

De la sociología a la ética de la cuantificación

From sociology of quantification to ethics of quantification

Andrea Saltelli¹ , Monica Di Fiore² 

Resumen: Varios ámbitos disciplinares producen cuantificaciones en una miríada de estilos diferentes. Las preocupaciones sobre el uso poco ético de los algoritmos, las consecuencias no deseadas de las métricas, así como la alarma sobre malas prácticas estadísticas y matemáticas son parte de un malestar general, síntomas de nuestra férrea adicción a la cuantificación. ¿Qué problemas comparten todas estas instancias de cuantificación? Después de revisar las preocupaciones existentes sobre diferentes dominios, el presente artículo de perspectiva ilustra la necesidad y la urgencia de una ética de la cuantificación. Las dificultades para disciplinar el régimen de numeración existente son abordadas; se identifican obstáculos y encierros. Finalmente, se sugieren indicaciones de políticas para diferentes actores.

Abstract: Quantifications are produced by several disciplinary houses in a myriad of different styles. The concerns about unethical use of algorithms, unintended consequences of metrics, as well as the warning about statistical and mathematical malpractices are all part of a general malaise, symptoms of our tight addiction to quantification. What problems are shared by all these instances of quantification? After reviewing existing concerns about different domains, the present perspective article illustrates the need and the urgency for an encompassing ethics of quantification. The difficulties to discipline the existing regime of numerification are addressed; obstacles and lock-ins are identified. Finally, indications for policies for different actors are suggested.

¹ Investigación de evidencia abierta, Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Barcelona, España.

² Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, Italia.

¡Dame un número!

Los números, visibles e invisibles, impregnan nuestra vida, dominan el lenguaje de nuestra comunicación, y aceleran todos nuestros actos. ¿Qué precio se paga?

En el momento de escribir el presente trabajo, incertidumbre, precaución y gobernanza son las palabras clave que describen cómo la emergencia del COVID-19 está desafiando cuestiones políticas de seguridad y salud en la era del Big Data. En este contexto, los números tienen mucha demanda y son lo que se espera de la ciencia.

Según The New York Times (Landler y Castle, 2020) el informe que supuestamente "sacudió a EE. UU. y el Reino Unido a tomar acción", del Imperial College de Londres (Ferguson et al., 2020), advirtió sobre la posibilidad de 510.000 muertes en Gran Bretaña. y 2,2 millones en Estados Unidos. ¿Cómo podría ser obtenida tal precisión de dos dígitos? Las incertidumbres conocidas incluyen la prevalencia de virus en la población; el número de casos asintomáticos y su infectividad; el comportamiento y la resiliencia de los que han adquirido inmunidad; la forma en que la enfermedad reaccionará al próximo verano y al próximo invierno; el tiempo necesario para fabricar una vacuna disponible a nivel mundial; cómo afectará la emergencia a los pacientes sin COVID, y cómo los individuos adaptarán su comportamiento a la nueva situación y medidas de contención.

El informe del Imperial College explica que el cálculo corresponde al escenario de no hacer nada, y proviene de un modelo descrito en un artículo de Nature (Ferguson et al., 2006b) y de información complementaria asociada disponible en línea (Ferguson et al., 2006a). La incertidumbre en la predicción se evaluó moviendo solo un factor incierto, una estrategia destinada a subestimar enormemente la incertidumbre cuando el modelo es no lineal y no aditivo (Saltelli y Annoni, 2010; Saltelli et al., 2019), como es probable en el caso de los modelos epidemiológicos, debido al término exponencial (s) en la ecuación.

Un intenso debate en los medios (Steerpike, 2020; Fund, 2020) y redes sociales¹ se generó sobre la escasa transparencia del modelo Imperial College, y su desempeño anterior en el caso de la EEB, así como la fiebre aftosa documentada en Mansley et al. (2011) y Kitching et al. (2006).

Como señaló, de manera más realista, Anthony Fauci, miembro del Grupo de Trabajo sobre el Coronavirus de la Casa Blanca en el momento de este escrito, en su respuesta a un político que insiste en una serie de muertes, "No hay un 'número de respuesta' a su pregunta" (Fauci, 2020).

Nassim Nicholas Taleb y Yaneer Bar-Yam van más allá en su acusación por mal uso de modelos matemáticos en el contexto de la experiencia de la pandemia en el Reino Unido, lo que sugiere que el modelado y la formulación de políticas son dos fuentes de error en la acción del Reino Unido. Ellos señalan que "[S]i basamos nuestros planes de respuesta ante una pandemia en modelos académicos, la gente muere" (Taleb y Bar-Yam, 2020). El trabajo de modelado para COVID-19 fue el tema de varios comentarios (Rhodes y Lancaster, 2020; Pielke, 2020), incluyendo uno que involucra a los autores de este trabajo en la revista Nature (Saltelli et al., 2020a). Aquí enfatizamos que el modelado es una actividad social, y que se necesitan negociaciones sociales más inclusivas en el encuadre de estos objetos matemáticos.

La pandemia muestra cómo los números y su incertidumbre, si no son dominados correctamente, pueden desempeñar un papel disfuncional en la interfaz de políticas científicas (Saltelli et al., 2020a; Bradshaw y Borchers, 2000).

La pandemia también ha demostrado que el acto de cuantificar, ya sea por un modelo o por un algoritmo, nutre cada vez más la interfaz ciencia-política con la oportunidad de subcontratar autoridades para la toma de decisiones basada en números (Danaher et al., 2017), cuando la toma de decisiones políticas trascendentales se ha delegado a la supuesta neutralidad de los números generados por el modelo (Saltelli et al., 2020a).

Por lo tanto, existe una circularidad entre números, modelos, algoritmos y la interfaz entre ciencia y política. En esta perspectiva, la última década ha sido testigo de un creciente pensamiento crítico sobre una crisis en el funcionamiento de la ciencia, la llamada crisis de reproducibilidad (Saltelli y Funtowicz, 2017; Saltelli, 2018). Una de las muchas dimensiones de esta crisis está relacionada con su ética, en la relación entre mala reproducibilidad y un perverso sistema de incentivos (Smaldino y McElreath, 2016; Edwards y Roy, 2017). Los sectores afectados por la crisis de reproducibilidad, y los primeros donde sonó la alarma (Begley y Ellis, 2012), son aquellos que son parte de la investigación biomédica (Harris, 2017; Ioannidis, 2005, 2016), ya afectada por un colapso de la confianza (Goldacre, 2012). Esto debe tenerse en cuenta ahora que el mundo espera una vacuna contra el COVID-19.

Conectar este creciente pensamiento crítico sobre los problemas científicos con la ética de la cuantificación muestra que vale la pena prestar atención a una multitud de efectos no deseados, bloqueos y dependencias de ruta.

Si uno lee el contexto actual con los lentes de la teoría del sistema social, entonces puede tomar la mediatización de la ciencia (Scheufele, 2014), su mercantilización (Mirowski, 2011) y politización (Pielke Jr, 2007) — como consecuencia del acoplamiento estructural de diferentes sistemas— economía, ciencia, medios, política. Según esta teoría, debida al sociólogo alemán Niklas Luhmann (Moeller, 2006; Luhmann, 1995), cada sistema se comunica utilizando sus propios códigos, verdadero/falso para la ciencia, ganancias/pérdidas para la economía, nuevo/no actualizado para los medios, etc. Para los autores Saltelli y Boulange (2019), la sociedad se enfrenta a una situación en la que el código de ciencia verdadero/falso está corrompido por los de otros sistemas, como ganancias/pérdidas, noticias/no noticias, y, finalmente, por el de tecnología: funciona/no funciona. En este escenario, el apetito de los medios por información cuantificada acelera un proceso de cuantificación generalizada, que pretende ser la producción de más números y el uso de más algoritmos en las redes sociales.

