

Miguel Ángel Pérez García



# UNA FINA CAPA SOCIAL

UNIVERSIDAD  
**SIGLO 21**  
La educación evoluciona

Obra ganadora del Concurso internacional de ensayo  
"Pensando el siglo XXI"

# Una fina capa social

**Miguel Ángel Pérez García**

Ensayo ganador del Concurso internacional de ensayo  
“Pensando el siglo XXI”  
Organizado por la Universidad Siglo 21

**1.ª edición digital: junio de 2020**

©Miguel Ángel Pérez García 2020

Todos los derechos reservados

Imágenes: Pixabay/Canstock

Todos los derechos reservados. Bajo las sanciones establecidas en el ordenamiento jurídico, queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita del titular del *copyright*, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendiendo la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamos públicos.

## Índice

Introducción .....	4
La incertidumbre siembra el caos .....	11
Las causas de la incertidumbre: millones de individuos independientes .....	18
Las singularidades: cuando el ser humano pierde el control de la situación .....	30
Enjambres, hormigueros y rebaños.....	43
El factor humano .....	48
Un modelo mecanicista de la sociedad .....	53
Sociedades escasamente conectadas.....	61
Sociedades conectadas .....	73
El sustrato físico de la conexión social.....	82
La fina capa social.....	87
Redundancia .....	103
Epílogo.....	112

## Acerca del autor

**Miguel Ángel Pérez García** nace en Mieres (Asturias, España) en 1962. Es doctor en Ingeniería industrial por la Universidad de Oviedo y profesor de esa misma universidad desde 1990, donde desarrolla su investigación en torno a sistemas de medida. Dentro del ámbito académico ha escrito decenas de publicaciones científicas de carácter internacional, cuatro libros de texto de referencia (Thomson, Paraninfo y Garceta) y realizado varias traducciones del inglés (para McGraw-Hill y Pearson). En la vertiente literaria es creador y editor de la revista literaria *Oceanum* que se publica mensualmente desde 2018 y en la que participan escritores y artistas de ambos lados del Atlántico. *¿Estarás conmigo pasado mañana?* (Atlantis, 2019) es su tercera novela, escrita en un tono intimista que se adentra en el terreno de la inexistencia. La primera fue *Adagio* (Camelot, KRK, 2015) que funde la música y el dolor de la guerra en el marco del bombardeo de Dresde y la segunda, *Cinco horas con RENFE* (Hades, 2016), un cóctel de misantropía y humor.

Yo amo los mundos sutiles,  
ingrávidos y gentiles  
como pompas de jabón.  
Me gusta verlos pintarse  
de sol y grana, volar  
bajo el cielo azul, temblar  
súbitamente y quebrarse.

“Proverbios y cantares”, de *Campos de Castilla*. Antonio Machado.

# Introducción



No sé hacia dónde se dirige el mundo, pero lo presiento frágil.

La consideración de que la sociedad humana se estructura en diferentes estratos o capas, denominadas generalmente como clases sociales, constituye una de las técnicas más frecuentes para analizar sus características, más allá de la forma en que se definan o se sustenten dichas clases sociales. Las relaciones entre individuos quedan matizadas por las clases sociales a las que pertenezcan y, consecuentemente, la mayoría del flujo social depende de esas relaciones. Así, en una primera etapa, cualquier sociedad podría ser definida estudiada y analizada en función de las características cualitativas y cuantitativas de sus clases sociales, las relaciones entre ellas y el flujo de miembros de dicha sociedad que pueden cambiar de una a otra. Desde la mayoría de las ópticas, histórica, económica, política, etc., la estructura de clases permite conocer una sociedad en detalle, su evolución, su situación en un momento determinado y, obviamente, articular las acciones que tenderían a mejorar el estatus social de uno, varios o todos los estratos que constituyen dicha sociedad.

Sin embargo, dicha visión no siempre es suficiente para analizar el devenir de la sociedad o puede llegar a imposibilitarlo bajo determinadas circunstancias. Por ejemplo, es fácil entender que una medida política que consista en bajar los impuestos en un determinado tramo de ingresos tiene una repercusión directa positiva sobre la clase social afectada (entendida como clase económica) y una repercusión indirecta negativa sobre las demás, puesto que obligaría a reducir de alguna forma los servicios sociales que sustentaban los tributos perdidos. Concretar el ejemplo y comprobar las consecuencias es relativamente sencillo, pues se ha producido en muchas sociedades a lo largo de la historia reciente y, en función de la óptica con que se mire, da lugar a las más variopintas interpretaciones, es decir, resulta tan opinable que es objeto del juego político. Y la política es otra historia.

También es fácil de entender otro ejemplo similar, como podría ser la modificación de los derechos de una clase social (entendida ahora bajo una definición más marxista) que permitiese a ese colectivo cambiar la forma en que se relaciona con otro de los estratos. Nuevamente, la estructuración social basada en clases explicaría los movimientos y sucesos que se producirían como consecuencia de una acción que, por ejemplo, limitase o ampliase el derecho de huelga u otra que permitiese el despido libre. Incluso, el estudio de este tipo de derechos, su implantación, extensión y ámbito en cada una de las sociedades puede ayudar a explicar las diferencias que se observan entre ellas, su estructura, la seguridad o los fenómenos migratorios, por citar unos pocos casos.

Así pues, entendida la sociedad como un ente estructurado en diversos estratos o capas formadas por individuos con características comunes, su funcionamiento se puede definir mediante las relaciones que existen entre sus variables características, ya sean acciones (entradas o causas) o resultados (salidas, efectos o consecuencias), bajo unas condiciones coyunturales y estructurales específicas.

Esto supone la existencia de un modelo con mayor o menor grado de complejidad que define las relaciones de causalidad entre todas las variables implicadas y que, en caso de conseguir una completa definición del mismo, proporcionaría la explicación de todos los resultados en función de las acciones, la situación estructural y las condiciones coyunturales específicas del momento. Un modelo de este tipo permite explicar la situación socioeconómica de cada uno de los estratos sociales y, por tanto, la de los individuos que los componen.

Disponer de un modelo explícito de este tipo sería la panacea para cualquier político, pues le permitiría conocer de antemano las consecuencias de sus decisiones y, por tanto, optimizar el desarrollo de su gestión. Y en el caso de que la sociedad dispusiese de algún tipo de régimen democrático, aquel podría capitalizar tales éxitos mediante una buena cosecha de votos procedentes de los estratos que más se hayan beneficiado de sus decisiones o que más hayan creído beneficiarse con ellas. Desgraciadamente para el gestor político, tal modelo no existe o, al menos, no existe de forma completa y, aunque sería muy interesante conseguirlo, eso también es otra historia.

Y es otra historia porque esos modelos serían incapaces de predecir lo que ocurriría si, por ejemplo, un determinado gestor político prohibiese que los vehículos puedan usar las carreteras o que los aviones puedan volar. Una acción de ese tipo no iría encaminada a un determinado estrato social sino que todas las clases se verían afectadas, aunque no del mismo modo. Ningún modelo social estaría pensado para tener en cuenta acciones como estas, que podrían considerarse de forma casi unánime dentro del terreno de la majadería. ¿Para qué iba a tomar alguien una decisión así?

Ya ocurrió: Eyjafjajjokull es el nombre impronunciable de un pequeño volcán islandés que entró en erupción en la primavera de 2010 y que sembró de ceniza los cielos de la mayor parte de Europa. Los efectos perniciosos de la ceniza sobre las turbinas, la visibilidad y la sustentación aerodinámica de los aviones forzaron a un cierre progresivo de los espacios aéreos de los diferentes países, que empezó en el norte y se fue extendiendo hacia el sur, hasta alcanzar una buena parte de Francia e Italia. Con los corredores aéreos habituales cerrados y la imposibilidad de implementar otros nuevos con la seguridad y la capacidad suficiente, los aviones se quedaron en tierra. Todos los aviones. Y con ellos, millones de pasajeros, cada uno con sus necesidades de desplazamiento más o menos acuciantes y cada uno con opción o no de acceder a un medio de transporte alternativo.

Las consecuencias no hicieron distinción entre pasajeros, se apretujasen en las butacas de un exiguo 737 de Ryanair o disfrutasen de la primera clase de un A380 de Emirates; fuesen personas poderosas, siempre prestas a tomar decisiones ejecutivas, o turistas de mochila y albergue, dispuestas a sacar el máximo partido de unos pocos euros. Los contratiempos de la aviación no entienden de clases sociales.

Las consecuencias económicas directas alcanzaron miles de millones de euros y las indirectas fueron mucho mayores, aunque nunca llegaron a evaluarse con certeza. Así pues, no fue un gestor político quien tomó una decisión descabellada, sino que vino impuesta por una de esas situaciones coyunturales que ocurre de forma singular sin opción alguna de evitarla ni de prevenirla.

El *Diccionario de la Lengua Española* denomina “evento” a las situaciones acaecidas de forma imprevista. Esa es la primera acepción; la segunda, igual de importante que la primera,

nos habla de una situación importante, pero previsible: “Suceso importante y programado, de índole social, académica, artística o deportiva”.

