

Sobre pronósticos de un solo punto para variables de cola gruesa

Nassim Nicholas Taleb, Yaneer Bar-Yam, Pasquale Cirillo

International Journal of Forecasting, octubre 2020

<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.08.008>

Resumen

Discutimos errores y falacias comunes al usar empirismo ingenuo «basado en evidencia» y pronósticos puntuales para variables de cola gruesa¹, así como la insuficiencia de usar métodos científicos ingenuos de primer orden para la gestión del riesgo de cola.

Utilizamos la pandemia de COVID-19 como trasfondo para la discusión y como ejemplo de un fenómeno caracterizado por una naturaleza multiplicativa, y qué políticas mitigadoras deben resultar de las propiedades estadísticas y riesgos asociados. Al hacerlo, también respondemos a los puntos planteados por Ioannidis et al. (2020).

Palabras clave

COVID-19; Previsiones; Debate; Ciencia basada en evidencias; Riesgo de cola; Falacias de riesgo

1. Principales afirmaciones

(i) Pronosticar variables individuales en dominios de cola gruesa viola tanto el sentido común como la teoría de la probabilidad.

(ii) Las pandemias son eventos de cola extremadamente gruesa, con riesgo de cola potencialmente destructivo. Cualquier modelo que ignore esto es necesariamente defectuoso.

¹ *fat-tailed variables*. Traducimos la expresión *fat-tail* como *cola gruesa*; también se podría trasladar como *cola gorda* o *cola ancha*. Para una introducción general a la teoría de colas, véase, por ejemplo: <http://www.it.uc3m.es/pablo/teoria-colas/introduccion-teoria-colas.pdf> (N. trad.)

(iii) La ciencia no se trata de hacer predicciones de un solo punto, sino de comprender las propiedades (que a veces se pueden probar mediante estimaciones y predicciones de un solo punto).

(iv) La buena gestión de riesgos se ocupa de los extremos, las colas y todas sus propiedades, y no los promedios, la mayor parte de una distribución o estimaciones ingenuas.

(v) Los métodos probatorios ingenuos de la galleta de la fortuna no funcionan tanto en la gestión de riesgos como en las colas gruesas, porque la ausencia de evidencia bruta puede desempeñar un papel importante en las propiedades.

(vi) Existen mecanismos de retroalimentación entre el pronóstico y la reacción que afectan la validez de algunas predicciones.

(vii) Los riesgos individuales no se traducen en riesgos sistémicos bajo procesos multiplicativos.

(viii) Nunca se deben tratar los «costos» de la mitigación sin tener en cuenta los costos de la enfermedad y, en algunos casos, los análisis ingenuos de costos y beneficios fallan (por supuesto, cuando los promedios estadísticos no son convergentes o no son válidos para fines de riesgo de cola).

(ix) Históricamente, a raíz de la Gran Plaga, las economías eran menos frágiles a las pandemias, y estaban equipadas para tener en cuenta mecanismos efectivos de contención (cuarentenas) en sus costos operativos. Es más convincente culpar a la sobreoptimización que a la reacción a la enfermedad.

El artículo está organizado en tres niveles. Primero, hacemos comentarios generales en torno a los nueve puntos de las afirmaciones principales, explicando cómo los pronósticos de un solo punto son una simplificación no científica incompatible con procesos con propiedades más ricas. A continuación, profundizamos en los argumentos técnicos. Finalmente abordamos puntos específicos en Ioannidis, Cripps y Tanner (2020) y respondemos a sus argumentos sobre nuestra pieza.

2. Comentario

2.1. Tanto los pronosticadores como sus críticos están equivocados

Al inicio de la pandemia de COVID-19, muchos grupos de investigación y agencias produjeron «pronósticos» de un solo punto para la pandemia; la mayoría se basó en regresiones logísticas triviales o en el modelo compartimental SIR (susceptible, infeccioso/infectado o recuperado) complementado con autómatas celulares, o con

modelos basados en agentes que asumen diversas reglas y comportamientos sociales. Aparentemente, la idea predominante es que *producir una sola estimación numérica* es cómo se hace la ciencia y cómo se deben tomar las decisiones basadas en la ciencia: los contadores de legumbres producen números precisos. Y siempre dentro de un conjunto de opciones estrechamente consideradas identificadas por los investigadores.

Bueno no. No es así como «se hace ciencia», al menos en este dominio, y no es así como debe desarrollarse la toma de decisiones informada.

Además, posteriormente e irónicamente, muchos criticaron la plétora de predicciones producidas, porque no se cumplieron (no es de extrañar). Esto también es incorrecto, porque tanto los pronosticadores (que fallaron) como sus críticos (quejándose) estaban equivocados. De hecho, los pronosticadores se habrían equivocado de todos modos, incluso si hubieran acertado sus predicciones. De hecho, como aclararemos a lo largo de este artículo, (1) en algunos dominios (es decir, bajo colas gruesas) los pronósticos ingenuos son descriptores deficientes de un sistema (por lo tanto, muy poco científicos), incluso cuando puedan parecer razonables; (2) para algunas funciones (relacionadas con la gestión de riesgos), o algunas clases de exposiciones (sistémicas), estos pronósticos están extremadamente fuera de lugar.

2.2. Atributos estadísticos de las pandemias

Utilizando herramientas de la teoría del valor extremo (EVT), Cirillo y Taleb (Cirillo & Taleb, 2020) han demostrado recientemente que las muertes por pandemia son evidentemente de cola gruesa¹, un hecho que algunas personas como Benoit Mandelbrot (o uno de los autores, en *The Black Swan [El cisne negro]* (Taleb, 2001-2018)) ya había adivinado, pero nunca investigado formalmente. Más aún, el parámetro de cola estimado es menor a 1, lo que sugiere un riesgo aparentemente infinito (Cirillo & Taleb, 2020), en línea con eventos destructivos como guerras (Cirillo y Taleb, 2016a, Cirillo y Taleb, 2016b, Taleb y Cirillo, 2019), y el llamado teorema «lúgubre» (Weitzman, 2009). Por tanto, las pandemias representan una fuente de riesgo existencial. La implicación es que gran parte de lo que ocurre en la mayor parte de la distribución es solo ruido, según el efecto «la cola menea al perro» (Cirillo y Taleb, 2020, Taleb, 2020a). ¡Y uno nunca debe pronosticar, pontificar o teorizar a partir del ruido! Debajo de las colas gruesas, toda la información relevante y vital se encuentra de hecho en las colas mismas (por lo tanto, en los extremos), que pueden mostrar propiedades notablemente estables.

Observación 1. Eventos observados frente a propiedades observadas

Las variables aleatorias con momentos muestrales inestables (y poco informativos) pueden tener propiedades de cola extremadamente estables e informativas, de utilidad central para inferencias sólidas y toma de riesgos. Además, estas revelan evidencia.

Este es el problema central del malentendido de *The Black Swan* [*El cisne negro*] (Taleb, 2001-2018): algunos eventos pueden tener propiedades estables y bien conocidas, pero no se prestan a la predicción.

2.3. Métodos probatorios de la galleta de la fortuna

En las primeras etapas de la pandemia de COVID-19, académicos como Ioannidis (Ioannidis, 2020) sugirieron que se debería esperar «más evidencia» antes de actuar con respecto a esa pandemia, afirmando que «estamos tomando decisiones sin datos fiables».