Como se señala en Saltelli (2020), encontrar puntos en común en los aspectos no deseados de diferentes formas de cuantificación puede ayudar a trazar el problema y aportar algo de perspectiva a los académicos involucrados en diferentes aspectos de esta discusión.

Números, modelos, algoritmos, cuán diferentes, cuán similares

¿Qué cualidades son específicas de las clasificaciones o indicadores, o modelos o algoritmos? ¿Qué comparte la cuantificación con conceptos relacionados como



comensuración o categorización? (Popp Berman y Hirschman, 2018)

A medida que los algoritmos y el Big Data poblan cada vez más nuestra vida, siguiendo la evolución de lo que se ha denominado de forma diversa plataforma capitalismo (Lanier, 2006) o capitalismo de vigilancia (Zuboff, 2019), las decisiones tomadas por cómputo pueden llegar a plantear importantes amenazas sociales (O'Neil, 2016).

Las cuantificaciones parecen ser el principal lenguaje utilizado para tratar con y resolver diferentes aspectos de la vida social y política, incluso cuando esto disuelve el significado del número en sí, como cuando las noticias sobre la pandemia informan número de muertes, o peor aún, de personas infectadas, con la increíble precisión de tres, cuatro, incluso cinco dígitos significativos.

Por lo tanto, es urgente que la sociedad desarrolle una mejor comprensión, adaptación y defensa de un datificación. La exigencia de la política para lograr eficiencia y certeza a través del instrumento de cuantificación debe mantenerse bajo control social, no sea que la complejidad de modelos, algoritmos o rankings se convierta en un fin en sí mismo, utilizado instrumentalmente para transformar problemas políticos en técnicos. Puede ser que la nueva normalidad pospandémica tenga que incluir una nueva madurez en la relación entre números y sociedad.

Cabe destacar aquí que existen diferentes herramientas y métodos de cuantificación con un impacto social, político y económico distinguido: un algoritmo que incorpora prejuicios es diferente de un análisis estadístico mal diseñado, de un modelo matemático que predice lo impredecible, o del ranking generalizado de países, ciudades o universidades. Desigualdad incrustada en el algoritmo puede afectar a miembros de grupos minoritarios (étnicos, raciales, sexual, relacionada con la discapacidad, etc.) (Danaher et al., 2017), con una larga cadena de impactos. Un algoritmo sesgado puede infligir sentencias más largas a las personas de color o simplemente a las personas que viven en un barrio pobre (O'Neil, 2016; Muller, 2018). Un análisis estadístico mal diseñado para tratamientos médicos podría desperdiciar miles de millones y matar a miles (Harris, 2017). Un modelo deficiente puede conducir a decisiones políticas erróneas o simplemente injustificadas (Saltelli, 2019; Saltelli et al., 2020a, 2020b). La proliferación de rankings de universidades ha modificado profundamente la educación superior en un mercado global, aumentando drásticamente los precios para los estudiantes y sus familias (O'Neil, 2016; Muller, 2018). La lista de ejemplos podría continuar (Saltelli, 2020). Aun así, como se argumentó en este trabajo, la diversidad en las familias de cuantificación esconde importantes puntos en común.

También cabe destacar que una lista de cuantificación perversa se puede contrastar con una lista de virtuosos. Estos vienen más a menudo del campo de la física que de los campos más complejos de la medicina o las ciencias sociales. Gracias al modelado inteligente de la NASA, los científicos pudieron posicionar alrededor de Mercurio la sonda MESSENGER, lanzada en 2004, después de cinco mil millones de millas y seis años y medio (Kay y King, 2020).

Los modelos de previsión meteorológica son un ejemplo en el que un proceso de domesticación ha tenido lugar entre modelos y sociedad. Produciendo predicciones útiles a corto plazo, constantemente actualizadas con información nueva y comunicando cuidadosamente incertidumbre, estos modelos

hacen que sea normal que leamos en nuestro móvil que mañana será mayormente soleado con un 20% probabilidad de lluvia (Lazo et al., 2009). Desde agricultura hasta transporte y energía, prácticamente todos los sectores de la economía se benefician de estos modelos (Sarewitz et al., 2000). Los pronósticos meteorológicos se vuelven controvertidos solo bajo la condición de interferencia política extrema, como lo muestra la historia reciente del huracán Dorian en los EE. UU. (Ley y Martínez, 2020), o cuando eventos de alto riesgo como tormentas o inundaciones, complican la transmisión del conocimiento técnico de los meteorólogos a los tomadores de decisiones políticas trascendentales, como, por ejemplo, la evacuación de costas o ciudades (Sarewitz et al., 2000; Pielke y col., 2002). Los huracanes y las pandemias son situaciones en las que "los hechos son inciertos, hay mucho en juego, los valores están en disputa y las decisiones son urgentes", según el mantra de ciencia post-normal (Funtowicz y Ravetz, 1993). El COVID-19 ilustra perfectamente las condiciones mutadas de funcionamiento de la ciencia cuando pasó del régimen normal al posnormal (Waltner-Toews et al., 2020); en estas circunstancias, cuando los modelos impactan directamente las decisiones de la sociedad, su uso necesita mejores políticas y estrategias de afrontamiento de la sociedad (Saltelli et al., 2020a).

Sheila Jasanoff, identifica dos clases opuestas de modelado: "tecnologías de la arrogancia" y "tecnologías de la humildad" (Jasanoff, 2003). Desarrolladas para tranquilizar al público y "mantener las ruedas del giro de la ciencia y la industria", las tecnologías de la arrogancia incluyen cuantificaciones tales como evaluación de riesgos y costo-beneficio, cuyo propósito es prometer una oportunidad de gestión y control, incluso en áreas de gran incertidumbre como el cambio climático. La promesa se refuerza con afirmaciones de neutralidad, rigor y objetividad, pero estos vienen, para Jasanoff, con importantes limitaciones: generando un exceso de confianza gracias a la apariencia de exhaustividad; adelantándose a la discusión política de lo que queda fuera de estas cuantificaciones, y quedándose limitada en la capacidad de estas tecnologías para internalizar desafíos que surgen fuera de su marco de supuestos. Todas estas declaraciones han sido reivindicadas, a juicio de los autores de este trabajo, por los números que poblan la actual pandemia (Saltelli et al., 2020a). Las solicitudes de humildad en relación con el uso de modelo matemáticos (Sridhar y Majumder, 2020) vienen con disputas donde los modelos se convierten en blanco de ataques políticos (Pielke, 2020). Algunos autores (Rhodes y Lancaster, 2020) hablan de "modelos matemáticos como problemas públicos".

Adoptar "tecnologías de la humildad" (Jasanoff, 2007) implica reflexionar sobre las fuentes de ambigüedad, indeterminación y complejidad, para resaltar las dimensiones éticas de los problemas, e identificar ganadores y perdedores en las distribuciones de costos y beneficios, centrándose en los más vulnerables. Lo más importante, para Jasanoff (Jasanoff, 2003), la sociedad debe identificar esos factores que disuaden o fomentan el aprendizaje.