Continuando con la primera acepción, el evento de la erupción del volcán islandés se saldó sin daños personales directos, con la evacuación de algunos cientos de lugareños y con una elevada factura económica, aunque Europa vivió unos días en el caos y bordeando la catástrofe hasta que los cielos se aclararon, el volcán moderó su actividad y los vientos soplaron en otra dirección. Bien es cierto que se puede argumentar que aquel problema no fue tan serio y que la misma sociedad, hace solo unos decenios, habría contemplado con toda tranquilidad una situación semejante porque, ni volar era algo necesario ni los aviones de entonces eran conscientes de los efectos perniciosos de la ceniza de un volcán a miles de kilómetros de distancia. Incluso, poco más de un siglo antes, cuando el vuelo estaba reservado a insectos, aves, murciélagos y a la fantasía de los escritores de ciencia ficción, el evento habría pasado desapercibido a la práctica totalidad de la sociedad o, en último caso, teñiría los atardeceres de tonos más rojizos como consecuencia de la mayor dispersión luminosa en las zonas bajas del espectro.

Fue precisamente en el siglo XIX cuando tuvo lugar otro de estos eventos imprevistos que tuvo poca incidencia por aquel entonces y que, si se diese en la actualidad, causaría daños mucho más importantes y, quizá, irreversibles: aquel fue el evento Carrington. El 28 de agosto de 1859 se produjo una fuerte llamarada solar que fue observada por el astrónomo Richard Carrington, algo que hoy se conoce con el término científico de eyección de masa coronal, un fenómeno que ocurre en el Sol de forma relativamente frecuente y que supone la expulsión de cantidades más o menos importantes de plasma a gran velocidad. La Tierra dispone de un escudo magnético que, en el caso de que la eyección se produjese en la dirección que ocupe el planeta en ese momento, permitiría desviar la mayoría de ese flujo de partículas cargadas hacia los polos, para dar lugar a hermosas auroras boreales y australes. Pero cuando el flujo es demasiado intenso, el escudo magnético no puede con toda esa masa y una parte de ella alcanza la superficie en cualquier punto. El evento Carrington fue una de las mayores eyecciones de la historia reciente que llegaron a la Tierra y causó daños importantes en los escasos aparatos eléctricos del momento como, por ejemplo, en los sistemas de comunicación telegráfica.

Desde entonces, aunque ha habido muchas eyecciones de masa coronal y aunque algunas se han conseguido documentar con fotografías y abundante toma de datos, no se ha vuelto a producir un evento de tal intensidad, aunque el sol sigue manifestando una cierta periodicidad en su comportamiento respecto de estas cuestiones.

Suponer lo que sucedería si se repitiese una situación semejante en la actualidad tiene una parte demostrable y otra especulativa. La primera pertenece al terreno de la ciencia y explica lo que ocurriría con determinados sistemas como un efecto directo del evento. Sin entrar en detalles, que sería muy tedioso abordar y que escapan del ámbito de esta obra, la inmensa mayoría de los satélites sufrirían daños irreversibles, con lo que las comunicaciones y los sistemas de posicionamiento global quedarían desactivados durante un tiempo imprevisible. En tierra, un cierto porcentaje de equipos informáticos quedaría afectado y, en líneas generales, todos los equipos electrónicos podrían sufrir algún tipo de daño. Aunque existe una cierta capacidad de predicción —los sistemas de observación solar permiten dar la alerta unas horas antes— la tecnología actual no deja margen para tomar muchas precauciones. Quizá algunos equipos críticos pudieran ponerse a salvo, forzar el aterrizaje de los aviones en vuelo y detener los trenes de alta velocidad, todo ello con ese espacio de horas que media entre la visión del suceso (unos ocho minutos después de que se produzca) y la llegada de las partículas que alcanzarían la superficie del planeta pocas horas más tarde. En otras palabras, un plan de contingencia podría salvar lo inmediato y evitar la pérdida de miles de vidas, pero sería prácticamente imposible librar del impacto a la red de satélites y a la mayoría de los sistemas electrónicos.

Hasta aquí, lo que puede ser estimado sin mucho error y, de ahí en adelante, la tarea especulativa de explicar cómo se comportaría la sociedad actual cuando tiene que prescindir de las comunicaciones y de una buena parte de sus equipos electrónicos de soporte. El problema radica en que los modelos que podrían estimar la pauta que seguiría la sociedad — los sencillos que estén disponibles o los más complejos que lo estarán en el futuro— están previstos para trabajar con pequeñas variaciones sobre terrenos conocidos y no con singularidades en escenarios no previstos. En el fondo, son como las matemáticas cuando analizan una determinada función: capaces de estudiar lo evidente pero sin herramientas para hacerse cargo de las discontinuidades, los puntos en los que pequeños cambios en la variable independiente desencadenan cambios brutales en el resultado de la función. Sin embargo, esta es la situación que se tiene durante la producción de un evento.

Para ilustrar este comportamiento en los alrededores de una singularidad, supóngase la función  $y = 1/(1 - x)$ , donde  $x$  es la variable independiente, la causa o la entrada, e  $y$  es la variable dependiente, la consecuencia o la salida. Para conocer cuánto vale la función para cualquier  $x$ , basta con sustituir la  $x$  por un valor concreto para obtener el correspondiente resultado de  $y$ . Por ejemplo, cuando  $x = 2$  la función proporciona para  $y$  el valor de  $-1$ . Esta función se comporta de forma monótona durante casi todos los valores posibles de la variable  $x$ ; sin embargo, cuando  $x$  se acerca al valor 1 —el punto singular—, todo se complica: cuando  $x$  pasa de valer 0,9998 a 0,9999 —un cambio de solo una diezmilésima— la salida  $y$  pasa desde 5000 a 10000, ¡una variación de 5000 unidades! Aún es más grave el caso cuando un cambio semejante ocurre desde 0,99995 a 1,00005, que hacen bascular la  $y$  desde +20000 a -20000, una caída de 40000 unidades que implica, además, cambiar el signo de salida desde positivo hasta negativo. En este caso, el efecto de atravesar una singularidad produce un cambio drástico y la inversión de la tendencia. El problema está en que el valor de la función en el punto  $x = 1$  sería  $1/(1 - 1)$ , es decir,  $1/0$  y cualquier número dividido por cero tiende a infinito; la función “se va” al infinito, un valor que las matemáticas no entienden y que queda fuera de su ámbito, del mismo modo que tampoco entienden el cero, el valor nulo que representa la inexistencia absoluta.

*La función  $y = 1/(1 - x)$  presenta una singularidad en*  
 $x = 1$   
*un punto en el que esta función produce valores muy altos*

Lo que ocurre con los modelos sociológicos cuando se enfrentan a un evento es muy parecido a lo que pasa con las singularidades en matemáticas: no hay situaciones definidas, pequeños cambios desencadenan grandes efectos y los modelos son incapaces de predecir el resultado. Hay un nombre científico que se reserva para estos casos: caos. Un sistema, del tipo que sea, se considera caótico cuando una pequeña variación en cualquiera de sus parámetros o variables puede desencadenar un cambio gigantesco e impredecible en el conjunto, algo que también es conocido como “efecto mariposa”, por el proverbio oriental que asegura que “El leve aleteo de las alas de una mariposa se puede sentir al otro lado del mundo”, una idea que ha sido recogida de una u otra forma en muchas obras a lo largo de los últimos tiempos. Quizá la primera de ellas sea *Die Bestimmung des Menschen* (*La vocación del hombre*, 1800) del filósofo idealista alemán Johann Gottlieb Fichte en donde se afirma: “No podrías quitar un solo grano de arena sin que eso cambie algo en todas las partes del todo inconmensurable”.

La realidad no admite una generalización tan grande como la que soporta la afirmación de Fichte, porque no todas las acciones tienen un efecto universal, aunque posean tal potencialidad; al contrario, muchas de esas acciones se terminan diluyendo en sus proximidades sin que el resto del mundo sea consciente de los cambios. Así, es imprescindible distinguir entre lo que es posible y la materialización de tal posibilidad. Para ello hay que evaluar los mecanismos que permiten la propagación de los efectos y, eventualmente, su amplificación.

*el leve aleteo de las alas de una mariposa se puede sentir al otro lado del mundo*

## La incertidumbre siembra el caos



Si se lanza una moneda al aire un millón de veces, caerá por el lado de la cara en medio millón de casos y por el lado de la cruz en el otro medio millón. Sin embargo, durante la prueba no es posible predecir si el siguiente lanzamiento será cara o será cruz. Solo se puede asegurar que hay una ley que subyace en el proceso de lanzamiento de la moneda y que establece que es tan probable un caso como el otro y, por tanto, si el experimento se repite un número muy elevado de veces, la mitad de ellas habrá un resultado y, la otra mitad, el contrario.