En primer lugar, parece haber cierta confusión probabilística, que conduce a la llamada falacia del retardo (Hansson, 2004): «si esperamos, sabremos más sobre X, por lo que no debería tomarse ninguna decisión sobre X ahora».

Frente a variables aleatorias potencialmente complejas, no se necesitan necesariamente más pruebas. Las observaciones adicionales (generalmente imprecisas), especialmente cuando provienen de la mayor parte de la distribución, no garantizarán conocimientos adicionales. Los extremos son raros por definición y, cuando se manifiestan, a menudo es demasiado tarde para intervenir. En las propiedades de la cola ya se dispone de pruebas suficientes –y sólidas–, en particular para fines de gestión de riesgos. Un riesgo existencial necesita ser eliminado en el huevo, cuando todavía es barato hacerlo. Los acontecimientos de los últimos meses han demostrado que la espera de mejores datos ha generado retrasos sustanciales, provocando millones de muertes y graves consecuencias económicas.

En segundo lugar, los datos no fiables², o cualquier fuente de incertidumbre grave, deberían, en determinadas condiciones, hacernos seguir la ruta «paranoica». Una mayor incertidumbre en un sistema hace que las decisiones de precaución sean más obvias. Si no está seguro de las habilidades del piloto, se baja del avión cuando aún es posible hacerlo. Si hay un asteroide que se dirige a la Tierra, ¿debemos esperar a que llegue para ver cuál será el impacto? Podríamos contradecir que hubo asteroides en el pasado que tuvieron impactos devastadores, y además podemos calcular la física. La falacia lógica es más profunda: «Todavía no vimos este asteroide en particular» pasa por alto la naturaleza misma del poder de la ciencia para

generalizar (y clasificar), y el poder de las acciones para posiblemente cambiar el resultado de los eventos. De manera similar, si tuviéramos un huracán que se dirigiera a Florida, una declaración como «¡Aún no hemos visto este huracán, quizás no sea como los otros huracanes!» pierde el papel esencial de la gestión de riesgos: tomar acciones preventivas, no quejarse ex post. Y si la gente toma medidas para tapar las ventanas y evacuar, la afirmación de que «mire, no fue tan devastador», que alguien podría hacer después, debería considerarse más cercana a una conspiración de locos que al discurso científico.

Por definición, la evidencia sigue y nunca precede a eventos impactantes raros. Esperar el accidente antes de ponerse el cinturón de seguridad o la evidencia de un incendio antes de comprar un seguro haría que el perpetrador saliera del acervo genético. La sabiduría ancestral tiene numerosas versiones como *Cineri nunc medicina datur* (uno no da remedios a los muertos), o el famoso dicho de Séneca *Serum est cavendi tempus in mediis malis* (no esperas a que el peligro siga su curso para empezar a defenderse uno mismo).

Sin embargo, así como hay juicios frívolos, hay reclamos de riesgo frívolos y, como veremos más adelante, limitamos estas consideraciones de precaución a una clase precisa de procesos multiplicativos de cola gruesa, cuando hay riesgo sistémico.

Observación 2. Asimetría de riesgo fundamental

Para asuntos de supervivencia, particularmente cuando son sistémicos, y en presencia de procesos multiplicativos (como una pandemia), necesitamos «evidencia de no daño» en lugar de «evidencia de daño».

3. Comentarios técnicos

3.1. La ley de los grandes números (LGN)² y la evidencia

Para dejar el dominio de la adivinación antigua (o la anécdota moderna) y entrar en la ciencia empírica adecuada, la predicción debe regirse por un rigor probatorio y probabilístico. Cualquier actividad de pronóstico sobre la media (o el parámetro) de un fenómeno requiere el funcionamiento de la ley de los grandes números (LGN), que garantiza la convergencia de la media muestral a una tasa conocida, cuando aumenta el número de observaciones. Esto seguramente es bien conocido y establecido, excepto que algunos no son conscientes de que, incluso si la teoría sigue siendo la misma, la historia real cambia bajo colas gruesas.

² En el original: The law of large numbers (LLN). (N. trad.)

Incluso frente al fenómeno aleatorio mejor comportado y no errático, si alguien afirmara la idoneidad o no idoneidad de una capacidad de pronóstico sobre la base de una sola observación ($n = 1$), sería acusado con razón de una afirmación no científica. Desafortunadamente, con las variables de cola gruesa « $n = 1$ » se puede cometer un error $n = 10^6$. En el caso de eventos como pandemias, incluso mayores $n \rightarrow \infty$ pueden ser anecdóticos.

Observación 3. LGN y velocidad de convergencia

Las variables aleatorias de cola gruesa con exponente de cola simplemente no son predecibles. No obedecen a la LGN, ya que su media teórica no está definida, por lo que no hay nada a lo que pueda converger la media muestral. Pero aún podemos comprender varias propiedades útiles de la cola. E incluso para variables aleatorias con $1 < \alpha \leq 2$, la LGN puede ser extremadamente lento, requiriendo un número de observaciones a menudo no disponible para producir pronósticos de alguna manera confiables.

De hecho, debido a las propiedades presintóticas, una heurística conservadora es considerar las variables con $\alpha \leq 2,5$ como no predecibles en la práctica. Su media muestral será demasiado inestable y requerirá demasiados datos para que los pronósticos sean confiables en un período de tiempo razonable. Observe, de hecho, que se necesitan observaciones para la media muestral de Pareto «80/20», con $\alpha \approx 1,13$, para emular las ganancias en confiabilidad del promedio muestral de una muestra de 30 puntos de datos de una distribución normal (Taleb, 2020a).

Asumir importancia y confiabilidad con un bajo n es un insulto a todo lo que hemos aprendido desde Bernoulli, o tal vez incluso desde Cardano.

También observe que discutir la optimización de cualquier sistema de alarma (Amaral-Turkman y Turkman, 1990, Lindgren, 1975, Svensson et al., 1996) tratar de realizar predicciones sobre promedios no tendría sentido bajo colas extremadamente gruesas, es decir, cuándo $\alpha \leq 2$, eso es cuando la LGN funciona muy lentamente o no funciona. De hecho, incluso cuando el valor esperado está bien definido (es decir $1 < \alpha < 2$), la inexistencia de la varianza afectaría a todas las cantidades relevantes para la verificación de la optimalidad (de Maré, 1980), desde el tamaño de la alarma hasta el número de alarmas correctas y falsas, desde la probabilidad de detección de catástrofes hasta la posibilidad de eventos no detectados. Para todas estas cantidades, las estimaciones muestrales ingenuas comúnmente utilizadas resultarían engañosas. Una solución podría ser la implementación de enfoques basados en EVT, posiblemente con las herramientas adicionales de Cirillo y Taleb (2016a) o Nešlehová, Embrechts y Chavez-Demoulin (2006), pero en esta etapa no existe nada similar, hasta donde sabemos.

Por esta y otras razones que se detallan más adelante, la aplicación de un principio de precaución no ingenuo (Norman, Bar-Yam, & Taleb, 2020) parece ser la solución viable frente a riesgos potencialmente existenciales.