Quizás sea útil señalar que los aspectos de la cuantificación que podrían llamarse un disfrute arrogante en nuestra sociedad de estatus privilegiado y popularidad, bastan con considerar el papel de los intelectuales como Cass Sunstein (Matthews, 2018) y Steven Pinker (Pinker, 2018). Los números panglosianos de este último nos tranquilizan con que todo está bien (Gray, 2018), mientras que el costo-beneficio analiza y empuja a los primeros a garantizar que, una vez que la sociedad tenga los hechos correctos en forma numérica,

el desacuerdo se desmaterializará, ya que los temas que más nos dividen son fundamentalmente hechos en lugar de valores" (Matthews, 2018). Por ejemplo, en relación con el COVID-19, el Washington Post señala (Frankel, 2020) que si se adopta un análisis de costo-beneficio usando como criterio conceptos tales como el valor de una vida estadística (VSL, ver más adelante en el presente trabajo), esto obligaría a la sociedad a afrontar la realidad de forma más precisa; la alternativa al uso de estas herramientas, advierte el Washington Post, es quedarse en manos de sentimientos, conjeturas fundamentadas o argumentos políticos (Frankel, 2020).

Un panorama fragmentado

Las cuantificaciones son producidas por varios ámbitos disciplinares en una miríada de estilos diferentes. ¿Qué problemas comparten todos ellos?

¿Cómo, dónde y qué se cuantifica? De la educación a las finanzas, de la justicia penal a la gobernanza global, de la economía al medio ambiente, todos los campos están colonizados por números. Se utilizan modelos, indicadores, métricas y algoritmos matemáticos y estadísticas de diversas naturalezas y complejidades para maximizar la eficiencia, medir el beneficio, la sostenibilidad, la descarbonización, el logro de objetivos, las calificaciones de ciudades o restaurantes. Pueden dar un precio a productos financieros que solo los iniciados pueden entender (Porter, 2012), y que tienen el poder de colapsar la economía (Wilmott y Orrell, 2017; Salmon, 2009).

Para algunos estudiosos, la humanidad está ahora "entrando en una era de gobernanza algorítmica generalizada" (Kitchin, 2017). Velocidad, eficiencia, exhaustividad y equidad son algunas de las propiedades positivas invocadas a favor de la gobernanza algorítmica. Al mismo tiempo, esta creciente complejidad de los algoritmos se presenta en forma de cajas negras (Danaher et al., 2017), donde se sacrifica la claridad, porque, aunque los algoritmos tienen el poder de actuar sobre datos y tomar decisiones, están en gran medida más allá de toda duda o cuestionamiento (Kitchin, 2017; O'Neil, 2016), renunciando así a las propiedades de exhaustividad y equidad.

¿Qué tipo de reflexión ética se está realizando sobre estos temas? En efecto, mucho, aunque en un paisaje fragmentado.

- La ética de la IA se ha convertido en un campo propio, con una rica literatura, iniciativas institucionales (Grupo de expertos de alto nivel sobre Inteligencia Artificial, 2019), incluso de la Santa Sede (Copestake, 2019).
- En la disciplina de la estadística, la comunidad está amarrada en un 'guerra estadística' interna sobre los conceptos fundamentales que se utilizarán o enseñarán (Gelman, 2019).
- El abuso y mal uso de métricas, desde la ley de Goodhart hasta nuestros días, es también un campo con una larga tradición de investigación (Muller, 2018).
- En el modelado matemático, la situación es igualmente más rica y más confusa, debido a que el modelado matemático no es una disciplina (Saltelli, 2019; Saltelli et al., 2020a).
- Clasificaciones, inferencias, decisiones, son todos resultados diferentes de estas actividades, que en algunos casos ni siquiera aportan un número.

Sin embargo, todos estos son ejemplos de cuantificación.

Wendy Espeland y Mitchell Stevens (Espeland y Stevens, 2008) centran la atención en la difusión de la cuantificación y la importancia de los nuevos regímenes de medición, donde la democracia, mérito, participación, responsabilidad e incluso "justicia" deben ser descubiertos y apreciados a través de números. Estos autores investigan cinco dimensiones clave de la cuantificación.

- El trabajo que requiere, por ejemplo, en relación con la necesidad de "burocracias bien financiadas con administradores altamente capacitados";
- Su reactividad, en el sentido de que "convertir cualidades en cantidades crea cosas nuevas y nuevas relaciones entre las cosas";
- Su tendencia a disciplinar el comportamiento humano, por ejemplo, mediante prácticas que definen lo que es apropiado, normal;
- Su autoridad polivalente, en la que la autoridad cuantitativa confiere autoridad epistémica y, en última instancia, poder (Porter, 1995);
- Su estética, en relación con las habilidades artesanales y la evolución;
- Modas relacionadas con hacer números convincentes, y en un sentido, hermoso.

Los autores concluyen con la urgente recomendación de pasar de una sociología de la cuantificación a una ética de los números. Esto desciende de la comprensión de que la cuantificación es fundamentalmente una actividad social, y por ello sus implicaciones éticas deben considerarse de forma explícita y transparente.

Si bien la sociología de la cuantificación ha recibido un considerable impulso en la última década –véase la revisión en Popp Berman y Hirschman (2018), la ética de la cuantificación todavía está fragmentada en diferentes ámbitos de cuantificación.

La pandemia de COVID-19 ofrece quizás el momento para esta discusión, ahora que la discusión sobre COVID-19 está formulada en la jerga de las matemáticas y modelos (Rhodes et al., 2020), con expresiones como "aplanar la curva" entrando en el lenguaje cotidiano.

Dicho de otra manera, el actual momento de intensa domesticación recíproca entre la sociedad y los números de la pandemia puede acercarnos al uso maduro de la cuantificación, ejemplificado anteriormente para el caso de las predicciones meteorológicas.

Lecturas preocupadas: ¿quién se alarma?

Voces de preocupación sobre diferentes aspectos de la cuantificación.

Como señaló Cathy O'Neil (O'Neil, 2016), un uso deplorable de algoritmos/matemáticas en forma de investigación operativa, es dificultar las condiciones laborales, mediante una programación que optimice los beneficios del empleador. Ella menciona "clopening", práctica en la que el mismo trabajador es responsable de cerrar un ejercicio público por la noche y abrirlo por la mañana, y cómo estas prácticas hacen imposible que un empleado planifique la atención para niños y ancianos, para estudiar, para tener una vida.



A conclusiones similares, y posiblemente más drásticas, llega Alain Supiot (Supiot, 2007), jurista, para quien la numeración de la sociedad ha creado un sistema donde los algoritmos reemplazan las leyes, y el mercado laboral se ha transformado de tayloriano (donde los trabajadores venden a los empleadores horas de trabajo) a cibernético, en el cual gracias al gobierno por objetivos, la movilización de los trabajadores es total, en un sistema homeostático donde su rendimiento se mide constantemente. En este sistema, argumenta Supiot, se pierde toda posibilidad de recurso y negociación, la ley pierde su heteronomía, la solidaridad humana se erosiona, ya que el trabajador se convierte en un competidor, y el individuo tiene que buscar la protección de los más poderosos para sobrevivir; en otras palabras, una re-feudalización de la sociedad.