Pero, si la moneda es lanzada al aire bajo las mismas circunstancias, ¿por qué no cae siempre por el mismo lado? ¿Son, acaso, caprichosas las sencillas leyes de la física clásica implicadas en el experimento y le otorgan un halo de misterio al movimiento de la moneda en el aire? Si la respuesta a esta pregunta es no, ¿cómo puede justificarse la dualidad en los resultados? La única certeza es que la premisa inicial es absolutamente falsa: la moneda no es lanzada al aire bajo las mismas circunstancias o, para ser más preciso en la afirmación, la moneda no es lanzada al aire bajo las mismas circunstancias exactas, sino que hay cambios muy pequeños que pasan desapercibidos, a los que no suele otorgárseles la menor importancia. Esos cambios ocasionan que los lanzamientos sean efectuados, en la más estricta realidad, bajo situaciones diferentes (un poco más arriba, un poco más abajo, con un poco más de fuerza, con un poco menos...) porque, aunque los lanzamientos se produzcan bajo circunstancias “similares”, eso solo significa que no son exactamente idénticas y, por tanto, supone que son “algo diferentes”. En esas condiciones los resultados adquirirán una cierta diversidad que, en el caso de la moneda, implica que unas veces se obtiene una cara, y las demás, una cruz.

Antes de comenzar el párrafo anterior, la inmensa mayoría estaría dispuesto a aceptar como cierto que los lanzamientos de la moneda ocurren bajo las mismas circunstancias; sin embargo, como se acaba de demostrar, eso no es estrictamente cierto: hay desigualdades, que

pueden ser pequeñas y sutiles, tanto como se desee o se quiera suponer, pero diferencias al fin y al cabo. La semejanza entre lo que la percepción es capaz de identificar y la realidad se conoce con el término de incertidumbre e implica que todo cuanto percibimos no lo percibimos exactamente igual a como es, sino que siempre se nos escapa algo, aunque esto sea muy pequeño. La incertidumbre es, pues, esa porción que se escapa y que no somos capaces de llegar a conocer. Las causas de la incertidumbre son muy amplias y van desde las limitaciones de los medios y sistemas de percepción y medida hasta la imposibilidad física de conocer con seguridad un estado sin que el proceso de medida o identificación afecte a ese estado, según establece el principio de incertidumbre.

La primera de las causas es fácil de entender con un caso concreto: si se pretende medir la longitud de un objeto —una mesa por poner el ejemplo de un objeto cotidiano— se usaría un flexómetro o algún tipo de instrumento similar y el resultado se expresaría como 1,20 m, por citar una medida cualquiera. Decir que mide 1,20 m significa que no mide 1,19 ni 1,21 m, esto es, que el metro flexible empleado en la medida es capaz de distinguir entre esos valores sin ningún género de dudas. Sin embargo, si se pretende conseguir la medida con más precisión, sería posible preguntarse si la mesa mide exactamente 1,200, es decir, si tiene un milímetro más o menos y no mide 1,201 o 1,199 m. Quizá llegar a precisar una diferencia de un milímetro con un metro flexible no es tan sencillo, pero admitamos que es posible y que la persona que realizó la medida es capaz de afirmar que la mesa tiene esa medida, sin equivocarse en un milímetro. Entonces, la pregunta podría extenderse hacia el siguiente decimal y buscar la décima de milímetro (cien micras): ¿la mesa mide 1,2001 o 1,1999 m? Ciertamente no tiene mucho sentido preguntarse si una mesa de 1,20 m tiene cien micras más o menos de longitud, pero al margen del nulo interés pragmático, la pregunta pretende buscar el límite de la percepción de quien hace la medida, o el valor más pequeño que es capaz de determinar el sistema o medio empleado para efectuarla.

En este caso, con un flexómetro, mal se podría determinar con seguridad si mide un milímetro más o menos, pero sería imposible llegar a indagar en la décima de milímetro. Sin quedarse en los números concretos del ejemplo ni en el ejemplo en sí mismo, lo importante es asumir que hay un límite que define el valor más pequeño de cualquier magnitud que podemos discernir y ese límite se suele denominar resolución. Más allá de la resolución, queda el desconocimiento y la incapacidad de diferenciar una situación de otra. A esta incapacidad se la denomina incertidumbre.

En el reino de la incertidumbre no es posible distinguir entre dos casos. Volviendo al ejemplo de la longitud de la mesa, si la persona que realiza la medida no es capaz de distinguir más allá de un milímetro —su resolución es de 1 mm— no podría distinguir dos mesas diferentes que midan, respectivamente, 1,2001 m y 1,1999 m, puesto que la diferencia entre ellas está más allá de su resolución, es decir, cae dentro del terreno de la incertidumbre. Para esa persona, esas dos mesas serían estrictamente iguales.

Aun en el supuesto de disponer de una incertidumbre nula, esto es, si se dispusiese de capacidad para resolver una medida con precisión infinita, aparecería un segundo problema: la extensión del principio de incertidumbre que estableció Heisenberg en el contexto de la mecánica cuántica al campo de la medida y de la percepción puede enunciarse como la imposibilidad de medir algo sin modificarlo. Al medir, se interactúa con el objeto o sistema que es medido, de forma que se lo está modificando un poco —muy poco, una cantidad a menudo tan pequeña que se suele despreciar—, pero lo suficiente como para que el objeto o sistema no sea el mismo después de la medida. Por tanto, la información obtenida difiere de la realidad posterior por el cambio producido por el sistema de medida sobre esa misma realidad.

Entonces, se puede concluir que cualquier cantidad o cualquier información lleva asociada una incertidumbre cuantitativa como fruto, en primer lugar, de las limitaciones de los sistemas de medida y, en segundo lugar, por el principio de incertidumbre. El resultado de ello es que cuando alguien establece un valor de determinada variable no posee una resolución infinita, sino que tiene un determinado límite establecido por las características de tal procedimiento. El valor de una variable puede ser tan preciso como 1,15923812356123107 y disponer de la seguridad de todas esas cifras; pero, al final, cuando se acabe la ristra de dígitos, cuando nos situemos más allá del último 7, se abrirá el reino de la incertidumbre o, lo que es lo mismo, del desconocimiento.

Más allá de la cura de humildad que supone la consciencia de que el conocimiento siempre será limitado y de que la propia naturaleza sea cuántica y finita, la existencia cierta de la incertidumbre presenta otros aspectos mucho más terribles.

El concepto de incertidumbre aplicado al ejemplo de la hipérbola  $y = 1/(1 - x)$  en el entorno de su singularidad ( $x = 1$ ) da lugar a un ejemplo de comportamiento caótico. Si se

supone el caso en que la incertidumbre de la variable  $x$  es menor o igual que una milésima significa que no es posible distinguir entre 7,002 y 7,003 ya que su separación (1 milésima) no es mayor que la incertidumbre, aunque sí puede hacerlo entre 7,020 y 7,030 porque su diferencia (10 milésimas) sí es mayor que la incertidumbre. En el primer caso, los números 7,002 y 7,003 resultan similares (indistinguibles), mientras que en el segundo es fácil diferenciarlos. Pues bien, la salida de la función para 7,002 y para 7,003 no es muy diferente: respectivamente,  $-0,166611$  y  $-0,166583$ <sup>1</sup>. En una zona alejada de las singularidades, esa incertidumbre pasaría desapercibida (no tiene efectos apreciables pues ambos resultados se podrían aproximar a  $-0,1666$  con lo que ambos podrían considerarse iguales desde el punto de vista cuantitativo) y ese es el motivo por el que no se suele reparar en ella... Pero, ¿qué ocurre en el entorno de  $x = 1$ ?

Si se considera que la variable  $x$  tiene la incertidumbre acotada al mismo valor del ejemplo anterior, es decir, si no es posible distinguir entre dos valores separados por una cantidad menor o igual a una milésima, se está admitiendo que no es posible distinguir entre 0,9995 y 1,0005, de modo que cualesquiera dos valores comprendido entre ellos serían confundidos entre sí. Como el primero de ellos ( $x = 0,9995$ ) produce una salida  $y = +200$  y el segundo ( $x = 1,0005$ ) produce  $y = -200$  se puede concluir que en ese intervalo  $[0,9995, 1,0005]$  se puede producir cualquier valor superior a 200 en valor absoluto y con signo positivo o negativo, sin poder precisar *a priori* cuál sería el resultado, puesto que no es posible conocer lo que ocurre en el interior de ese intervalo.

En resumen, el valor  $x = 1,000$  produce una salida caótica e impredecible en la función  $y = 1/(1 - x)$ , puesto que tal valor, en realidad, es un entorno de una milésima de longitud, el valor de la máxima incertidumbre, en cuyo interior no es posible conocer lo que ocurre. Es posible pensar que el valor elegido de incertidumbre es interesado, que los valores reales son más pequeños, que la percepción es mucho mejor y que posee mayor resolución, pero eso no invalida el análisis, sino que se limita a cambiar el valor de las magnitudes implicadas. Al final, como antes se indicó, nunca es posible alcanzar incertidumbre nula, pues ello se ve impedido tanto por las capacidades finitas de los instrumentos como el propio principio de incertidumbre.