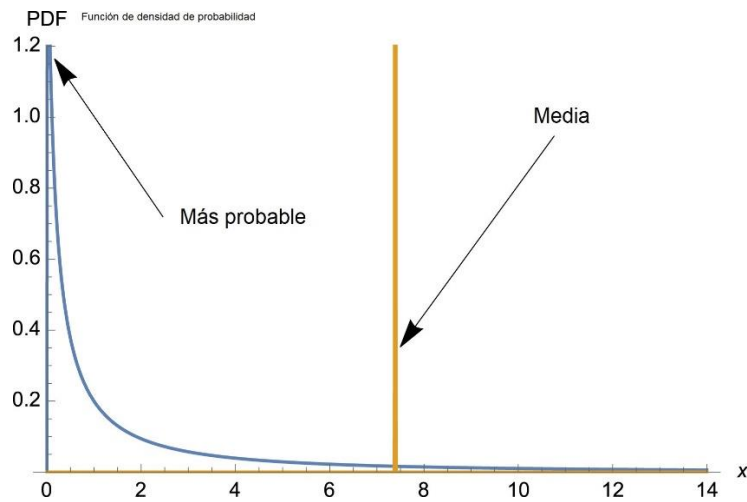


Fig. 1. Una distribución normal logarítmica (lognormal) de alta varianza: el 85% de las observaciones caen por debajo de la media; la mitad de las observaciones caen por debajo del 13% de la media. La lognormal tiene colas más suaves que el Pareto, que se ha demostrado que representa pandemias.

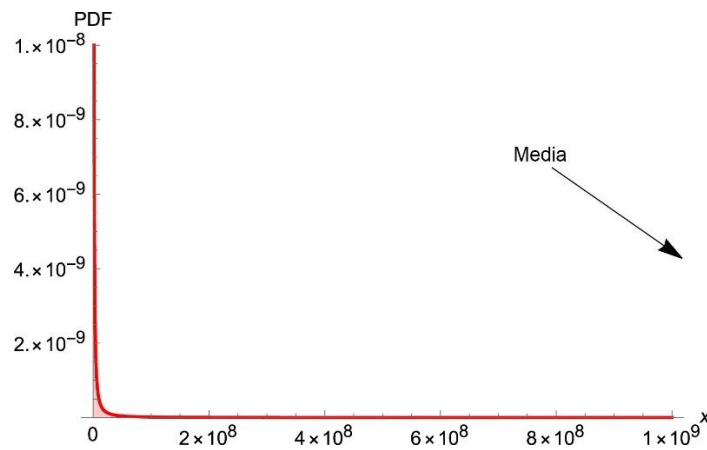


Fig. 2. Una distribución de Pareto con una cola similar a la de las pandemias. No tiene sentido pronosticar un solo punto. La «media» está tan lejos que casi nunca se observa. Necesita pronosticar cosas distintas a la media. Y la mayor parte de la densidad es donde hay ruido.

3.2. La ciencia se trata de comprender las propiedades, no de pronosticar resultados individuales

Las Fig. 1, Fig. 2 muestran el alcance del problema de pronosticar la media (y por lo tanto otras cantidades) bajo colas gruesas. La mayor parte de la información está fuera del centro de distribución. Las observaciones más probables están lejos de la media real del fenómeno y se necesitan muestras muy grandes para una estimación confiable. En el caso lognormal de la figura 1, el 85% de todas las observaciones caen por debajo de la media; la mitad de las observaciones caen incluso por debajo del 13% de la media. En la situación paretiana de la figura 2, que imita la distribución de las muertes por pandemia, la situación empeora aún más: la media está tan lejos que casi nunca la observaremos. Por lo tanto, es preferible mirar otras cantidades, como por ejemplo el exponente de cola.

En algunas situaciones de LGN de acción rápida, como (a veces) en física, las propiedades pueden revelarse mediante experimentos predictivos únicos. Pero es una falacia suponer que un solo experimento predictivo puede realmente validar cualquier teoría; es más bien un evento de cola única que puede falsificar una teoría.

A veces, como mostró recientemente uno de los autores en el *International Journal of Forecasting* (Taleb, 2020b), un pronosticador puede encontrar una sola cantidad que sea realmente pronosticable, digamos la función de supervivencia. Para n observaciones, una función de supervivencia de la cola tiene un error de $o \frac{1}{n}$, incluso cuando los momentos de la cola no son manejables, razón por la cual muchos predicen resultados binarios –como ocurre con la mascarada de la «superprevisión». En Taleb (2020a), se muestra cómo, paradójicamente, cuanto más intratables son los momentos superiores de la variable, más manejable se vuelve la función de supervivencia. Las métricas como la puntuación de Brier están bien adaptadas a las funciones binarias de supervivencia, aunque no a las correspondientes variables aleatorias. Es por eso que las funciones de supervivencia son esencialmente inútiles para fines de gestión de riesgos. En los seguros, por ejemplo, nunca se utilizan funciones de supervivencia para la cobertura, sino más bien los déficits esperados –las funciones binarias están reservadas para los juegos de azar (ilegales).³

3.3. No observamos propiedades de distribuciones empíricas

Un comentarista (Andrew Gelman) (Gelman, 2020) escribió «La triste verdad, me temo, es que Taleb tiene razón: los pronósticos puntuales son casi inútiles y los pronósticos distributivos son realmente difíciles».

En realidad, el problema es peor. De hecho, los pronósticos distributivos son más que estrictos y, a menudo, poco informativos. La construcción de las denominadas distribuciones empíricas mediante funciones de supervivencia no revela las propiedades de la cola, ya que necesariamente será censurada y perderá las observaciones de la cola, aquellas que bajo colas muy gruesas (digamos $\alpha \leq 2$) no albergan la mayoría, sino literalmente todas las propiedades (Taleb, 2020a). En otras palabras, las probabilidades tienen una cola fina (ya que están delimitadas por 0 y 1) pero el resultado final correspondiente no lo es, por lo que pequeños errores en la probabilidad se traducen en grandes cambios en los resultados finales. Sin embargo, como se analiza con más detalle en Cirillo y Taleb (2020), los parámetros de la cola en sí tienen una distribución de cola fina, por lo que revelan sus propiedades con bastante rapidez. Simplemente, los parámetros de la cola se extrapolan, mientras que las funciones de supervivencia no lo hacen, y los métodos para medir la cola son bastante potentes.⁴

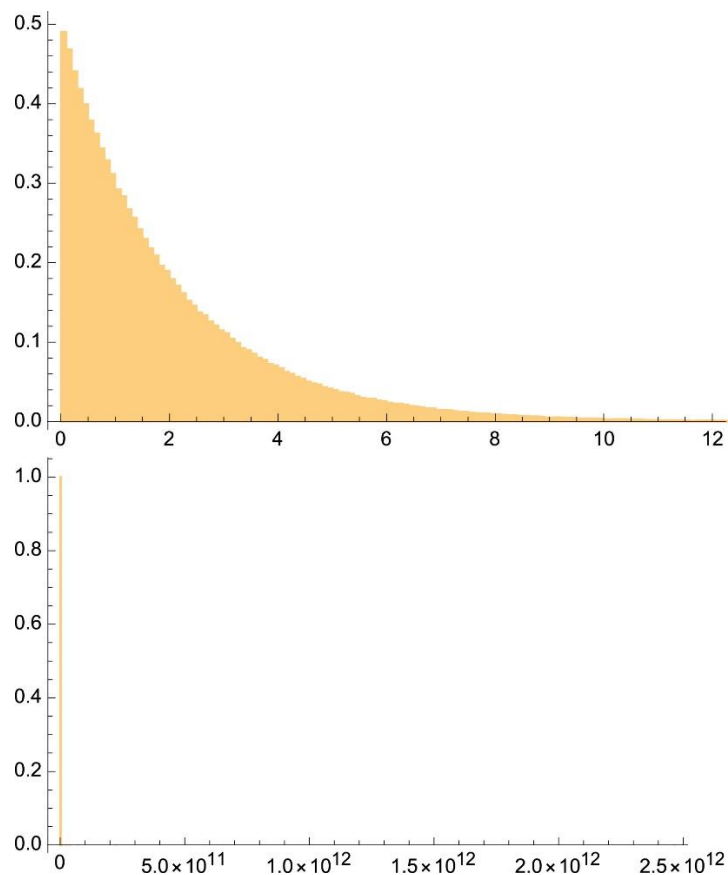


Fig. 3. Arriba, un histograma de 10^6 realizaciones de, a partir de una distribución exponencial con un único parámetro $\lambda = \frac{1}{2}$. Abajo, el de $X = e^r$. Podemos ver la diferencia entre las dos distribuciones. Las curtosis de muestra son 9 y 10^6 , respectivamente (de hecho, es infinito para el segundo); todos los valores de la segunda están dominados por una única gran desviación.