El movimiento francés de "statactivistas" (Bruno et al., 2014) ofrece una lectura complementaria de la situación, que se reconecta con una rica tradición de sociología de los números (Pierre Bourdieu, Alain Desrosieres) para atacar números con números bajo el lema "otro número es posible". Como lo muestran muchos ejemplos convincentes en el libro y los artículos de los *estativistas* (Bruno et al., 2014; Bruno et al., 2014) la lucha contra un uso distópico de la cuantificación no es el fin de la cuantificación, sino su uso correcto disciplinado por leyes justas. El rico repertorio de estrategias desplegadas por los *estativistas* incluye el "judo estadístico", una técnica de autodefensa contra medidas invasivas de rendimiento. Los *estativistas* también demuestra ejemplos de cómo las métricas injustas se pueden deconstruir y reemplazar por unas más justas, por ejemplo, en la medición de la pobreza (Concialdi, 2014), y cómo los estadísticos pueden detectar patologías ocultas de la sociedad; el ejemplo más dramático es el de suicidios en France Telecom como resultado de una drástica reestructuración de la empresa, ver también la discusión en Saltelli (2020).

En la Universidad de Cardiff en el Reino Unido, un laboratorio de justicia de datos examina la relación entre la datificación y la justicia social, investigando la política y las consecuencias de los grandes datos y los procesos impulsados por datos (Universidad de Cardiff, 2020). Una red internacional de investigación denominada "Sociedad para los estudios sociales de Cuantificación (SSSQ)" se ha creado recientemente, reuniendo académicos de disciplinas como historia, filosofía, sociología, antropología y ciencias políticas (Didier, 2020b).

O'Neil describe otros ejemplos virtuosos de activismo de datos (O'Neil, 2016), págs. 91-92, donde los "Hackathons" son la ocasión para la apertura de la caja negra de algoritmos, para detectar prejuicios raciales incrustados, por ejemplo, en el software utilizado por la policía. Otro ejemplo relevante de activismo son los modelos para combatir el *gerrymandering* (fraude electoral) en EE.UU., y para defender en el resto del mundo la integridad de los procesos de votación en las elecciones (Lindeman y Stark, 2012).

Una forma de activismo social sobre la relación entre modelos y sociedad la ofrece Tomás Pueyo, que no es epidemiólogo, y mantiene un blog para los modelos epidemiológicos de COVID-19 y explica en lenguaje sencillo las implicaciones de la incertidumbre del modelo para las opciones políticas (Pueyo, 2020), en la línea de "modelar como un actividad social" discutida en (Saltelli et al., 2020b).

Razones para una ética de la cuantificación

*¿Por qué la sociedad necesita una ética integral de cuantificación?
¿Por qué es urgente ahora?*

Como se señaló anteriormente, para Espeland y Stevens (Espeland y Stevens, 2008) se necesita una sociología y una ética de los números debido a la difusión de la cuantificación y la importancia de nuevos regímenes de medida. En un trabajo anterior de uno de los autores (Saltelli, 2020), el caso de una ética de la cuantificación (EoQ) es hecho de la siguiente manera:

Se necesita una ética de la cuantificación debido a la

- relación simbiótica entre cuantificación y confianza (Porter, 1995).
- Es una defensa frente a abusos estadísticos perpetrados por actores públicos o privados (Bruno et al., 2014).
- Puede oponerse al consecuencialismo en la cuantificación científica, es decir, la producción instrumental de números simplemente porque hay una causa o una audiencia a la que servir, independientemente de la calidad de los números. El consecuencialismo se asocia típicamente con una visión optimista de cómo lo 'bueno' puede computarse de manera ordenada (Saltelli, 2020), y con la 'arrogancia de modelado' que a menudo se encuentra en estudios cuantitativos (Saltelli, 2019; Saltelli et al., 2020a).
- Ayuda a distribuir las responsabilidades y a actuar sobre ellas cuando las métricas producen efectos no deseados (O'Neil, 2016; Muller, 2018).
- Una ética de la cuantificación puede ayudar a comprender que "La técnica nunca es neutral" (Saltelli et al., 2020), es por ello que el resultado de un estudio de política se puede decidir con anticipación simplemente por la elección de los expertos y disciplinas llamadas para adjudicarlo (Beck, 1992). Un ejemplo importante de esto es cuando un tema político se presenta / transforma en una técnica (Ravetz, 1971). Por tanto, una ética de la cuantificación puede ayudar a establecer la relación entre una cuantificación y el contexto y el propósito asociados más estrictos (Zyphur y Pierides, 2017).
- La naturaleza fragmentada de los esfuerzos éticos en diferentes disciplinas discutida anteriormente requiere un esfuerzo ético abarcador.

A esta lista se puede agregar una preocupación más general por la forma en que la numeración puede cambiar la naturaleza de una disciplina. El punto se ha mencionado repetidamente para la matematización de la economía (Reinert, 2000; Mirowski, 1991) y para la sociología siendo presa de rituales estadísticos (Gigerenzer y Marewski, 2014).

Para los autores de Sareen et al. (2020) la principal razón para pedir una ética de la cuantificación se relaciona con las dos caras de cuantificación: una de iluminación y otra de ofuscación social. Los actores que producen la cuantificación pueden iluminar estratégicamente aspectos que pueden ser socialmente legitimados, al tiempo que ofuscan los que no. Un ejemplo es el uso de un censo asistido por IA para supuestamente aumentar la legitimidad de un régimen de gobernanza de biometría, mientras que al mismo tiempo algunos ciudadanos no pueden registrarse, volviéndose invisibles. Este es el caso del sistema Aadhaar en India (Sareen et al., 2020).

Este debate se ha vuelto aún más urgente en el momento de la pandemia. Cuando un conjunto de números, muertes e infecciones en este caso, se establece en el centro del escenario, otros posibles números e historias pueden pasarse por alto, incluidas las pérdidas para los sujetos más vulnerables económicamente, la pérdida de derechos como la educación, la salud (para cuestiones distintas de COVID-19), y a libertades civiles (Didier, 2020a; Foucault et al., 2020).

Obstáculos

¿Por qué la batalla para disciplinar una datificación generalizada del mundo será difícil?

Un programa de mayor atención a la ética de la cuantificación se complica debido a una variedad de factores. Uno es el paradigma tecno-optimista predominante, por el cual el sesgo normativo y la controversia se disipan a la luz de una cuantificación bien elaborada, como argumentó Cass Sunstein (Matthews, 2018), mientras que para Aaron Bastani (Bastani, 2019) la nueva era de Big data e inteligencia artificial nos presentará una era de abundancia, una "Capitalismo de lujo totalmente automatizado".

Respecto a la pandemia, mientras que conceptos como el valor de una vida estadística son considerados controvertidos por muchos autores incluso dentro de su "hogar" en las ciencias actuariales, cuando se aplica en establecer daños compensatorios (Viscusi, 2008), por ejemplo, en caso de accidentes de avión (Linshi, 2015), todavía representan una divisa global en contextos socioeconómicos y de salud. VSL se utiliza en (Thunstrom et al., 2020) para afirmar que el distanciamiento social en EE. UU. conducirá a un beneficio neto de alrededor de \$5,2 billones. A pesar de la aparente objetividad de VSL, incluso dentro de la administración de Estados Unidos, diferentes agencias reguladoras usan diferentes valores de VSL (Viscusi, 2008).

Como ejemplo de la resistencia a la datificación, la naturaleza adictiva de los algoritmos y la IA en las nuevas redes sociales es denunciada por Jaron Lanier, quien sugiere a sus lectores que cierren todas sus cuentas sociales inmediatamente (Danaher et al., 2017).