---

<sup>1</sup> Desde un punto de vista estrictamente físico, ambos números son idénticos al valor  $-0,1666$ , aunque se han incluido más decimales de los ciertos para resaltar la pequeña diferencia matemática.

*caóticos*  
*entorno*  
*La función  $y = 1/(1 - x)$  produce valores*  
 *$x = 1$*   
*e*  
*en*  
*impredecibles*  
*de*  
*debida a la existencia de la incertidumbre*

El hecho de que una función matemática tan simple como la hipérbola anterior muestre un comportamiento caótico, en cuanto se tenga en cuenta la incertidumbre, puede hacer pensar que todos estos conceptos se restringen al ámbito de las ciencias y de los números y que no tienen aplicación al mundo real, físico y bien conocido. En ese mundo se presume que no es posible que, al dar una patada a una pelota en una dirección, esta salga lanzada en sentido contrario al empleado para golpearla. Es cierto que los ejemplos sencillos del mundo real son fácilmente demostrables y que el conjunto de experiencias que entran por los sentidos terminan por configurar lo que se suele denominar como “sentido común”, un estado cognitivo que sirve para explicar satisfactoriamente la mayoría de los sucesos cotidianos. Pero solo los más simples. O, expresándolo con mayor precisión, solo aquellos cuyo comportamiento se ha simplificado.

La mayoría de los sistemas que aparentan simplicidad y cuyo comportamiento podría representarse mediante ecuaciones conocidas incluyen aspectos inciertos que no son representables mediante expresiones sencillas y, por tanto, son susceptibles de presentar un comportamiento caótico. Uno de estos ejemplos es el péndulo doble, un caso habitual en el estudio de la mecánica física: aunque su evolución es relativamente fácil de representar mediante ecuaciones, queda determinada por las condiciones iniciales hasta el punto de que cambios mínimos en su posición de inicio producen movimientos muy diferentes.

También podría argumentarse que un péndulo doble es un ejemplo rebuscado —en realidad no lo es, sino que es una representación de algunos sistemas cotidianos que se comportan de forma similar—, pero hay casos más familiares que demuestran la importancia de la incertidumbre y cómo esta afecta a su comportamiento y evolución. Supóngase el juego del billar a tres bandas. ¿No resulta simple explicar el choque elástico entre objetos sobre superficies de bajo rozamiento? Apenas dos principios, el de conservación de la energía y el de conservación de la cantidad de movimiento, son capaces de explicar sin ningún género de dudas las trayectorias de dos bolas que impactan. A partir de ahí, los choques contra las bandas pueden explicarse también mediante las mismas leyes y, por tanto, sería fácil predecir dónde va a acabar cada una de las bolas tras el primer impacto. Admitir que puede ser fácilmente explicado significaría que cualquiera, con unos conocimientos elementales de física, sería capaz de realizar carambola tras carambola, destronar a cualquier campeón y asombrar a propios y extraños. Sin embargo, no es tan fácil; es más, se podría afirmar sin género de dudas, que hacer una carambola a tres bandas es muy difícil y que ganar una competición solo está al alcance de unos pocos. ¿Por qué? También puede explicarse mediante la incertidumbre, la que existe en el primer impacto, el del taco contra la bola: un poco más de tiza, una distribución más o menos uniforme de esa tiza, el punto del impacto sobre una superficie esférica —un poco más a la izquierda o a la derecha, un poco más arriba o abajo—, la fuerza con que se golpea... Todo ese conjunto de variables hace que la bola salga en una dirección o en otra y, aunque las direcciones sean parecidas, una vez que se produce el primer choque el cambio se amplifica; como la bola ha de impactar al menos tres veces contra la banda y dos contra las otras bolas, la amplificación de la incertidumbre es mucho mayor aún, lo que se traduce en un juego extraordinariamente complejo que exige mucho entrenamiento y grandes dosis de concentración para conseguir reducir la incertidumbre en el primer golpe y así controlar la trayectoria de las bolas sobre el tapete. Otro ejemplo similar es el billar inglés o *blackball*, donde las bolas esperan el primer impacto de la bola blanca y la ruptura del juego desde el interior de un triángulo. Su movimiento resulta totalmente impredecible, puesto que en la evolución de las bolas no solo interviene la fuerza, dirección y lugar del impacto, sino que queda afectada por aspectos como la posición exacta de cada una de ellas —y son muchas— y si está o no en contacto con sus vecinas.

Aunque los ejemplos anteriores no sean una demostración estricta sino una comprobación —el comportamiento caótico se podría demostrar de forma cuasigeneral, aunque queda fuera del ámbito de este texto— se puede concluir que los sistemas, aun los

más sencillos, los que se explicarían en primera aproximación mediante relaciones y expresiones conocidas, pueden convertirse en caóticos en su comportamiento cuando se tiene en cuenta el efecto de la incertidumbre. Solo tiene que ocurrir un evento o singularidad y, a partir de ahí, el caos está servido. Como quiera que la incertidumbre resulta intrínseca al mundo físico y es inevitable, la aparición de un evento supone que cualquier sistema puede quedar sumido en el caos, ya sea un sistema físico sencillo, complejo o un sistema social compuesto por miles, millones o miles de millones de individuos ordenados en estratos, grupos o de cualquier otra forma y con un conjunto de relaciones entre ellos, tanto entre entes individuales como entre colectivos o estratos.

## **Las causas de la incertidumbre: millones de individuos independientes**



En funciones matemáticas o en sistemas físicos como los que se mencionaban en el capítulo anterior, la incertidumbre se debe a las limitaciones de los sistemas de percepción y de cuantificación, de modo que entender sus causas y consecuencias exigen asumir una serie de principios y relaciones poco evidentes para el lego en la materia. Sin embargo, en el contexto social la incertidumbre es mucho más fácil de entender porque está ligada al comportamiento humano que, aunque sigue patrones más o menos previsibles en el ser social, presenta unos pequeños matices o desviaciones que aparentan ser pequeños, pero que pueden dar lugar a cambios importantes en el conjunto. Algunas de esas desviaciones surgen en cuestiones azarosas y, por tanto, son incontrolables e impredecibles; pero otras dependen exclusivamente de decisiones de poca trascendencia, controlables y que normalmente pasan desapercibidas.

La sociedad está constituida mayoritariamente por seres sociales que, en la mayoría de los casos, siguen comportamientos basados en normas y convencionalismos más o menos profundos que implican una cierta previsibilidad; por ejemplo, de una persona trabajadora por cuenta ajena se espera que cada día acuda a su trabajo a la hora de entrada y que lo abandone a la hora de salida. Del mismo modo, es también previsible que sus hijos en edad escolar acudan al colegio a la hora prevista y regresen a casa poco después de concluir las clases. La familia desayunará, almorzará y cenará a las mismas horas cada día, probablemente determinadas por los horarios de trabajo y escolares, de modo que su comportamiento será tan previsible que todo ese conjunto de actividades suele conocerse como “rutina diaria”. Sin entrar en más detalles que resultan intrascendentes en el presente estudio, esto se puede extender al resto de las actividades, tengan periodicidad semanal, mensual o anual. Resulta tan evidente la previsibilidad del ser social que las terrazas de los cafés se llenan a unas horas

determinadas y unos días concretos, mientras que el resto del tiempo están vacías, y las carreteras quedan atestadas de vehículos en los momentos de salida o llegada de vacaciones, porque hasta el ocio del ser social es previsible.

Gracias a ese comportamiento previsible se pueden hacer estimaciones sociológicas, es decir, se pueden tomar medidas, establecer normas y criterios para mejorar los servicios, evitar problemas potenciales o cualquier otra finalidad, siempre basados en estudios predictivos. Dichas estimaciones se realizan mediante modelos que representan el comportamiento promediado<sup>2</sup> de la sociedad en su conjunto, de una sociedad concreta o de cualquiera de los estratos o colectivos en que se divide. Estos modelos no son generales, sino que solo permiten representar el comportamiento social en los aspectos concretos para los que están pensados. No obstante, la evolución de la metodología de desarrollo permite conseguir modelos cada vez más amplios y complejos en los que se recoge un número importante de variables sociales. El volumen de datos disponibles para cruzarlos y extraer reglas que permitan identificar comportamientos es una técnica que va en aumento en los últimos años y se espera de ella que llegue a explotar de tal manera que cambiará la forma de relacionarse, tanto entre seres humanos individuales como entre colectivos. Efectivamente, el nuevo “oro negro” de los datos está atrayendo a empresas de la tecnología de la información y de las comunicaciones a un campo en el que toda la información es valiosa por cuanto permite dirigir las conductas sociales y económicas de los individuos. Sí, los sistemas estadísticos basados en la inteligencia de datos —el *big data*— y en la minería de datos (*data mining*) ayudan a identificar modelos sociales, particulares o generales, siempre y cuando sean alimentados con un volumen creciente de información. Y los datos crecen y crecen gracias al desarrollo de las redes sociales, de los dispositivos informáticos portátiles (móviles de tipo *smartphone* y *tablets*) y de dispositivos de escucha y grabado de imagen, como altavoces inteligentes, asistentes personales y cámaras *web*. La seguridad de esas informaciones, la perversión de su uso y lo que implica para cada individuo será otra historia o, con una forma temporal más precisa, ya está siendo otra historia.

