inteligentes”—, fue el primero, en 1983, en proponer este tipo de estimaciones del porvenir. Sin embargo, su abordaje estaba orientado específicamente a predecir la duración futura de la especie humana a partir de consideraciones sobre el número total de homo sapiens nacidos hasta la fecha. Carter concluyó, como Gott, que cabría esperar estar situados al azar en la lista crono-

lógica de seres humanos. Por ejemplo, que el número probable de individuos futuros sería similar al de individuos pasados aún en un contexto donde el principio copernicano aplicado al número de personas que vivieron en los 200.000 años de historia del hombre, unos 70.000 millones, indicaría con un 95% de fiabilidad que al menos nacerán otros 1.800 millones, pero no más de tres billones.

Carter desarrolló esta perspectiva desde la llamada estadística bayesiana (ver recuadro) que, técnicamente, considera varias hipótesis a priori sobre el número final de humanos, ponderadas por probabilidades de observar hechos que tendríamos ante nosotros si partiéramos de cada una de esas hipótesis por separado. Concretamente, esta lógica lleva a argumentar que es improbable que pertenezcamos al primer 0,01% de todos los seres humanos nacidos y por nacer. Al no contar con datos actuariales sobre duraciones de otras especies inteligentes, incluidas las extraterrestres, parecería razonable hacer la suposición bayesiana de que la humanidad transcurre hoy un momento aleatorio de su duración total. Inquietante mezcla de formalismo matemático, observaciones empíricas y subjetividades razonables, batidas todas ellas en ponderaciones prescriptas por la estadística.

Curiosamente, la contraposición, interrelación y síntesis de argumentos, modelos e ideas científicas sobre la pretensión de afinar las predicciones del futuro son tan agitadas y dinámicas que hasta incluyen una paradoja filosófica sobre la autorreferencia del Argumento. Dado que la clase definida como “humanos” podría, lógicamente, reducirse sólo a quienes entienden el Argumento, hasta él mismo podría ser irrelevante. “Si una sola persona en el mundo entendiera el Argumento del Juicio Final, por su propia lógica, éste tendría una chance del 95% de ser un problema menor, dado que solo le interesará a no más de 20 personas”, fue el comentario que se escuchó cuando Carter presentó por primera vez su idea en un congreso científico.

Del mismo modo que aquel alumno de escuela media confesional, asistiendo a una charla de popularización de conocimientos científicos sobre el origen de la vida, un astrólogo podría apuntar sobre el Argumento del Juicio Final: “¿para qué complicarse con tanto conocimiento científico, si alcanza con creer que las cartas astrales son suficientes”. La profundización de la brecha entre estas dos cosmovisiones, ¿será uno de los tantos aceleradores del Juicio Final del futuro? |