Según Rob Kitchin (Kitchin, 2017), los algoritmos crean capital, dirigen el comportamiento, identifican a las personas y se multiplican en una creciente red de aplicaciones. Por tanto, representan prácticas no neutrales correspondientes a economías políticas y culturas específicas. De modo que el funcionamiento de los algoritmos no es "apolítico". Para Lucas Introna (Introna, 2016) los nuevos regímenes de cuantificación permiten a un grupo de actores estatales y privados incrementar su interconectividad a expensas de sus sujetos, ya sean estos clientes, consumidores, ciudadanos, migrantes, turistas, sospechosos, estudiantes, amigos, colegas, entre muchos otros. Estas consideraciones sugieren la existencia y el refuerzo del bloqueo y el camino de procesos de dependencia.

El encierro también es evidente en muchas áreas de ocupación. Como investigadores, los autores son muy conscientes del daño causado sobre el sistema de evaluación de la calidad de la investigación basado en métricas como el factor de impacto o el factor Hirsh (Wilsdon, 2016); sin embargo, los investigadores no pueden dejar de utilizar estas medidas más fácilmente que los decanos que no pueden dejar de comprobar la posición de sus departamentos y universidades en los rankings internacionales.

Sea cual sea el rumbo que tome la sociedad, tendrá que lidiar con el pesimismo del dilema de Collingridge (Collingridge, 1980): es arduo controlar una tecnología, ya que es imposible conocer de antemano sus efectos negativos y, cuando las consecuencias se hacen evidentes, podría ser demasiado tarde para intervenir.

Algunas implicaciones emergentes para las políticas

¿Qué debe hacerse?

Dado que la esencia de este trabajo está en la coincidencia de los problemas encontrados en las diferentes áreas de cuantificación, los autores no repiten en esta sección todas las iniciativas de política que ya están en curso en campos existentes donde la discusión está más avanzada, como por ejemplo en la ética de la inteligencia artificial y los algoritmos, ver revisiones recientes en (Cath et al., 2018), (Lo Piano, 2020) o en el dominio de las estadísticas oficiales, donde los códigos de buenas prácticas existen desde hace mucho tiempo.

El enfoque aquí está en las iniciativas más generales que podrían tomarse en números en general. Refiriéndose a IA los autores en (Cath et al., 2018) señalan que "Estamos creando el mundo digital en el que generaciones futuras pasarán la mayor parte de su tiempo", y lo mismo puede decirse del actual patrón de datificación de la vida cotidiana.

A este respecto, se necesitan enfoques holísticos. Para Shoshana Zuboff "Si el futuro digital ha de ser nuestro hogar, somos nosotros quienes deben hacerlo así" (Zuboff, 2019), p. 21. Entre nuestras tareas más urgentes, para este autor, está "nombrar lo sin precedentes", es decir, describir y llamar la atención sobre la singularidad de la presente transición en la batalla contra lo que ella llama capitalismo de vigilancia. Hay analogías sorprendentes entre estos sentimientos y los expresados por estudiosos de diferente orientación, desde juristas (Supiot, 2007) y científicos de datos (O'Neil, 2016) hasta la Stactivistas (I. Bruno et al., 2014) y los historiadores (Muller, 2018; Porter, 2012), entre muchos otros.

Por lo tanto, las siguientes secciones describen algunas sugerencias para actores específicos.

Papel del trabajo organizado

Si esta será una lucha colectiva de "nosotros como pueblo", el papel de los sindicatos y otros actores sociales será de primordial importancia. El ejemplo de la lucha de los estatistas con el instituto oficial de estadística francés INSEE para cambiar la forma de medir la pobreza es instructivo (Concialdi, 2014); la pelea no hubiera sido posible sin la ayuda de sindicatos que pusieron el problema sobre la mesa y ayudaron a los estatistas en su batalla. La pandemia COVID-19 ofrece a los sindicatos un experimento natural sobre qué trabajadores caen en la red de los sistemas de bienestar, cómo medir y compensar el desempeño de todos aquellos trabajadores que han hecho posible el distanciamiento social (OIT, 2020), así como para medir las muchas formas en que la pandemia aumenta las desigualdades existentes (Macfarlane, 2020).

Papel de las instituciones

Para Zuboff, la necesidad de luchar contra las ambiciones totalitarias "sin precedentes" del capitalismo de vigilancia y su intento de dominar la naturaleza humana implica la capacidad de la sociedad para descubrir que no todo está bien (Zuboff, 2019). Mientras Zuboff es bastante preciso en



el diagnóstico del desafío, en general sus conclusiones son vagas en cuanto a qué acciones la debería conducir esta nueva indignación (di Bella, 2019). En nuestra opinión, un ingrediente importante en la batalla de ideas que defiende es dar a la sociedad civil y las instituciones los medios para obtener pruebas independientemente, para contrastar con los importantes dispositivos de persuasión y bombardeo del capitalismo de vigilancia. Según David Michaels (Spencer, 2020), discutiendo cómo contrastar el poder de grupos de presión, "necesitamos ciencia independiente pagada por los productores", lo que significa que parte del costo de esta mayor vigilancia (¿o anti-vigilancia?) debe ser llevado por aquellos que necesitan regularse, en este caso los productores de algoritmos y calificaciones opacos. Es importante evitar la trampa donde "los actores con los bolsillos más profundos pueden comprar la ciencia que necesitan, enmarcar problemas de acuerdo con agendas específicas y hacerlas cumplir en el resto de sociedad" (Saltelli, 2018).

Con el fin de abordar este importante desafío para el futuro de nuestra sociedad, la receta de Lee Drutman (Drutman, 2015) es la de una "Oficina de lobby público". La idea sería ofrecer a los ciudadanos la misma protección que los tribunales brindan a los acusados indigentes. En este sentido, desde la perspectiva de Estados Unidos, se puede recordar a su Oficina de Evaluación Tecnológica (OTA). Eliminado en 1995 por una legislatura conservadora (Chubin, 2001), ofrece una advertencia. "Un momento de reflexión trae a la mente una docena o más de temas en los que una agencia analítica como OTA podría ser útil hoy en día", señala Adam Keiper (Keiper, 2004). En 2020, una agencia tipo OTA no estaría sin trabajo.

Europa y la agenda para la investigación y la innovación responsables (RRI)

En Europa, el movimiento de Investigación e Innovación Responsable (RRI), parte de la estrategia de investigación Horizonte2020, de la Comisión Europea, ha contribuido a una reflexión sobre la "Impactos correctos" de la investigación, así como en la gobernanza de la investigación, capacidad de respuesta, integración y anticipación de las consecuencias a menudo impredecibles de la ciencia y la tecnología (Owen et al., 2012). RRI enumera seis claves de políticas que debe promover: ética, igualdad de género, gobernanza, acceso abierto, participación pública y educación científica (Comisión Europea, 2014). Quizás un séptimo, cuantificación responsable, debe agregarse a la lista.

Ética de la cuantificación, en principios

Si uno tuviera que explicar, después de la ilustración anterior, en qué consiste una ética de la cuantificación, sería imposible hacer una síntesis en el presente multiverso de números. En el campo de la estadística, en el de la modelización matemática, en el de los algoritmos y las valoraciones, están en juego simultáneamente multitud de aspiraciones, agendas e intereses. Lo que quizás pueda sugerirse aquí son algunos principios que podrían seguirse de manera útil para avanzar hacia una forma más madura de coexistencia entre el número y la sociedad.