3.4. La incertidumbre va en un sentido; los errores en las tasas de crecimiento inducen sesgos y colas gruesas masivas para la cantidad de interés.

Considere el modelo simple

$$X_t = X_0 e^{(t t_0)}$$

donde X_t representa la cantidad de interés (digamos el número de muertes en pandemias) entre períodos t_0 y t ,

$$r = \frac{1}{(t t_0)} \int_{t_0}^t r_s ds$$

y r_s es una tasa instantánea.

Utilizando los histogramas de r y X , la Fig. 3 muestra algo fundamental: una distribución que se comporta bien, la de r , puede conducir a una intratable, la de X ; además, cuanto más volátil es r , más sesgada a la baja es su observación de la media de X .

Implicación: no se puede traducir ingenuamente entre la tasa de crecimiento r y X_T , porque los errores en r podrían ser pequeños (pero seguramente no cero), pero su impacto será explosivo en X , debido a la exponenciación.

Simplemente, si r se distribuye exponencialmente (o forma parte de esa familia), X será ley de potencia. La cola α es una función directa de la varianza: cuanto mayor es la varianza de r , más gruesa es la cola de X .

Observación 4 Errores en el crecimiento exponencial

(1) Los errores en las tasas de crecimiento de una enfermedad aumentan la anchura de las colas en la distribución de las muertes.

(2) Los errores en las tasas de crecimiento se traducen, en conjunto, en un mayor número de víctimas esperadas.

Observamos que en el contexto de los sistemas dinámicos, una dinámica exponencial se define como caótica (Lorenz, 1963). Si bien el estudio del caos a menudo considera sistemas con parámetros fijos y condiciones iniciales variables, surgen las mismas sensibilidades debido a variaciones en los parámetros; en este caso, el valor de la tasa de contagio (R) y los comportamientos sociales que la afectan. De hecho, esto significa que al cambiar el comportamiento humano, la dinámica puede verse fuertemente afectada, permitiendo así la apertura de oportunidades para la extinción.⁵

3.5. Nunca cruce un río que tenga 1 metro pies de profundidad como promedio

La gestión de riesgos (o formulación de políticas) debe centrarse en las propiedades de la cola y no en el cuerpo de distribuciones de probabilidad. Por ejemplo, los Países Bajos tienen una política de construir y calibrar sus presas y diques no en la altura promedio del nivel del mar, sino en los extremos, y no solo en los históricos, sino también en los que uno puede esperar al modelar la cola utilizando EVT, a través de enfoques semiparamétricos (de Haan y Ferreira, 2006, Embrechts et al., 2003).

3.6. La ciencia no es sobre la seguridad

La ciencia es un procedimiento para actualizar el conocimiento; y puede ser erróneo siempre que produzca discusiones interesantes que conduzcan a más descubrimientos. Pero la vida real no es un experimento. Si utilizáramos un valor p de 0,01 u otros métodos de confort estadístico para la seguridad de los aviones, pocos pilotos y asistentes de vuelo seguirían con vida. Para asuntos que tienen efectos sistémicos y/o conllevan supervivencia, la asimetría es aún más pronunciada.

3.7. Los pronósticos pueden resultar en ajustes que hacen que los pronósticos sean menos precisos

Es obvio que si los pronósticos conducen a ajustes y respuestas que afectan el fenómeno estudiado, entonces ya no se pueden juzgar estos pronósticos por su precisión posterior. Sin embargo, el punto no parece ser parte del discurso estándar sobre COVID-19.

Por varios mecanismos, incluyendo lo que se conoce como la ley de Goodhart³ (Strathern, 1997), un pronóstico puede convertirse en un objetivo que es jugado por los participantes –véase también la crítica de Lucas aplicando el punto de manera más general a los sistemas dinámicos Lucas (1976). En ese sentido una previsión puede ser una advertencia del estilo «si no actúas, estos son los costos».

De manera más general, cualquier marco teórico de juegos tiene una interacción de información y expectativas que hace que los pronósticos se cancelen automáticamente. Todo el aparato de los mercados eficientes, y de la economía

³ «Cualquier regularidad estadística observada tenderá a desplomarse una vez se presione para utilizarla con propósitos de control.» (N. trad.)

moderna, se basa en ese aspecto de predicción que se cancela automáticamente, tanto bajo expectativas racionales como en un mundo libre de arbitraje.

4. Comentarios específicos de Ioannidis et al.

4.1. Riesgos sistémicos vs riesgos individuales

Un problema fundamental, tanto en Ioannidis, Axfors y Contopoulos-Ioannidis (2000) como en Ioannidis et al. (2020), radica en ignorar la escala: los riesgos sistémicos no se parecen (ni siquiera cualitativamente) a los riesgos individuales. Las macro y micropropiedades de los eventos contagiosos, dada su naturaleza infecciosa multiplicativa, no se relacionan directamente entre sí.

Ioannidis y col. (2000) escriben: «el riesgo promedio diario de morir de coronavirus para una persona de <65 años es equivalente al riesgo de morir conduciendo una distancia de 21 a 163 kilómetros en automóvil por día durante este período de víctimas por la COVID-19 en 17 de los 24 *hotbeds*⁴ (...) Para muchos *hotbeds*, el riesgo de muerte está aproximadamente al mismo nivel que morir por un accidente de coche durante el trayecto diario».

Incluso si el cálculo de Ioannidis et al. fuera cierto para un individuo (no es así), condicionalmente a la muerte de un exceso de 10^3 de tales individuos, la probabilidad de que la causa de la muerte sea COVID-19 y no un accidente automovilístico converge a 1. Cuando se muere de una enfermedad contagiosa, las personas que lo rodean corren el riesgo de contagio y luego pueden infectar a otras personas, en un efecto de cascada. Es bastante elemental: los accidentes automovilísticos no son contagiosos, mientras que la COVID-19 sí lo es. No se pueden combinar los dos objetos: uno es aditivo en el agregado, el otro es multiplicativo. En Taleb (2020a), se ha demostrado que se trata de un error grave que conduce a errores macroscópicos.⁷

Observación 5 Riesgos aditivos frente a multiplicativos (escala de probabilidades)

Bajo efectos multiplicativos, los riesgos para un colectivo no aumentan a partir de los riesgos de un individuo. Trivialmente, los riesgos sistémicos pueden ser extremos, cuando los individuales son bajos, o viceversa.

⁴ Un entorno que favorece el rápido crecimiento o desarrollo de algo (en sentido figurado: *semilleros, incubadoras*). (N. trad.)