Aún no existe ese modelo completo que represente a una sociedad en su conjunto, pero es casi seguro que existirá en un plazo relativamente corto, porque los datos están

---

<sup>2</sup> Se supone que los individuos de un determinado colectivo se comportan aproximadamente igual, y que esa forma corresponde al promedio (ya sea este calculado mediante la media, la moda o la mediana) de todo el colectivo.

creciendo exponencialmente y los sistemas de tratamiento escalan su potencia a pasos agigantados. Lo que sí es seguro es que ese modelo no responderá con fiabilidad a los eventos o singularidades. Y no podrá hacerlo debido a la naturaleza intrínseca de los eventos, sucesos de carácter extraordinario que se producen en muy pocas ocasiones. En efecto, al no contar con datos previos debido a su singularidad, los modelos no incluirán esos comportamientos y, por tanto, su respuesta ante una situación de ese tipo resultará imprevisible. Pero ni siquiera puede ser necesario un evento: aun en el caso de que no se dé, los modelos sociales pueden manifestar comportamientos caóticos cuando se ven afectados por la incertidumbre.

Para entender cómo se produce la incertidumbre se puede volver al ejemplo de la mesa de billar y al momento en el que el taco golpea la bola. Asumiendo que el jugador ha calculado perfectamente lo que va a ocurrir después de golpear la bola en un determinado punto (trayectoria teórica), cuando va a ejecutar el golpe es imposible que lo haga exactamente en ese lugar y de la forma que desea. Si es un experto bien entrenado lo hará extraordinariamente cerca y, si no lo es, lo hará un poco más lejos, pero en ninguno de los dos casos acertará exactamente con el punto. Tampoco será estrictamente exacto con la dirección ni con la fuerza sino que manifestará una ligera o gran desviación —en función de su experiencia— con lo que, en resumen, nunca efectuará el impacto como lo tenía previsto. Si el error (diferencia entre lo previsto y lo ejecutado) es reducido, lo más probable es que la desviación de la trayectoria respecto de la teórica sea lo bastante pequeña para que consiga el objetivo de golpear las tres bandas y hacer la carambola. En ese caso, la incertidumbre no habrá tenido ningún efecto sobre el resultado<sup>3</sup>. Sin embargo, si la bola se desvía demasiado en su trayectoria respecto de la teórica, podría no lograr la carambola, en cuyo caso, la incertidumbre habría provocado un fallo en la jugada.

### **Primera causa de incertidumbre: el efecto del azar en cada acción**

Lo mismo ocurre en el comportamiento de cada individuo: supóngase el caso de una persona que tiene que entrar a trabajar a las 9:00 y que sale de su casa a las 8:30 para coger el autobús que pasa por la parada más próxima a las 8:40 con una cadencia de 15 minutos. Si en el

---

<sup>3</sup> Esto no es del todo exacto. Si que hay un efecto aunque se consiga la carambola, pues esas pequeñas diferencias de trayectoria, provocarán que las bolas no acaben en el mismo lugar al final de la jugada, lo que modificará las condiciones de inicio de la siguiente, de modo que la incertidumbre en el primer golpe siempre afecta al desarrollo de la partida, lo que hace exactamente cierta la frase de Fichte que se citaba en la Introducción.

trayecto emplea solo tres minutos, llegará con dos minutos de margen; sin embargo, si tiene que volver a casa porque se ha olvidado el móvil, puede ocurrir que el tiempo empleado sea inferior al margen, en cuyo caso llegará a tiempo y su olvido no tendrá efecto. También es posible que consuma un tiempo superior al del margen disponible, en cuyo caso llegaría tarde a la parada, perdería el bus y ese día entraría con retraso. Así, el suceso imprevisible “olvidar el móvil” puede o no ocasionar un efecto mayor. También pueden concurrir circunstancias ajenas a la voluntad del individuo en cuestión, como un ligero retraso o un adelanto en la llegada del bus, resbalar en la acera, un mayor tráfico durante el recorrido del vehículo, el estado de ánimo del conductor o la afluencia de más o menos personas en las sucesivas paradas, junto con otras similares a “olvidar el móvil”, de modo que el número de variables que pueden afectar a la hora de llegada al trabajo es tan extensa que resultaría imposible modelar el proceso con éxito. Sería imposible y, casi con toda seguridad, absurdo. El asunto se podría arreglar con apurar menos los tiempos y disponer de más margen para la imprevisión de la incertidumbre.

El ejemplo anterior solo tiene como finalidad presentar el efecto de la incertidumbre en la que vive el ser social sin tener en cuenta que esa incertidumbre afecte o no a la sociedad en su conjunto. En tal caso, si se considera el comportamiento promedio de todos los trabajadores de la empresa, se encontrará que, en líneas generales, llegan a su hora y que las pequeñas desviaciones observadas como consecuencia de la incertidumbre que afecte al tiempo empleado en los trayectos entre la casa de cada uno y su puesto de trabajo resultan asumibles. Así, las consecuencias de la incertidumbre quedan diluidas en el conjunto.

¿Ahora bien, siempre ocurre así? La respuesta es negativa: basta imaginar lo que ocurriría si el afectado es el CEO y si el suceso imprevisible es un fallo en el ascensor de su domicilio que lo deja atrapado el día en que debería firmar un contrato vital para la empresa, tras una de esas negociaciones complejas, con muchos implicados, diversos postores y márgenes de maniobra estrechos. En un contexto de un acuerdo espinoso, cualquier pequeña señal puede ser malinterpretada y dar al traste con todo el proceso.

La diferencia entre los dos ejemplos se debe a dos circunstancias: el momento y el individuo implicado. En lo que se refiere al momento, en la primera situación, el contexto en el que ocurre es rutinario mientras que, en el segundo, la situación se produce en las cercanías de un evento o singularidad, en donde cualquier cambio sutil puede desencadenar

consecuencias imprevisibles. Respecto del individuo implicado, en el primer caso es uno de los trabajadores de la empresa, mientras que en la segunda situación se trata del responsable ejecutivo.

Visto desde el punto de vista del conjunto de la sociedad en que están integrados la empresa, los trabajadores y el CEO, la incertidumbre ligada al funcionamiento del sistema de control del ascensor que desencadenó el fallo puede terminar diluida y sin efecto si el contrato se firma de todas formas, aunque con retraso, o si el contrato no se firma pero ello no suponía algo vital para la empresa (o sí era importante, pero el volumen de negocio implicado resultaba lo suficientemente pequeño para que la sociedad no se vea afectada por las consecuencias de no haberse firmado). Igual que se pueden tener en cuenta las consecuencias negativas, las del signo “-”, también las consecuencias positivas afectarán a la empresa y a la sociedad en el mismo orden de magnitud que las negativas.

El ejemplo anterior ilustra las consecuencias de lo que se suele denominar “efecto dominó”<sup>4</sup> o “pendiente resbaladiza”: una concatenación de acciones que se suceden una tras otra de forma inevitable como consecuencia de la activación de una primera acción que desencadena el proceso. Sin embargo, como es bien sabido, el efecto dominó suele incluir una falacia implícita que es la ausencia de demostración de la interconexión entre una acción y sus vecinas, o la debilidad de dicha interconexión. Aun en el caso de que se demostrase la relación que justificase la caída de una ficha de dominó por efecto de la anterior, a medida que el proceso avanza, la probabilidad de que se den todas las condiciones disminuye, de modo que la reacción en cadena, tarde o temprano, terminaría detenida. En el fondo, el efecto dominó no es más que una versión sofisticada del cuento de la lechera.

Está ampliamente demostrado que el efecto dominó no es más que una simplificación bastante pueril que permite justificar una sucesión de hechos *a posteriori*, una vez que estos se han producido. A ocasionó B, B ocasionó C y así sucesivamente, la cadena

---

<sup>4</sup> Una aplicación del efecto dominó al caso de la geopolítica se conoce como “teoría del dominó” por la cual, un cambio de régimen en un país desencadenaría cambios similares en los países del entorno. Durante la Guerra Fría fue usada por Estados Unidos para justificar acciones que frenaran la expansión del comunismo y, de forma más reciente, se empleó por el mismo actor para considerar razonable y conveniente el derrocamiento de Saddam Hussein: instaurar una democracia en Irak con todas sus ventajas atraería a las naciones limítrofes a cambios en la misma dirección y sentido. Unos años más tarde, cientos de miles de muertos, millones de desplazados y una situación *de facto* de guerra generalizada en Oriente Medio han demostrado también la falacia y la demagogia inherente a la teoría del dominó.

continua hasta que Y ocasiona Z. La conclusión de que A ocasionó Z es cierta a tenor de los resultados, pero lo que es absolutamente falso es que si se produce A, esto tiene que ocasionar que se produzca Z en todas las circunstancias. En efecto, si se introduce la incertidumbre en el propio modelo del efecto dominó, este se desmorona. Suponiendo que la probabilidad de que un hecho de lugar a otro sea del 90 % (es muy probable, casi seguro) la probabilidad de que A cause B sería del 90 %, pero la probabilidad de que A cause C sería del 81 %, la probabilidad de que A cause D sería del 73 % y, finalmente, la probabilidad de que A cause Z sería solo del 6 %, es decir Z solo se produciría como consecuencia de A en una de cada quince ocasiones. A esta conclusión se llega partiendo de un elevadísimo porcentaje de interconexión entre hechos —el 90 %— lo que en términos sociológicos puede considerarse como seguridad casi completa porque, de forma habitual, la relación entre fenómenos está en niveles inferiores. Si se considera que cada hecho se produce como consecuencia de uno anterior solo en el 75 % de las ocasiones, la probabilidad de que A cause Z sería menor del 0,056 %, es decir, A causaría Z menos de 6 veces cada diez mil.