- La multidimensionalidad de los "algoritmos de relevancia pública" (una definición debida a Gillespie, 2014) señala un espacio de influencia sociopolítica y relevancia pública de la cuantificación, que requiere un movimiento de

equilibrio que los autores asocian con una ética de la cuantificación. *Una ética de cuantificación como marco para investigar la relevancia social de la cuantificación.*

- Nuestro análisis de la literatura se ha centrado en la disonancia cognitiva entre el posible impacto adverso de la cuantificación, y su supuesta función de certeza universal, neutralidad, y control. *Una ética de la cuantificación como vigilancia sobre la encuadres y supuestos hablados y tácitos.*
- La cuantificación puede pertenecer a una cultura de arrogancia o a una de humildad (Jasanoff, 2003). *Una ética de la cuantificación como una brújula para mirar los números a lo largo del eje humildad-arrogancia.*
- La certeza de los números y el descuido de la ambigüedad y el "no saber" (Gupta, 2001) pueden limitar el espacio de posibles soluciones políticas, o peor aún, pueden ofrecer a la política la oportunidad de abdicar de la decisión, transformando una decisión política en técnica, impuesta por la certeza de la predicción cuantitativa. *Una ética de la cuantificación para probar sistemáticamente los números faltantes y los puntos ciegos.*
- Como mencionamos en nuestra perspectiva, tanto la sociedad como el colectivo de cuantificadores tienen un papel útil que desempeñar en un contexto de participación y activismo. *Una ética de la cuantificación como marco normativo y hogar intelectual para diversas formas de activismo de datos, activismo modelo y activismo estadístico.*
- La calidad del conocimiento debe ser la herramienta principal que ayude a mapear las principales dimensiones de los fenómenos sociales, políticos y económicos, superando las asimetrías del conocimiento. La calidad del conocimiento puede ser asistida por un proceso de cuantificación socialmente mediada, con un papel para las formas de calidad participativa (van der Sluijs et al., 2005; Saltelli et al., 2013). *Una ética de cuantificación para fomentar la calidad como adecuación para el propósito social.*

Estos principios no son nuevos y se pueden encontrar en diferentes formas en obras relacionadas con, por ejemplo, modelado matemático (Saltelli, 2019) (Saltelli et al., 2020a), indicadores (Engle Merry, 2016) o algoritmos (O'Neil, 2016).

Conclusiones

Este trabajo ha tratado de enfatizar los puntos en común entre los diferentes ámbitos de cuantificación, para enfatizar que estos puntos no se perdieron en el pensamiento de los sociólogos de los números (Porter, 1995), y que el llamado que estos académicos hicieron ayer para una ética de la cuantificación (Espeland y Stevens, 2008) se vuelve aún más urgente hoy que las sociedades viven inmersas en números, incluidos los de COVID-19, que son visibles (número de muertes e infecciones) o invisibles (algoritmos de seguimiento social).

El poder mágico de la seducción de los números (Engle Merry, 2016) ha aumentado enormemente, incluso bajo la dirección del capitalismo de plataforma y vigilancia. Como resultado, las formas de aprender y afrontar socialmente se han vuelto al mismo tiempo más necesarios y más difíciles.

El presente artículo trató de capturar la perspectiva común que surge de la lectura de los autores de las señales de preocupación de la literatura existente, y derivar de estas lecturas las buenas razones por las que nosotros, como ciudadanos y académicos, deberíamos actuar ahora. Se ha intentado mostrar cómo las asimetrías y los bloqueos se interponen en el camino de una solución, especialmente porque es el modelo de decisión política en sí mismo que se ha sustraído de la agencia humana y se ha confiado a la lógica, a menudo opaca, de los algoritmos. Finalmente, se han ofrecido algunas reflexiones para la política, enfatizando la necesidad colectiva y la responsabilidad de las acciones, involucrando a instituciones, actores sociales, académicos y ciudadanos.

Referencias

- Bastani A (2019) Fully automated luxury capitalism. A manifesto. Verso, New York
- Beck PU (1992) Risk society: towards a new modernity. Published in Association with Theory, Culture and Society. Sage Publications, CA
- Begley CG, Ellis LM (2012) Drug development: raise standards for preclinical cancer research. *Nature* 483(7391):531–533. <https://doi.org/10.1038/483531a>
- Bella SD (2019) Book review: the age of surveillance capitalism: the fight for a human future at the new frontier of power by shoshana zuboff. London School of Economics
- Bradshaw GA, Borchers JG (2000) Uncertainty as information: narrowing the science-policy gap. *Ecology and Society*. The Resilience Alliance
- Bruno I, Didier E, Prévieux J (2014) Statactivisme. Comment Lutter Avec Des Nombres. Zones, La Découverte, Paris
- Bruno I, Didier E, Vitale T (2014) Editorial: statactivism: forms of action between disclosure and affirmation. *Open J Sociopolit Stud* 2(7):198–220. <https://doi.org/10.1285/i20356609v7i2p198>
- Cardiff University (2020) Data Justice Lab. School of Journalism, Media and Culture. 2020. <https://datajusticelab.org/>
- Cath C, Wachter S, Mittelstadt B, Taddeo M, Floridi L (2018) Artificial intelligence and the ‘good society’: The US, EU, and UK Approach. *Sci Eng Ethics* 24 (2):505–528. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9901-7>
- Chubin DE (2001) Filling the Policy Vacuum Created by OTA’s Demise | Issues in Science and Technology. *Issues in Science and Technology* XVII (2). <https://issues.org/stalk-5/>
- Collingridge D (1980) The social control of technology. St. Martin’s Press, New York; London
- Concialdi P (2014) Le BIP40: Alerte Sur La Pauvreté. In: Bruno I, Didier E, Prévieux J (eds) Statactivisme. Comment Lutter Avec Des Nombres. Zones, La Découverte. pp. 199–211
- Copstake J (2019) AI Ethics Backed by Pope and Tech Giants in New Plan. *BBC News* Feb 2019. <https://www.bbc.com/news/technology-51673296>
- Danaher J, Hogan M, Noone C, Kennedy R, Behan A, De Paor A, Flezmann H et al. (2017) Algorithmic governance: developing a research agenda through the power of collective intelligence. *Big Data Soc* 4(2):1–21
- Didier E (2020a) Politique Du Nombre de Morts. AOC. Analyse Opinion Critique, 2020. <https://aoc.media/opinion/2020/04/15/politique-du-nombre-de-morts/>
- Didier E (2020b) Society for the Social Studies of Quantification (SSSQ), <https://en.ird.fr/project-sssq-society-social-studies-quantification>
- Drutman L (2015) The Business of America is lobbying: how corporations became politicized and politics became more corporate. Oxford University Press
- Edwards MA, Roy S (2017) Academic research in the 21st century: maintaining scientific integrity in a climate of perverse incentives and hypercompetition. *Environ Eng Sci* 34(1):51–61. <https://doi.org/10.1089/ees.2016.0223>
- Engle Merry S (2016) The seductions of quantification: measuring human rights, gender violence, and sex trafficking. University of Chicago Press
- Espeland WN, Stevens ML (2008) A sociology of quantification. *Eur J Sociol* 49 (3):401–436. <https://doi.org/10.1017/S0003975609000150>
- European Commission (2014) Responsible research and innovation. Science with and for Society Website. 2014. https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_rri/KI0214595ENC.pdf
- Fauci A (2020) There is no number-answer. Twitter. <https://twitter.com/marioricciard18/status/1237778247011663872>
- Ferguson NM, Cummings DAT, Fraser C, Cajka JC, Cooley PC, Burke DS (2006a) Strategies for Mitigating an Influenza Pandemic. SUPPLEMENTARY INFORMATION. *Nature*. https://static-content.springer.com/esm/art%3A10.1038%2Fnature04795/MediaObjects/41586_2006_BFnature04795_MOESM28_ESM.pdf
- Ferguson NM, Cummings DAT, Fraser C, Cajka JC, Cooley PC, Burke DS (2006b) Strategies for mitigating an influenza pandemic. *Nature* 442(7101):448–452. <https://doi.org/10.1038/nature04795>
- Ferguson NM, Laydon D, Nedjati-Gilani G, Imai N, Ainslie K, Baguelin ZCM, Bhatia S, Boonyasiri A, Cuomo-Dannenburg G, Dighe A (2020) Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. Imperial College, London
- Foucault M, Agamben G, Nancy JL, Esposito R, Benvenuto S, Dwivedi D, Mohan S, Ronchi R, de Carolis M (2020) Coronavirus and Philosophers. *Eur J Psychoanal*, online issue: <https://www.journal-psychoanalysis.eu/coronavirus-and-philosophers/>
- Frankel TC (2020) The government has spent decades studying what a life is worth. It hasn’t made a difference in the Covid-19 crisis, 2020. <https://www.washingtonpost.com/business/2020/05/23/government-has-spent-decadesstudying-what-life-is-worth-it-hasnt-made-difference-covid-19-crisis/>
- Fund J (2020) Neil Ferguson’s Coronavirus imperial college model— ‘Professor Lockdown’ Resigns in disgrace. *National Review*, May 6, 2020. <https://www.nationalreview.com/corner/professor-lockdown-modelresigns-in-disgrace/>
- Funtowicz S, Ravetz JR (1993) Science for the post-normal age. *Futures* 25 (7):739–55. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L)
- Gelman A (2019) ‘Retire Statistical Significance’: the discussion. blog: statistical modelling, causal inference and social sciences. 2019. <https://statmodeling.stat.columbia.edu/2019/03/20/retire-statistical-significance-the-discussion/>