4.2. Compensaciones y ergodicidad⁵

Se podría decir: el pánico salva vidas, pero ¿a qué precio económico? Dejemos a un lado los argumentos éticos y respondamos, ignorando por un momento el valor de la vida humana.

El hecho es que algunas clases de riesgos (sistémicos) requieren morir en el huevo, también desde un punto de vista económico. La buena noticia es que no hay tantos, pero las pandemias, como dijimos, caen directamente dentro de la categoría.

El teorema «lúgubre» (Weitzman, 2009) mencionado anteriormente nos dice que es un error utilizar el análisis de compensación bajo riesgo existencial. Ha habido muchas pruebas de argumentos similares por motivos de ergodicidad, bien conocidos por las compañías de seguros desde Cramèr: simplemente, no se pueden usar análisis ingenuos de costo-beneficio de escuelas B para la ruleta rusa, debido a la presencia de una barrera de absorción (Taleb, 2001-2018). Pero no se debe culpar a Ioannidis et al. (2000) por este error en el razonamiento: se ha demostrado que, lamentablemente, prevalece en la literatura sobre ciencia de la decisión (Peters & Gell-Mann, 2016).

Observación 6 Problemas de ruina

El análisis tradicional de costo-beneficio no se aplica a situaciones en las que los promedios estadísticos no son confiables, si no inválidos.

Además, no es correcto suponer, más o menos implícitamente, que una enfermedad tiene poco o ningún costo, mientras que la mitigación es onerosa. De hecho, hay graves no linealidades en juego.

En primer lugar, el riesgo va más allá de la simple y directa tasa de mortalidad específica de la enfermedad. De hecho, dejar correr la enfermedad por encima de cierto umbral agravaría su efecto (de manera explosiva), por la saturación de los servicios, provocando por ejemplo el desplazamiento de otros pacientes, muchos en condiciones potencialmente críticas; algo que hemos visto suceder en la Región de Lombardía en Italia, en la ciudad de Nueva York y en otros lugares durante varias semanas durante la primavera de 2020 (Sø reide, Hallet, Matthews, Schnitzbauer, Line, Lai, et al., 2020). Además, para los supervivientes, la enfermedad en sí representa un gran drenaje económico, ya sea solo por la pérdida de horas de trabajo, sin contar los costes de hospitalización. Y por cada infección grave, existe un número no especificado de morbilidades, con una mortalidad adicional

⁵ La ergodicidad expresa la idea de que un punto de un sistema en movimiento, ya sea un sistema dinámico o un proceso estocástico, eventualmente visitará todas las partes del espacio en el que se mueve el sistema, en un sentido uniforme y aleatorio. Esto implica que el comportamiento promedio del sistema se puede deducir por la trayectoria de un punto «típico»

desconocida (pero definitivamente mayor que cero) y costos a largo plazo para el sistema de salud (Ackermann et al., 2020, Sørreide et al., 2020), como ha sido el caso de otras enfermedades como el SARS (Ngai, Ko, To, Tong y DS Hui, 2010).⁸

Observación 7 Falsas dicotomías

No se debe tratar la economía y la enfermedad como elementos independientes separados, en particular considerando una compensación ingenua entre los costos económicos y la mitigación de la pandemia.

Además, nunca subestime el comportamiento (no lineal) de los consumidores. Cuando los riesgos son visibles (y una pandemia definitivamente lo es), las personas tienden a modificar su comportamiento, de manera racional o no, cambiando también a alternativas, con efectos no lineales en las empresas en cuestión (Rose, 1992). Esta es la razón por la que la industria de las aerolíneas en los Estados Unidos logra tener menos accidentes fatales en los vuelos (y apunta a una proporción aún más favorable). Se puede afirmar que es irracional gastar gran parte de nuestros recursos en mitigar los accidentes aéreos, pero las compañías aéreas saben que, en caso de menos controles y esfuerzos, los consumidores probablemente se cambiarían a otras compañías, si no directamente a otros tipos de transporte.

Tomemos la industria de la hostelería. A menos que vuelva a haber comodidad por parte del público, los restaurantes y hoteles no serán rentables. La regla general en la ciudad de Nueva York es que una caída del 15% en los ingresos es suficiente para hacer que un restaurante cierre permanentemente; ha habido una gran caída en la asistencia a restaurantes en Suecia, donde el estado no hizo cumplir los cierres, debido a una alta tasa de autoaislamiento voluntario (Kamerlin & Kasson, 2020).

Estados Unidos (y muchos otros países del mundo) han gastado billones de dólares en armamento sofisticado en las últimas décadas para contrarrestar amenazas inciertas. Sería una buena idea cuestionar estos gastos primero, antes de dudar del gasto para evitar ciertas pandemias.

Asimismo, sería una buena idea cuestionar en primer lugar la carga excesiva sobre las economías occidentales, particularmente Estados Unidos, de las medidas tomadas para garantizar la seguridad en el lugar de trabajo y el transporte que, como vimos, están impulsadas por el sistema legal y los mecanismos de responsabilidad civil.

Observación 8 Dependencia del dominio

No es racional preocuparse por los costos de la pandemia (exposición de cola extremadamente gruesa), sin cuestionar también otros gastos considerables de tipo seguro para el transporte y la seguridad de los trabajadores.

Por tanto, es incorrecto afirmar que fue la respuesta de las autoridades a la pandemia lo que provocó el desempleo en las industrias del transporte o la hostelería. De hecho, los argumentos propuestos por dos de los autores (Norman et al., 2020), el pasado enero de 2020, tenían como objetivo disminuir el efecto económico de la pandemia: la prevención es órdenes de magnitud más barata que la cura –recordemos que *sed prior est sanitas quam sit curatio morbi*.

Observamos que muchos comentarios del tipo «la pandemia ha causado solo 640 mil muertes» (a 25 de julio de 2020) simplemente ignoran el hecho de que, en prácticamente todos los lugares sujetos a la pandemia, ha habido acciones locales o gubernamentales para mitigarla –no consideramos el contrafactual de «qué pasaría si» porque no es visible.

Observación 9 Fragilidad económica

El argumento de Taleb (2001-2018) es que vivimos en un entorno optimizado en exceso, en el que una ligera caída en las ventas o un cambio en las preferencias de los consumidores puede provocar el colapso salvaje de la industria entrelazada. Esta no linealidad es similar a «una gran sala de cine con una puerta muy pequeña en los momentos de incendio».

Es más convincente culpar a la estructura económica sobre-optimizada que a la reacción general a la enfermedad.