¿Qué significa que dos hechos, A y B, están interconectados y que A causa a B en un 90 % de las ocasiones? En términos de incertidumbre, significa que en un 10 % de los casos no lo está. Por tanto es imposible asegurar que A siempre cause a B y, en consecuencia, la incertidumbre es el motivo por el que el efecto dominó es estrictamente falso como modelo predictivo y de que su exactitud decrezca exponencialmente con el número de hechos que se concatenan. Incluso como modelo explicativo tampoco resulta cierto, porque presupone una incardinación lineal de acontecimientos e ignora la existencia de hechos laterales que resulten significativos y que sean ajenos a ese discurrir unidimensional simplificado.

El efecto mariposa constituye la antítesis del efecto dominó puesto que postula la complejidad de todos los sistemas y la incapacidad de predecir resultados en ellos. No recurre a modelos simples, sino que emplea una interrelación entre hechos basada en la multiplicidad y en la incertidumbre: un hecho  $A_0$  puede ocasionar varios hechos secundarios,  $B_1, C_1, D_1 \dots$  con probabilidades determinadas y cada uno de estos puede, a su vez, desencadenar otros hechos subsiguientes ( $B_2, B_3, C_2, C_3 \dots$ ) con otras probabilidades sin impedir que, además, cualquiera de los hechos, de cualquier nivel, puedan estar también interrelacionados. Una forma de visualizar este comportamiento sería el de una mesa de billar cuyas bandas no fuesen paralelas entre sí —tal vez ni siquiera rectas— y sobre la que se dispusiesen decenas de bolas de diámetros diferentes. El impacto del taco sobre una bola cualquiera

desencadenaría una situación final imprevisible después de los impactos entre ellas y contra las bandas.

### **Segunda causa de incertidumbre: la existencia de cada individuo es fruto del azar**

Otro ejemplo, aún más inquietante, se da con cada uno de los miles de millones de humanos que viven en la Tierra, producto genético de la fusión de un espermatozoide —uno concreto entre millones, cada cual con una carga genética parecida, pero diferente— y un óvulo, tras un encuentro sexual fértil entre una mujer y un hombre como resultado de haberse conocido en un momento determinado. Como cada uno de ellos ha sido el resultado de lances similares en generaciones pasadas —también una opción entre millones—, la existencia concreta de cada uno de los habitantes de la Tierra se puede considerar como una verdadera casualidad improbable. Bastaría que una sola de las miles de parejas anteriores no se hubiera conocido, o las circunstancias en que lo hubiesen hecho no fueran las propicias, para que se hubiera roto el árbol genealógico desde ese instante y cientos o miles de personas terminasen por no existir o ser sustituidas por otras. Del mismo modo, la incertidumbre ligada al momento de la fecundación del óvulo hace que las características de cada persona a lo largo de toda la cadena puedan ser diferentes y eso, en sí mismo, constituye una razón para dar lugar a cambios en cada individuo, cambios que serían susceptibles de modificar su propia existencia, su conducta, las relaciones con los demás y, por tanto, afectar al conjunto de la sociedad.

Si a partir del instante presente no se mira hacia el pasado para entender por qué existen los individuos actuales, sino que se mira hacia el futuro inmediato en busca de cómo van a ser los de la próxima generación, se puede asegurar que cada uno de ellos será absolutamente impredecible y que la incertidumbre acerca de este hecho será completa.

Es frecuente caer en la tentación de aplicar el efecto dominó también a la existencia de los propios individuos y explicar el hecho existencial como el resultado de todos los hechos anteriores que se han producido de forma secuencial a lo largo de generaciones. También es frecuente dejar volar la imaginación y conjeturar cómo sería el mundo en un momento determinado si alguno de los actores principales no hubiera existido. Ejemplos como “si a Hitler lo hubieran aceptado en la escuela de pintura...”<sup>5</sup> o “si a Einstein lo hubiese

---

<sup>5</sup> Se podría haber buscado otro ejemplo en el que no pareciera Hitler (de hecho, a continuación hay otro), pero se ha incluido por respeto a la ley de Godwin o regla de analogías nazis de Godwin, que establece que, si una discusión se alarga lo suficiente, la probabilidad de que aparezca una mención a Hitler es del 100 %.

atropellado un tranvía en Berna en 1902...” y, a partir de ese punto, desarrollar una ucronía en la que los acontecimientos se habrían desarrollado siguiendo un efecto dominó, es decir, con relaciones simplificadas. En el primero de los casos, lo más probable es que Hitler hubiera desarrollado su faceta artística y quizá nunca hubiera frecuentado determinadas compañías y ambientes. Como resultado, los acontecimientos que acabaron con la República de Weimar no hubieran tenido lugar de la misma forma y la Segunda Guerra Mundial no habría ocurrido. Entonces, ¿se habrían salvado las decenas de millones de vida que costó aquella contienda? Con una respuesta afirmativa, todo el peso de aquellas muertes caería sobre la persona que denegó a Hitler el acceso al arte. Absurdo, realmente absurdo.

En el segundo caso, Albert Einstein vivió en Berna desde 1902 hasta 1909 y fue funcionario en una oficina local de la propiedad intelectual, con lo que tuvo que desplazarse cada día desde su domicilio hasta su lugar de trabajo. En paralelo, los tranvías de Berna fueron electrificados a partir de 1902, de modo que los anteriores, más ruidosos, fueron sustituidos por la versión eléctrica, más eficaz pero mucho más silenciosa. Allí, como en otras ciudades del mundo que vivieron un cambio semejante, se produjeron muchos atropellos por distracciones de los peatones que, acostumbrados a estar atentos al ruido de los viejos tranvías, no solían percatarse de la presencia de los nuevos. Einstein, con una cierta tendencia al ensimismamiento, pudo ser una de las víctimas y, si tal hecho hubiera ocurrido antes de 1905 —momento en el que presentó su teoría de la relatividad— tal teoría no habría visto la luz tan pronto y, como consecuencia, el hecho de llegar a la famosa ecuación  $E = m \cdot c^2$  se habría producido más tarde, quizá lo suficientemente tarde como para que los efectos de producción de energía de las reacciones nucleares que se basan en esa ecuación no hubieran sido descubiertas a tiempo para dar luz al Proyecto Manhattan y a lanzar las dos bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki. Tampoco Einstein habría enviado la famosa carta al presidente de Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt en la que le advertía de la posibilidad de construir el arma nuclear, de modo que la Segunda Guerra Mundial se habría desarrollado de otra forma y con muertos diferentes en número y en nombre. En un terreno menos bélico, el cambio brutal que la teoría de la relatividad supuso para la física tampoco se habría producido tan pronto y el mundo en la fecha actual resultaría radicalmente diferente.

---

El número de páginas hasta este punto se puede considerar suficiente como para que se justifique esa mención.

Aparecerían también cambios si en lugar de tener en cuenta las acciones sobre los propios individuos se tuviesen en cuenta otras opciones para sus ancestros, por ejemplo: ¿qué ocurriría si los padres de Hitler nunca se hubieran conocido?, o los abuelos de Einstein... Ninguno de los dos habría nacido y el resultado actual para la sociedad sería otro diferente. Como quiera que las raíces de un árbol genealógico se duplican cada vez que se desciende una generación, remontarse solo cinco siglos atrás supondría un total de 20 generaciones y habría implicado a ¡más de dos millones de individuos! Es cierto que este cálculo es estrictamente matemático y no tiene en cuenta los cruces consanguíneos que reducirían esa base, pero aun así seguiría resultando inmensa.

Sí, Adolf Hitler y Albert Einstein fueron individuos improbables, tanto como cualquiera de sus coetáneos, tanto como cualquiera de los que les precedieron y tanto como cualquiera de los que los siguieron o los seguirán. Tan solo con que una sola de las parejas antecesoras que resultaron sexualmente fértiles no se hubiera producido, el mundo actual sería diferente.

Del mismo modo, del hecho de que hoy ocurra o no un determinado encuentro puede depender el aspecto del mundo dentro de 20, 200 o 2000 años, en el supuesto de que la Humanidad llegue a alcanzar esos hitos temporales sin haberse destruido previamente. Hasta ese mismo hecho, el de la destrucción, podría depender también de algún hecho enteramente casual.