- Gigerenzer G, Marewski, JN (2014) Surrogate science: the idol of a universal method for scientific inference. *J Manag* 0149206314547522. <https://doi.org/10.1177/0149206314547522>
- Gillespie T (2014) The relevance of algorithms. In Boczkowski PJ, Foot, KA (eds) *Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society*. MIT press, pp. 167–193
- Goldacre B (2012) *Bad pharma: how drug companies mislead doctors and harm patients*. Fourth Estate
- Gray J (2018) Unenlightened thinking: steven pinker's embarrassing new book is a feeble sermon for rattled liberals. *New Statesman*, Feb 2018. <https://www.newstatesman.com/culture/books/2018/02/unenlightened-thinking-steven-pinker-s-embarrassing-new-book-feeble-sermon>
- Gupta S (2001) Avoiding ambiguity: scientist sometimes use mathematics to give the illusion of certainty. *Nature* 412(6847):589. <https://doi.org/10.1038/35088152>
- Harris RF (2017) *Rigor mortis: how sloppy science creates worthless cures, crushes hope, and wastes billions*. Basic Books
- High-level expert group on artificial intelligence (2019) "Ethics Guidelines for Trustworthy AI." European Commission Document. 2019. <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation>
- ILO (2020) COVID-19: protecting workers in the workplace. International Labour Organization. 2020. https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_745879/lang-en/index.htm
- Introna LD (2016) Algorithms, governance, and governmentality. *Sci Technol Human Values* 41(1):17–49. <https://doi.org/10.1177/0162243915587360>
- Ioannidis JPA (2005) Why most published research findings are false. *PLoS Med* 2 (8). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- Ioannidis JPA (2016) Evidence-based medicine has been hijacked: a report to David Sackett. *J Clin Epidemiol* 73(May):82–86. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.02.012>
- Jasanoff S (2003) *Technologies of humility: citizen participation in governing science*. Springer, Minerva, 10.1023/A:1025557512320
- Jasanoff S (2007) *Technologies of humility*. Nature. <https://doi.org/10.1038/450033a>
- Kay JA, King MA (2020) *Radical uncertainty: decision-making beyond the numbers*. W. W. Norton & Company
- Keiper A (2004) *Science and congress*. The New Atlantis, 2004. <https://www.thenewatlantis.com/publications/science-and-congress>
- Kitchin R (2017) Thinking critically about and researching algorithms. *Inform Commun Soc* 20(1):14–29. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154087>
- Kitching RP, Thrusfield MV, Taylor NM (2006) Use and abuse of mathematical models: an illustration from the 2001 foot and mouth disease epidemic in the United Kingdom. *Sci Tech Rev Office Int Des Epizooties* 25 (1):293
- Landler M, Castle S (2020) Behind the virus report that jarred the U.S. and the U.K. to action. *The New York Times*. March 17, 2020. <https://www.nytimes.com/2020/03/17/world/europe/coronavirus-imperial-college-johnson.html>
- Lanier J (2006) *Who owns the future?* Penguin Books
- Law T, Martinez G (2020) *A Timeline of Trump's Hurricane Dorian, Alabama Controversy*|Time. Time, September 2020. <https://time.com/5671606/trumphurricane-dorian-alabama/>
- Lazo JK, Morss RE, Demuth JL (2009) 300 billion served. *Bull Am Meteorol Soc* 90 (6):785–98. <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2604.1>
- Lindeman M, Stark PB (2012) A gentle introduction to risk-limiting audits. *IEEE Security Privacy* 10(5):42–49. <https://doi.org/10.1109/MSP.2012.56>
- Linshi J (2015) Germanwings plane crash: how much compensation for victims' families?|Time. Time, March 2015. <https://time.com/3763541/germanwingsplane-crash-settlement/>
- Lo Piano S (2020) Ethical principles in machine learning and artificial intelligence: cases from the field and possible ways forward. *Humanities and Social Sciences Communications* 7(1)
- Luhmann N (1995) *Social system*. Stanford University Press
- Macfarlane L (2020) By protecting rentier interests, we are making the most vulnerable pay for the crisis. *Open Democracy*, May 2020. <https://www.opendemocracy.net/en/oureconomy/protecting-rentier-interests-we-are-making-most-vulnerable-pay-crisis/>
- Mansley LM, Donaldson AI, Thrusfield MV, Honhold N (2011) Destructive tension: mathematics versus experience-the progress and control of the 2001 foot and mouth disease epidemic in Great Britain. *OIE Revue Scientifique et Technique* 30(2):483–498. <https://doi.org/10.20506/rst.30.2.2054>
- Matthews D (2018) "Can technocracy be saved? An interview with Cass Sunstein." *Vox*, October 2018. <https://www.vox.com/future-perfect/2018/10/22/18001014/cass-sunstein-cost-benefit-analysis-technocracy-liberalism>
- Mirowski P (1991) *More heat than light: economics as social physics, physics as nature's economics*. Cambridge University Press
- Mirowski P (2011) *Science-mart, privatizing American science*. Harvard University Press
- Moeller HG (2006) *Luhmann explained*. Open Court Publishing Company
- Muller JZ (2018) *The tyranny of metrics*. Princeton University Press
- O'Neil C (2016) *Weapons of math destruction: how big data increases inequality and threatens democracy*. Random House Publishing Group
- Owen R, Macnaghten P, Stilgoe J (2012) Responsible research and innovation: from science in society to science for society, with society. *Sci Public Policy* 39 (6):751–760. <https://doi.org/10.1093/scipol/scs093>
- Pielke RA Jr (2007) *The honest broker*. Cambridge University Press
- Pielke R Jr (2020) The mudfight over 'wild-ass' covid numbers is pathological. *Wired*, April 2020. <https://www.wired.com/story/the-mudfight-over-wild-ass-covid-numbers-is-pathological/>
- Pielke Jr R, Carbone RE, Pielke Jr R, Carbone RE (2002) Weather impacts, forecasts, and policy. *Bull Am Meteorol Soc* 83(3):293–403