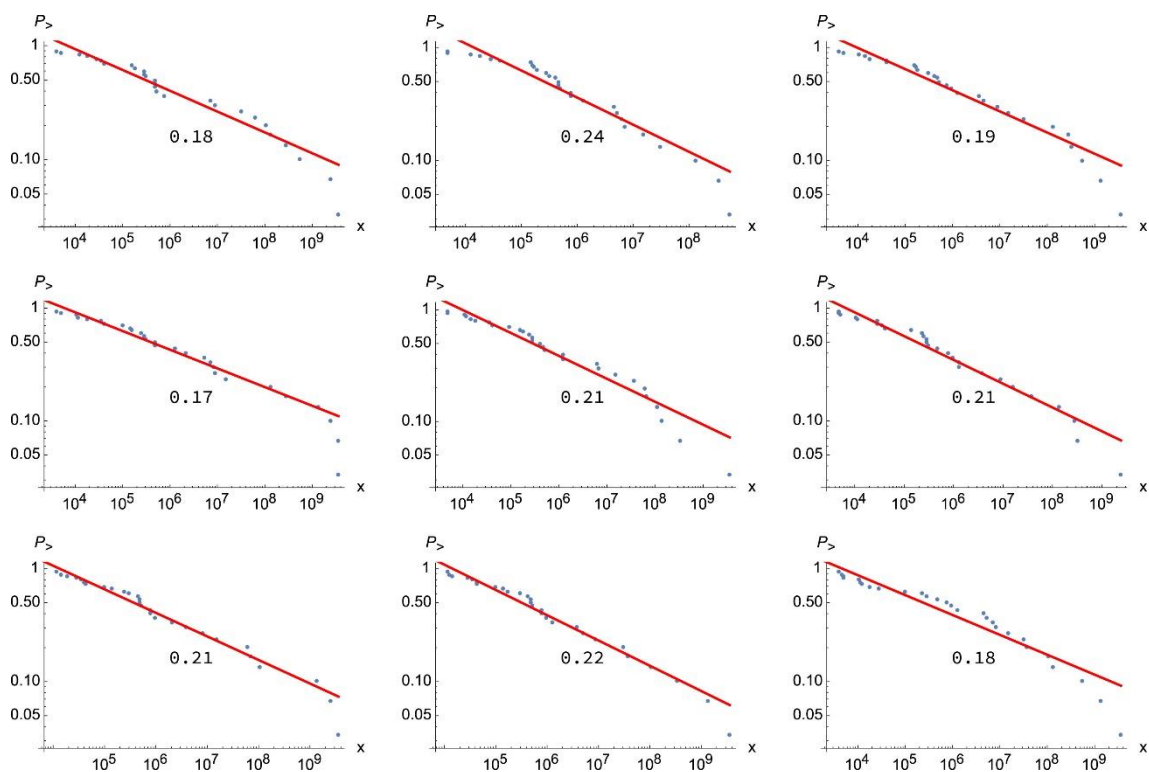


Fig. 4. Gráficas Zipf (gráficas log-log de la función empírica de supervivencia) para nueve selecciones aleatorias de 30 de las 72 pandemias en Cirillo y Taleb (2020). El número en el centro representa la estimación ingenua (OLS) del parámetro de cola, legible como la pendiente absoluta de la línea negativa roja. Los valores de parecen ser estables a pesar del muestreo, lo que indica la solidez del enfoque y la inconsistencia de la crítica del «sesgo de selección». Los valores también están en línea con los hallazgos más rigurosos basados en EVT de Cirillo y Taleb (2020).

4.3. Mitigación temprana e historia económica

Observamos aquí que aunque la Gran Plaga tuvo lugar en el siglo XIV, las cuarentenas se hicieron cumplir cinco siglos después, ya que las economías entendieron que no podían permitirse recurrencias. Entre los imperios Habsburgo y Otomano, había lazaretos a lo largo de la frontera, y todos los puertos mediterráneos activos imponían cuarentenas para los viajeros a lo largo de la ruta de la seda ampliada, mientras que las rutas de peregrinos estaban sujetas a medidas similares. Por ejemplo, en la década de 1830, en *El Conde de Montecristo*, un viajero de París a Ioanina⁶ (donde anteriormente se encontraba el profesor Ioannidis), tuvo que pasar 4 días en cuarentena para llegar allí, mientras que no había una amenaza particular de enfermedad. De hecho, el novelista estaba subestimando, pues los registros históricos muestran 9 días obligatorios para los viajeros comunes y 15 días para los comerciantes según Roberts, 2017, Sariyildiz y Daglar Macar, 2017.

⁶ Ciudad de Grecia. Los autores juegan con el nombre de Ioannidis. (N. trad.)

Economías adaptadas a la mitigación temprana a lo largo de los siglos anteriores a nuestra era. Además, el Imperio Otomano tenía lazaretos listos para la cuarentena adicional a lo largo de estaciones específicas ante los primeros signos de una pandemia.

La mitigación tiene otro efecto: retrasar y temporizar, mientras podamos comprender las propiedades de la enfermedad. Si bien los tratamientos iniciales tienen una alta opacidad, los tratamientos posteriores permiten ganancias de experiencia colectiva.⁹

4.4. Sesgo de selección y clase de eventos

En Ioannidis et al. (2020), los autores sostienen erróneamente que elegir eventos de cola como lo hicieron Cirillo y Taleb (2020) es un «sesgo de selección». En realidad, la técnica estándar que se usa es exactamente lo opuesto al sesgo de selección: en EVT, uno se enfoca deliberadamente en los extremos para derivar propiedades que influyen en los resultados, especialmente desde el punto de vista de la gestión de riesgos. Se podría argumentar de manera más razonable que los datos de Cirillo y Taleb (2020) no contienen todos los extremos, pero, al combinar y arrancar los datos, los autores en realidad muestran la solidez de sus resultados ante variaciones y agujeros en las observaciones históricas: la cola El índice de cola α es consistentemente menor que 1. En la Fig. 4 se ofrece una ilustración simple, que muestra que uno puede ser bastante radical al lidiar con la incertidumbre en las muertes por pandemias y aún así descubrir que los hallazgos de Cirillo y Taleb (2020) son ciertos.

Cuando los autores de Ioannidis et al. (2020) afirman que «decenas de millones de brotes con un par de muertes deben haber ocurrido a lo largo del tiempo», para respaldar su reclamo de sesgo de selección en contra (Cirillo & Taleb, 2020), parecen pasar por alto el hecho de que el análisis trata sobre pandemias y no con un solo estornudo. La clase de eventos bajo consideración en Cirillo y Taleb (2020) se define con precisión como «pandemias con un exceso de muertes de $1K$ », y su conjunto de datos probablemente contiene la mayoría (si no todos) de ellos. Por lo tanto, preocuparse por muchas observaciones que faltan en la cola izquierda de la distribución de muertes por pandemia está fuera de lugar.

4.5. Información condicional

Uno puede tener derecho a preguntar: a medida que conocemos la enfermedad, ¿se adelgazan las colas? Al principio del juego, uno debe confiar en información condicional, pero a medida que avanza nuestro conocimiento de la enfermedad, ¿no deberíamos permitirnos ignorar las colas?

¡Ay, no! La escala de la pandemia podría cambiar, pero las propiedades de la cola permanecerán invariables. Además, existe una paradoja adicional. Si uno no se toma en serio la pandemia, es probable que se desate (particularmente bajo la conectividad del mundo moderno, varios órdenes de magnitud más alta que en el pasado (Albert y Barabasi, 2002)). Y las enfermedades mutan, aumentando o disminuyendo tanto en letalidad como en contagio. Por lo tanto, el argumento se parecería al siguiente: «no hemos observado muchos accidentes aéreos últimamente, relajemos nuestras medidas de seguridad».

Finalmente, concluimos esta sección con un punto alentador: las colas gruesas no complican el mundo ni causan preocupaciones frívolas; por el contrario. Comprenderlos en realidad reduce los costos de reacción porque nos dicen a qué apuntar y cuándo hacerlo. Debido a que los modelos de red tienden a seguir ciertos patrones para generar eventos de gran cola (Albert y Barabasi, 2002, Garibaldi y Scalas, 2010), frente a las enfermedades contagiosas, la sabiduría en acción es matar el crecimiento exponencial del huevo a través de tres medidas centrales: (1) reducir los eventos de superdispersadores; (2) monitorear y reducir la movilidad de quienes vienen de lugares lejanos (vía cuarentena); (3) buscar medidas baratas con grandes beneficios en términos de reducción de los efectos multiplicativos (por ejemplo, mascararillas¹⁰). Cualquier cosa que «demultiplica lo multiplicativo» ayuda (Taleb, 2020c).