### **Tercera causa de incertidumbre: la decisión consciente**

Aunque el ser humano se pueda considerar un ser racional que sobrepone las decisiones conscientes por encima de las instintivas o inconscientes, lo cierto es que tales decisiones racionales suelen estar matizadas por desviaciones de conducta incontrolables, a veces debidas a la interferencia de su substrato instintivo, otras debidas a consideraciones subconscientes, el estado de ánimo, las condiciones del entorno, su educación, lo que le haya ocurrido recientemente o cualquier otra causa sobre la que no se puede actuar ni se puede predecir. Una mala noche, una discusión en el entorno familiar, un dolor de cabeza persistente o el exceso de temperatura pueden desencadenar una acción consciente excesiva, mientras que las circunstancias contrarias pueden actuar a favor de una decisión más racional y meditada.

Algunas de esas circunstancias, sobre todo las que tienen un carácter medioambiental o de entorno, suelen estar modeladas a través de algunos estudios que predicen situaciones concretas. Este es el caso del incremento de suicidios, cuando el efecto Föhn incrementa las temperaturas del aire que llega desde más allá de las cadenas montañosas, o la conveniencia de baños de luz en los ojos para evitar la depresión en personas que viven en latitudes boreales, con días muy cortos en invierno y demasiadas horas de oscuridad. Efectos como estos, y otros de similares características, pueden ser modelados mediante el uso de comportamientos promediados, aunque el fruto del comportamiento de cada individuo resultaría impredecible. Por ejemplo, si la tasa de suicidios crece un 5 % cuando se produce el efecto Föhn en las laderas a sotavento, significa que el número de muertes por esta causa crecerá aproximadamente en ese porcentaje sin que eso imponga ninguna condición a cada individuo.

La decisión consciente de cada individuo también está influenciada por toda su historia anterior en relación con ese tipo de decisión: su educación, su estado de ánimo como consecuencia de sus relaciones familiares y sociales, su estado de salud, su edad o su situación económica, entre otras. Luego, la decisión que tome dependerá de cómo sea capaz de manejar todos esos factores y la profundidad de tal decisión y de los medios a su alcance. Una discusión seria en el seno de una pareja puede provocar que uno de ellos se ponga a conducir un vehículo en una situación poco apropiada, de riesgo evidente y que podría desembocar en un accidente. Sin embargo, si se tropieza con un inmenso atasco, pocas opciones tendría de manifestar su enfado conduciendo como un loco, pues las condiciones de la vía no se lo permitirían. En un país como Estados Unidos, con acceso generalizado a las armas de fuego, incluso a las automáticas, una situación similar puede terminar en una de esas masacres que frecuentan los titulares de la prensa mundial. Sin embargo, si tal situación se diese durante el invierno de Alaska es probable que el individuo armado y enfadado no encontrase a nadie sobre el que manifestar su odio por la sencilla razón de que hay muy poca población y esta se encontraría en sus casas, pues la baja temperatura exterior desaconseja abandonar las viviendas, salvo por causa muy justificada.

En definitiva, el comportamiento de cada individuo es impredecible —incluso aunque tenga unos patrones generales conocidos— porque el número de circunstancias que interviene en cada acción es muy elevado y difícil de evaluar *a priori*. Tampoco es fácil de

predecir el efecto de cada acción, aunque sí se pueden identificar determinados factores que actúan como multiplicadores o atenuadores.

A modo de resumen, se tiene una sociedad formada por individuos que existen como fruto del azar, ya que un análisis estadístico predictivo de su existencia les otorgaría una probabilidad de existir casi nula. Ese conjunto de individuos está sometido a unas condiciones también azarosas que no controla y, además, cuando toma decisiones conscientes, sobre estas vuelven a influir sus situaciones personales. En definitiva, para cada uno de los individuos que conforman esa sociedad se establece una incertidumbre que hace impredecible su comportamiento.

Es cierto que a nivel macroscópico la suma de todos esos comportamientos individuales produce un resultado más predecible y con menos incertidumbre. Pero tener “poca” incertidumbre y ser “bastante” predecible significa que hay algo de incertidumbre y un margen para errar en la predicción. Como se indicó en el apartado anterior, esa incertidumbre produce pequeñas desviaciones en condiciones normales, mientras que en el entorno de un evento, la incertidumbre puede desencadenar una respuesta inesperada.

Un ejemplo de cómo la incertidumbre produce un resultado imprevisto ocurrió en el referéndum británico de 2016 para decidir entre *brexit* y *remain*. Un primer ministro que necesita frenar las tendencias ultraconservadoras dentro y fuera de su propio partido idea un evento singular que le otorgue un sustento político y desmonte la corriente antieuropea asociada a los bloques en los que no puede apoyarse. El referéndum, según todas las encuestas serias, está ganado y, de esa forma, los menos moderados perderían peso y su liderazgo alcanzaría un respaldo plebiscitario.

Ya lo había hecho antes con el referéndum por la independencia de Escocia, que le permitió subir muchos enteros. En aquel caso las encuestas acertaron y el peligro quedó conjurado, al menos durante un tiempo. Ahora, el nuevo plebiscito cuenta con idénticos pronósticos, de modo que la idea cuaja. El problema es que las fuerzas que no se movieron a favor de la independencia de Escocia ahora lo hacen a favor de la salida de la UE, siembran la confusión y producen noticias falsas, de modo que se produce un fuerte incremento de la incertidumbre en cada individuo. La traducción es que, en las proximidades de un evento que solo tiene dos opciones, *brexit* o *remain*, la decisión puede depender de muy pocos votos,

con lo que el efecto de la incertidumbre se dispara y el resultado deja al mundo con la boca abierta y conduce a cuatrocientos millones de personas a un escenario inimaginable unos meses atrás.

David Cameron tomó una decisión consciente, fruto de sus circunstancias políticas y personales. Por qué lo hizo es algo que, con seguridad, nunca se sabrá; probablemente ni él mismo podría contestar a esa cuestión con absoluta certeza y por eso la incertidumbre marcó la decisión, que pudo ser otra diferente sin que eso implique incompatibilidad alguna. Una vez tomada, desencadenó un evento singular, en cuyas proximidades la incertidumbre intrínseca a los miembros de su sociedad provocó un resultado inesperado y la balanza se inclinó hacia el *brexit* en un 2,7 % de los sufragios respecto del total de posibles votantes. Quizá un día antes o un día después el resultado hubiera sido distinto; quizá si ese día hubiera hecho más frío o más calor, también. La salida se decidió por un margen muy estrecho, más corto que el porcentaje de indecisos antes de la votación y, por tanto, dentro del margen de incertidumbre.

En unas condiciones como esas, que una mayoría tan poco diferenciada cuantitativamente de la minoría imponga su resultado ha dado lugar a cuestionar la validez de la decisión y, por tanto, la propia validez de la democracia. ¿Es lícito que una decisión tan importante se tome con un margen de apoyo tan estrecho? ¿Es lícito que una mayoría poco cualificada desde el punto de vista numérico se imponga a una minoría significativa y casi tan grande como ella? ¿Es lícito que se mantengan las condiciones de la minoría significativa frente a las de la mayoría? Cuestiones como estas han alimentado todo tipo de debates e, incluso, han llegado a cuestionar la validez del resultado de la consulta o puesto en solfa la capacidad del electorado para tomar decisiones trascendentes; pero ese debate es otra historia.

## Las singularidades: cuando el ser humano pierde el control de la situación



El miedo irracional a volar es frecuente y llega a ser tan extremo que algunas personas son incapaces de subir a un avión a pesar de que las estadísticas muestran y demuestran que es un medio de transporte extraordinariamente seguro. Una prueba de ello es que casi nadie conoce o conoció a alguien que haya sufrido un accidente de aviación; sin embargo, el temor está ahí. En contraposición, casi nadie tiene miedo a conducir un vehículo, a pesar de que, con toda seguridad, la mayoría de las personas conoce o conoció a alguien que ha sufrido un accidente de circulación serio —o que lo ha vivido en primera persona— en donde ha habido víctimas mortales o heridos de cierta gravedad. Sin embargo, volar asusta, pero no nos da miedo conducir.

Ponerse al volante de un vehículo produce una falsa sensación de seguridad. Ahí está, reposando sobre sus cuatro ruedas, sin riesgo de hundirse en el pavimento, dispuesto a obedecer solícito a las órdenes del conductor: pisar el acelerador y avanzar, pisar el freno y detenerse... ¿Qué podría ocurrir? El ser humano domina a la máquina y la mantiene bajo control, así que no da miedo ir algo más rápido, apretar un poco más el acelerador. Incluso, ¿por qué no pisar un poco más? La carretera —en realidad, una autopista— está casi vacía, tiene buen firme... Casi tonelada y media de metal a 120 km/h. O a 130; o a más... La seguridad rodea al conductor: ni una vibración ni un mal ruido, un vehículo nuevo, con buenos neumáticos, con un velocímetro que alcanza a marcar 250 km/h en el fondo de la escala, de modo que la aguja aún está muy lejos de esos límites. Sin embargo, esa falsa sensación de seguridad puede hacerse añicos en un instante si el vehículo se encuentra con una situación imprevista y potencialmente peligrosa. En ese momento, la primera ley de

Newton pone de manifiesto el efecto de la inercia y el coche se convierte en una inmensa y veloz piedra que no se puede detener o, al menos, no tan pronto como le gustaría al conductor.