- Pinker S (2018) Enlightenment now: the case for reason, science, humanism, and progress. Random House
- Popp Berman E, Hirschman D (2018) The sociology of quantification: where are we now? *Contemporary Sociol* 47(3):257–266
- Porter TM (1995) Trust in numbers: the pursuit of objectivity in science and public life. Princeton University Press
- Porter TM (2012) Funny numbers. *Cult Unbound* 4:585–598
- Pueyo T (2020) Coronavirus: why you must act now. Medium. 2020. <https://medium.com/@tomaspueyo/coronavirus-act-today-or-people-will-die-f4d3d9cd99ca>
- Ravetz JR (1971) Scientific knowledge and its social problems. Oxford University Press
- Reinert ES (2000) Full circle: economics from scholasticism through innovation and back into mathematical scholasticism. *J Econ Stud* 27(4/5):364–376. <https://doi.org/10.1108/01443580010341862>
- Rhodes T, Lancaster K (2020) Mathematical models as public troubles in COVID19 infection control: following the numbers. *Health Sociol Rev* 1–18. <https://doi.org/10.1080/14461242.2020.1764376>
- Rhodes T, Lancaster K, Rosengarten M (2020) A model society: maths, models and expertise in viral outbreaks. *Crit Public Health* 30(3):253–256. <https://doi.org/10.1080/09581596.2020.1748310>
- Salmon F (2009) Recipe for disaster: the formula that killed wall street. *Wired*, Feb 2009. <https://www.wired.com/2009/02/wp-quant/>
- Saltelli A (2018) Why science’s crisis should not become a political battling ground. *Futures* 104:85–90
- Saltelli A (2019) Statistical versus mathematical modelling: a short comment. *Nat Commun* 10:1–3. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11865-8>
- Saltelli A (2020) Ethics of quantification or quantification of ethics? *Futures* 116. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102509>
- Saltelli A, Annoni P (2010) How to avoid a perfunctory sensitivity analysis. *Environ Model Software* 25(12):1508–1517. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.04.012>
- Saltelli A, Aleksankina K, Becker W, Fennell P, Ferretti F, Holst N, Li S, Wu Q (2019) Why so many published sensitivity analyses are false: a systematic review of sensitivity analysis practices. *Environ Model Software* 114 (April):29–39. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSOFT.2019.01.012>
- Saltelli A, Bammer G, Bruno I, Charters E, Di Fiore M, Didier E, Espeland WN et al. (2020a) Five ways to ensure that models serve society: a manifesto. *Nature* 582:482–484. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01812-9>
- Saltelli A, Bammer G, Bruno I, Charters E, Di Fiore M, Didier E, Espeland WN, Kay J, Piano SL, Mayo D, Pielke Jr R (2020b) Five ways to make models serve society: a manifesto—Supplementary Online Material. *Nature* 582. <https://www.nature.com/magazine-assets/d41586-020-01812-9/18121984>
- Saltelli A, Benini L, Funtowicz S, Giampietro M, Kaiser M, Reinert ES, van der Sluijs JP (2020) The technique is never neutral. how methodological choices condition the generation of narratives for sustainability. *Environ Sci Policy* 106:87–98
- Saltelli A, Boulanger P-M (2019) Technoscience, policy and the new media. nexus or vortex? *Futures*, Nov 102491. <https://doi.org/10.1016/J.FUTURES.2019.102491>
- Saltelli A, Funtowicz S (2017) What is science’s crisis really about? *Futures* 91:5–11
- Saltelli A, Pereira ÂG, van der Sluijs JP, Funtowicz S (2013) What do i make of your latinorumc sensitivity auditing of mathematical modelling. *Int J Foresight Innovat Policy* 9(2/3/4): 213–234. <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2013.058610>
- Sareen S, Rommetveit K, Saltelli A (2020) Ethics of quantification: illumination, obfuscation and performative legitimization. *Pal Commun* 6:1–5
- Sarewitz D, Pielke RA, Byerly R (2000) Prediction: science, decision making, and the future of nature. Island Press
- Scheufele DA (2014) Science communication as political communication. *Proc Natl Acad Sci USA* 111 Suppl (Supplement 4): 13585–13592
- Smaldino PE, McElreath R (2016) The natural selection of bad science. *Royal Soc Open Sci* 3:160384
- Spencer KA (2020) The art of scientific deception: how corporations use ‘mercenary science’ to evade regulation. *Salon.Com*, Feb 2020. <https://www.salon.com/2020/02/02/the-art-of-scientific-deception-howcorporations-use-mercenary-science-to-evade-regulation/>
- Sridhar D, Majumder MS (2020) Modelling the pandemic. *BMJ* 369(April):m1567. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1567>
- Steerpike (2020) Six questions that neil ferguson should be asked. *The Spectator*, May 12, 2020. <https://www.spectator.co.uk/article/six-questions-that-neilferguson-should-be-asked>
- Supiot A (2007) Governance by numbers: the making of a legal model of allegiance. Oxford University Press
- Taleb NN, Bar-Yam Y (2020) The UK’s coronavirus policy may sound scientific. It isn’t. *The Guardian*, March 25, 2020. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/mar/25/uk-coronavirus-policy-scientific-dominic-cummins>
- Thunstrom L, Newbold S, Finnoff D, Ashworth M, Shogren JF (2020) The Benefits and Costs of Flattening the Curve for COVID-19. *SSRN Electron J* <https://doi.org/10.2139/ssrn.3561934>
- van der Sluijs JP, Craye M, Funtowicz S, Kloprogge P, Ravetz JR, Risbey J (2005) combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model-based environmental assessment: the NUSAP system. *Risk Anal* 25 (2):481–492. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00604.x>
- Viscusi WK (2008) The flawed hedonic damages measure of compensation for wrongful death and personal injury. *J Forensic Econ* 20(2):113–135. <https://doi.org/10.5085/0898-5510-20.2.113>
- Waltner-Toews D, Biggeri A, Marchi B De, Funtowicz S, Giampietro M, O’Connor M, Ravetz J R, Saltelli A, van der Sluijs JP (2020) “Post-Normal Pandemics: Why COVID-19 Requires a New Approach to Science.” *STEPS Centre Blog*. 2020. <https://steps-centre.org/blog/postnormal-pandemic-s-why-covid-19-requires-anew-approach-to-science/>
- Wilmott P, Orrell D (2017) The money formula. Wiley & Sons
- Wilsdon J (2016) The metric tide: the independent review of the role of metrics in research assessment and management. Sage Publications, Ltd
- Zuboff S (2019) The age of surveillance capitalism: the fight for a human future at the new frontier of power. PublicAffairs
- Zyphur MJ, Pierides DC (2017) Is quantitative research ethical? tools for ethically practicing, evaluating, and using



quantitative research. *J Business Ethics* 143(1):1–16. <https://doi.org/10.1007/s10551-017-3549-8>

Notas

- 1** La mayor parte de la discusión está alojada en GitHub, y los enlaces relevantes están disponibles en <https://bit.ly/2TknWR7>

Copyright: © 2020 Saltelli