Las medidas drásticas de impacto, como los encierros, son el precio de evitar las cuarentenas tempranas de los viajeros y el monitoreo de fronteras; pueden ser – *temporalmente y cum grano salis*– de ayuda, especialmente en las primeras etapas de la nueva enfermedad contagiosa, cuando la incertidumbre es máxima, para ayudar a aislar y rastrear las infecciones, y también para ganar tiempo para comprender la enfermedad y las vías de propagación. De hecho, medidas tan drásticas y dolorosas pueden acarrear daños duraderos al sistema, sin contar un precio excesivo en términos de libertades personales.

Pero son el precio de no tener una buena gestión coordinada del riesgo de cola -- repitiendo, el monitoreo fronterizo y el control de eventos de superdispersadores son las primeras medidas de este tipo. Y los bloqueos son los costos de ignorar argumentos como una mayor conectividad en nuestro entorno y la combinación de riesgos aditivos y multiplicativos.

Para concluir, como dice la tradición de los comerciantes transmitida por generaciones de operadores, «si debe entrar en pánico, vale la pena entrar en pánico antes».

El Imperio Otomano integró el conocimiento bizantino acumulado desde al menos la plaga de Justiniano; Es triste ver culturas antiguas más conscientes de los riesgos, mejores aprendices de la historia y económicamente más efectivas que los gobiernos modernos. Evitaron reducciones modernas «basadas en evidencia» que, como vimos, son un insulto tanto para la ciencia como para la sabiduría. Y, si no hubiera sido por una conciencia de riesgo ancestral y una comprensión de la asimetría tan colectiva, dudamos que muchos de nosotros estaríamos aquí hoy.

Ahora bien, ¿qué aprendimos de la pandemia? Que una aplicación inteligente del principio de precaución (Norman et al., 2020) consiste en formular decisiones acertadas tanto en previsión como en retrospectiva. Aquí nuevamente, esto es antiguo: se corresponde con la *frónesis*⁷ de Aristóteles, tal como se presenta en su *Ética nicomaquea*.

Bibliografía

Ackermann et al., 2020 Ackermann M., Verleden S.E., Kuehnel M., Haverich A., Welte T., Laenger F., et al.

Pulmonary vascular endothelialitis, thrombosis, and angiogenesis in Covid-19

New England Journal of Medicine, 383 (2020), pp. 120-128

Albert and Barabasi, 2002 Albert R., Barabasi A.-L.

Statistical mechanics of complex networks

Reviews of Modern Physics, 74 (2002), p. 47

Amaral-Turkman and Turkman, 1990 Amaral-Turkman M.A., Turkman K.F.

Optimal alarm systems for autoregressive process; a Bayesian approach

Computational Statistics & Data Analysis, 19 (1990), pp. 307-314

Cirillo and Taleb, 2016a Cirillo P., Taleb N.N.

Expected shortfall estimation for apparently infinite-mean models of operational risk

Quantitative Finance, 16 (2016), pp. 1485-1494

⁷ Sabiduría práctica o prudencia. (N. trad.)

Cirillo and Taleb, 2016b Cirillo P., Taleb N.N.

On the statistical properties and tail risk of violent conflicts

Physica A. Statistical Mechanics and its Applications, 452 (2016), pp. 29-45

Cirillo and Taleb, 2020 Cirillo P., Taleb N.N.

Tail risk of contagious diseases

Nature Physics, 16 (2020), pp. 606-613

de Haan and Ferreira, 2006 de Haan L., Ferreira A.

Extreme value theory: An introduction

Springer (2006)

de Maré, 1980 de Maré J.

Optimal prediction of catastrophes with application to Gaussian process

The Annals of Probability, 8 (1980), pp. 841-850

Embrechts et al., 2003 Embrechts P., Klüppelberg C., Mikosch T.

Modeling extremal events

Springer (2003)

Falk et al., 2004 Falk M., Hüsler J., Reiss R.D.

Laws of small numbers: Extremes and rare events

Birkhäuser (2004)

Garibaldi and Scalas, 2010 Garibaldi U., Scalas E.

Finitary probabilistic methods in econophysics

Cambridge University Press, Cambridge (2010)

Gelman, 2020 Gelman A.

Some forecasting for COVID-19 has failed: a discussion of Taleb and Ioannidis et al

(2020)

Disponible online en:

<https://statmodeling.stat.columbia.edu/2020/06/17/some-forecasting-for-covid-19-has-failed-a-discussion-of-taleb-and-ioannidis-et-al>

Hansson, 2004 Hansson S.O.

Fallacies of risk

Journal of Risk Research, 7 (2004), pp. 353-360

Ioannidis, 2020 Ioannidis J.P.A.

A fiasco in the making? As the coronavirus pandemic takes hold, we are making decisions without reliable data

(2020)

Stat March 17, [https://www.statnews.com/2020/03/17/a-fiasco-in-the-making-as-the-coronavirus-pandemic-takes-hold-we-are-making-decisions-without-reliable-data /](https://www.statnews.com/2020/03/17/a-fiasco-in-the-making-as-the-coronavirus-pandemic-takes-hold-we-are-making-decisions-without-reliable-data/)

Ioannidis et al., 2000 Ioannidis J.P.A., Axfors C., Contopoulos-Ioannidis D.G.

Population-level COVID-19 mortality risk for non-elderly individuals overall and for non-elderly individuals without underlying diseases in pandemic epicenters

Environmental Research, 188 (2000), Article 109890

Ioannidis et al., 2020 Ioannidis J.P.A., Cripps S., Tanner M.A.

Forecasting for COVID-19 has failed

Int. J. Forecast. (2020), 10.1016 / j.ijforecast.2020.08.004

(en prensa)

Kamerlin and Kasson, 2020 Kamerlin S.C.L., Kasson Peter M.

Managing COVID-19 spread with voluntary public-health measures: Sweden as a case study for pandemic control

Clinical Infectious Diseases (2020), 10.1093 / cid / ciaa864

Lindgren, 1975 Lindgren G.

Prediction for a random time point

The Annals of Probability, 3 (1975), pp. 412-433

Lorenz, 1963 Lorenz E.N.

Deterministic non-periodic flow

Journal of the Atmospheric Sciences, 20 (2) (1963), pp. 130-141

Lucas, 1976 Lucas R.

Econometric policy evaluation: A critique

Brunner K., Meltzer A. (Eds.), The phillips curve and labor markets. Carnegie-rochester conference series on public policy 1, American Elsevier (1976), pp. 19-46

- Nešlehová et al., 2006 Nešlehová J., Embrechts P., Chavez-Demoulin V.
Infinite-mean models and the LDA for operational risk
Journal of Operational Risk, 1 (2006), pp. 3-25
- Ngai et al., 2010 Ngai J.C., Ko F.W., To S.W., Tong M., D.S. Hui D.S.
The long-term impact of severe acute respiratory syndrome on pulmonary function, exercise capacity and health status
Respirology, 15 (2010), pp. 543-550
- Norman et al., 2020 Norman J., Bar-Yam Y., Taleb N.N.
Systemic risk of pandemic via novel pathogens - Coronavirus: A note
New England Complex Systems Institute (2020)
- Peters and Gell-Mann, 2016 Peters O., Gell-Mann M.
Evaluating gambles using dynamics
Chaos. An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 26 (2016), Article 023103
- Rauch and Bar-Yam, 2006 Rauch E.M., Bar-Yam Y.
Long-range interaction and evolutionary stability in a predator-prey system
Physical Review E, 73 (2006), Article 020903
- Roberts, 2017 Roberts A.
Varlik Nukhet (Ed.), Plague and contagion in the Islamic Mediterranean, Arc Humanities Press (2017)
- Rose, 1992 Rose N.L.
Fear of flying? Economic analysis of airline safety
Journal of Economic Perspectives, 6 (2) (1992), pp. 75-94
- Sariyildiz and Daglar Macar, 2017 Sariyildiz G., Daglar Macar O.
Varlik Nukhet (Ed.), Plague and contagion in the Islamic Mediterranean, Arc Humanities Press (2017)
- Sø reide et al., 2020 Sø reide K., Hallet J., Matthews J.B., Schnitzbauer A.A., Line P.D., Lai P., et al.
Immediate and long-term impact of the COVID-19 pandemic on delivery of surgical services
The British Journal of Surgery (2020), 10.1002 / bjs.11670

Strathern, 1997 Strathern M.

Improving ratings: Audit in the British university system

European Review, 5 (1997), pp. 305-321

Svensson et al., 1996 Svensson A., Lindquist R., Lindgren G.

Optimal prediction of catastrophes in autoregressive moving average processes

Journal of Time Series Analysis, 17 (1996), pp. 511-531

Taleb, 2001-2018 Taleb N.N.

Incerto: Fooled by randomness, the black swan, the bed of procrustes, antifragile, and skin in the game

Penguin (2001)

Taleb, 2020a Taleb N.N.

Statistical consequences of fat tails

STEM Academic Press (2020)

Taleb, 2020b Taleb N.N.

On the statistical differences between binary forecasts and real-world payoffs

International Journal of Forecasting, 36 (4) (2020), pp. 1228-1240

<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.12.004>

Taleb, 2020c Taleb N.N.

The masks masquerade

(2020)

<https://medium.com/incerto/the-masks-masquerade-7de897b517b7>

Taleb and Cirillo, 2019 Taleb N.N., Cirillo P.

The decline of violent conflict: What do the data really say?

Toje A., Bård N.V.S. (Eds.), The causes of peace: What we know now. Nobel symposium proceedings, Norwegian Nobel Institute (2019), pp. 57-85

Tetlock and Gardner, 2016 Tetlock P.E., Gardner D.

Superforecasting: The art and science of prediction

Random House (2016)

Viertl, 1995 Viertl R.

Statistical methods for non-precise data

CRC Press (1995)

Weitzman, 2009 Weitzman M.L.

On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change

The Review of Economics and Statistics, 1 (2009), pp. 1-19

Notas

1.- Una variable aleatoria continua no negativa X tiene una distribución de cola gruesa, si su función de supervivencia $S(x) = P(X \geq x)$ varía con regularidad, formalmente donde $L(x)$ es una función que varía lentamente, para lo cual $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{L(tx)}{L(x)} = 1$ para $t > 0$ (de Haan y Ferreira, 2006, Embrechts et al., 2003, Falk et al., 2004). El parámetro α se conoce como el parámetro de la cola, y gobierna la anchura de la cola (cuanto más pequeña es α más gruesa es la cola) y la existencia de momentos ($E[X^p] < \infty$ (si y solo si $\alpha > p$)).

2.- Muchos de los que se quejan de la calidad de los datos y piden más evidencia antes de tomar medidas, incluso en situaciones extremadamente arriesgadas, rara vez tratan las entradas de sus modelos predictivos como imprecisas (Cirillo y Taleb, 2016b, Viertl, 1995), enfatizándolas, y realizan comprobaciones serias de solidez de sus afirmaciones.

3.- El principal problema es que la expectativa condicional no es convergente:

$$\lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{K} E(X|X > K) > 1; \text{ véase Taleb (2020b) para una discusión extensa.}$$

4.- Esto también se relaciona con la mascarada de los superpronosticadores mencionada anteriormente: construir funciones de supervivencia para evaluaciones de cola a través de «torneos» deportivos como en Tetlock y Gardner (2016), en lugar de usar enfoques más rigurosos como EVT, es simplemente incorrecto y viola la teoría de probabilidad elemental.

5.- Uno de los autores ha demostrado (Rauch & Bar-Yam, 2006) que con el aumento del transporte global hay una fase de transición hacia la extinción global con probabilidad 1. Esto indica que las distribuciones históricas no tienen en cuenta la gravedad o frecuencia de los fenómenos extremos actuales o futuros. eventos porque las distribuciones de cola gruesa en sí mismas se están fusionando en eventos extremos de probabilidad unitaria en intervalos de tiempo más cortos debido a cambios globales en los comportamientos sociales. Durante este proceso, las distribuciones de probabilidad para eventos en cualquier intervalo de tiempo se vuelven progresivamente más ponderadas para eventos a gran escala. Por lo tanto, los intervalos históricos de décadas o siglos entre pandemias son descriptores inadecuados del riesgo actual.

6.- Por ejemplo, la advertencia del Dr. Fauci de que el número de infecciones (verificadas) podría llegar a 100 K por día (New York Times, 30 de junio de 2020) no debe interpretarse como un pronóstico que debe juzgarse de acuerdo con su precisión; más bien una señal sobre lo que podría suceder si uno evita tomar medidas.

7.- Téngase en cuenta que este es también un ejemplo típico de «falacia de tamaño», en el que se comparan diferentes eventos de riesgo solo sobre la base de sus probabilidades de ocurrencia, sin importar su naturaleza diferente (Hansson, 2004).

8.- **Geronticidio**: esta discusión ni siquiera cubre la discusión ética de las compensaciones y su inaplicabilidad en algunos dominios, quizás la discusión más central. ¿A qué precio matarás a tus padres / abuelos? ¿Un millón de dólares? ¿Diez millones? Mil millones? Además, el hecho de que las personas mayores sean más vulnerables a la enfermedad trae consigo consideraciones de geronticidio (senicidio): uno extraña que la regla de plata (Taleb, 2001-2018) ordena tratar a las generaciones mayores bajo una responsabilidad moral, como uno desea ser tratado por la próxima generación. Dejar que la enfermedad se propague a las generaciones mayores viola las prohibiciones sobre geronticidio y las obligaciones intergeneracionales. El hecho de que sus padres no sacrificaran a sus propios padres crea la obligación de no sacrificarlos; tus hijos te perdonarán a su vez, bajo la misma regla.

9.- Aparte de las consideraciones de geronticida, cuando finalmente se digan los costos del experimento sueco, uno de los factores será la pérdida temprana de vidas cuando la práctica médica posterior (actual) los habría salvado incluso antes de una vacuna.

10.- La mayoría de los billones gastados podrían haberse ahorrado si las autoridades entendieran las dobles no linealidades en las máscaras faciales: (1) el efecto combinado de ambas partes que tienen protección, (2) la no linealidad de la respuesta a la dosis con una caída desproporcionada en la probabilidad de infección de una reducción de la carga viral (Taleb, 2020c).

Traducción: Francesc J. Hernández
(Universitat de València)