Luego, el efecto de un impacto es perfectamente conocido por las leyes de la física, de modo que no hay nada que debiera ser una sorpresa: el choque convierte toda la energía cinética (proporcional al cuadrado de la velocidad) en energía de deformación y esta ocasiona fuerzas que superan los límites elásticos de los materiales, más allá de la ley de Hooke, hasta destrozarlos y convertir al vehículo en lo que los periodistas denominarán al día siguiente “un amasijo de hierros”. Curiosa y manida denominación que viene a convertirse en el resultado de “imprudencia” o de “exceso de confianza”, sin que ninguna frase en condicional pueda dar marcha atrás. La pregunta de por qué no ir más despacio —si los efectos de un accidente son de sobra conocidos, del mismo modo que lo son las leyes de la física que rigen el movimiento del vehículo y su eventual impacto— es fácil de responder: la costumbre. Repetir una y otra vez el mismo comportamiento sin ninguna incidencia significativa hace que el conductor soslaye el razonamiento sobre cualquier principio de la física y se muestre mucho más seguro del control completo sobre la máquina. De ese modo, cualquier campaña de prevención de accidentes que trate de racionalizar el uso del vehículo tiene un efecto pasajero y termina diluida en el mar de lo cotidiano.

La cotidianidad es la causa que hace olvidar cualquier reflexión sobre el funcionamiento de cuanto rodea al ser humano. Que salga agua al abrir el grifo es tan habitual que nadie piensa en cuántos estratos hay debajo para lograr que eso ocurra. De hecho, ni siquiera sería sorprendente que no saliera agua; la seguridad es tan grande que un contratiempo de ese tipo apenas arrancararía una pequeña lamentación en el usuario, con la garantía de que el problema estará resuelto en un plazo muy breve y el agua volverá a fluir. Sin embargo, para lograr que un acto tan cotidiano como abrir un grifo produzca el efecto esperado han tenido que ponerse a punto muchos sistemas, algunos de una extraordinaria complejidad, y han tenido que participar muchos otros seres humanos. Detrás hay una infraestructura inmensa que incluye extracción masiva, almacenaje, potabilización, bombeado y distribución. Para conocer la dificultad de convertir en cotidiano la apertura de un grifo basta buscar un poco en la geografía actual y en la historia. La primera indica que hay casi 1150 millones de personas sin acceso al agua potable (o que tienen que caminar más de 30 minutos para conseguirla) y casi 2000 millones de personas solo acceden a un agua con

riesgo de contaminación por heces<sup>6</sup>. Incluso en países que hoy se consideran desarrollados, la situación no era muy buena hace no mucho tiempo; por ejemplo, en la España de los años cincuenta y sesenta del siglo XX, una buena parte de los núcleos rurales de población carecían de servicio de agua en los hogares y eran muchas las casas que no disponían ni de un solo grifo. Al respecto, la imagen de las mujeres camino de la fuente con el cántaro se convirtió en un verdadero icono. Hoy en día, solo un puñado de países garantizan el acceso al agua segura para más del 95 % de la población: Alemania, Austria, Argentina, Bélgica, Chequia, Chile, Corea del sur, Dinamarca, EE. UU., Eslovenia, España, Finlandia, Grecia, Holanda, Irlanda, Islandia, Israel, Japón, Kuwait, Nueva Zelanda, Portugal, Reino Unido, Rumanía, Suecia y Suiza<sup>6</sup>.

Bajo la óptica histórica, no hay una evolución constante. Aunque hay precedentes en las primeras civilizaciones mesopotámicas y el antiguo Egipto, donde aparecieron instalaciones relacionadas con el almacenamiento y la distribución de agua, no fue hasta la época de la antigua Grecia cuando algunas polis disponían de servicio de agua entubada, aunque no de forma generalizada. También en esa época están documentados los primeros grifos, más o menos similares a los actuales, que luego tendrían un uso más extensivo en la antigua Roma, el primer estado que se preocupó por proporcionar un servicio eficiente y que empezó a alcanzar a todas las poblaciones medianas y grandes mediante obras importantes de ingeniería, algunas de las cuales siguen en funcionamiento a fecha de hoy. Este es el caso del *Aqua Virgo*, construido por Marco Agripa e inaugurado en el año 19 antes de Cristo<sup>7</sup>, que alimenta la emblemática Fontana di Trevi, la Fontana della Barcaccia en la Plaza de España y la Fuente de los Cuatro Ríos, en la Piazza Navona. Tras la destrucción del estado romano, los estándares de abastecimiento de agua (y de alcantarillado) no se recuperarían completamente hasta bien entrado el siglo XIX, y puede considerarse que la carencia de tales servicios fue responsable en buena medida de la mayoría de las epidemias y problemas de salubridad que padeció la población europea a lo largo de los siglos.

El abastecimiento de agua constituye uno de los indicadores de desarrollo de las sociedades y uno de los principales beneficios de que el ser humano se agrupe bajo el paraguas de dichas sociedades. Gracias a ello, una necesidad primaria queda olvidada para

---

<sup>6</sup> Datos de *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene*, UNICEF 2017.

<sup>7</sup> S. Ball Platner, *A Topographical Dictionary of Ancient Rome*. Londres: Oxford University Press Reprints. pp. 28 y 29. Abril de 2002.

todas aquellas personas que la tienen cubierta y ninguna de ellas se plantea todo el entramado que hay bajo el sencillo acto de abrir un grifo, aunque, como se acaba de indicar, ni toda la población actual tiene acceso a ello, ni la que lo tiene dispone de este servicio desde hace demasiado tiempo.

El acceso al agua —y las redes de alcantarillado asociadas, que permiten evacuar los desechos líquidos— es quizá el ejemplo más claro de la aportación diferencial que supone vivir en sociedad. Pero hay otros casos similares, aunque resulten *a priori* menos críticos para la supervivencia, como el suministro de corriente eléctrica, de gas, el transporte, la comunicación, etc. La misma reflexión que antes se hacía con el simple acto de abrir un grifo puede repetirse con cualquiera de estos servicios y todo el soporte que está detrás de ellos. Otros servicios, como la educación, la sanidad o la seguridad también están soportados por estructuras muy complejas, aunque su déficit no tiene que ocasionar necesariamente un efecto inmediato en los individuos, sino que producirían un problema a medio o largo plazo.

Es obvio que la tecnología actual permite que un individuo pueda desconectarse completamente de todos los servicios que la sociedad le proporcionaría y mantener una buena calidad de vida, siempre que su salud se lo permita y que haya recibido la educación tecnológica suficiente como para hacer frente al mantenimiento de las instalaciones que le darían el soporte vital. De hecho, se suelen ver ejemplos frecuentes en países en donde el estado no es demasiado omnipresente; en ellos, cada uno decide buscar su propio suministro de agua, utilizar medios autónomos de generación de energía eléctrica y hasta organizar su propia defensa frente a una potencial hostilidad exterior. Así, aunque sea mediante el aprovechamiento de los conocimientos que la propia sociedad le haya aportado, es posible obtener supervivencia de elementos aislados de dicha sociedad que, de no mediar ningún proceso reproductivo, mantendrían la existencia hasta su muerte. En el caso de que no se tratase de elementos individuales sino de parejas o clanes fértiles, dichos grupos no dejarían de constituir nuevas sociedades en un plazo más o menos corto, con lo que no cabría hablar de una supervivencia individual, sino del desgajamiento de una rama del árbol que podría o no sobrevivir en función de las circunstancias específicas en que se produzca dicha separación.

Al margen de estos esquejes —individuales o pequeñas colectividades— lo cierto es que el resto de individuos que se mantienen en el seno de la sociedad reciben los beneficios

y pagan los servicios que supone vivir en ese contexto, lo que en alguna medida supone hipotecar una porción de su libertad a cambio de recibir una cobertura general de necesidades de una forma rentable desde el punto de vista económico y que no dista demasiado de la idea general de sociedad que establecía Jean-Jacques Rousseau en su *Contrato social*. Sentirse parte del engranaje social tiene, no cabe la menor duda, sus inconvenientes. La pérdida de libertad que implica estar inmerso en ese entramado es un precio que para algunos individuos —en líneas generales una fracción pequeña del total de la sociedad— puede resultar demasiado alto y, en ese caso, la disidencia se puede manifestar de múltiples formas, desde la huída individual en persecución de la libertad perdida hasta la producción de movimientos antisociales que, en mayor o menor medida, pueden caer dentro de la denominación común de antisistema.

Al margen de esos casos estadísticamente poco significativos, el resto de los miembros de la sociedad —la gran mayoría— se siente cómodo con el contrato social y está dispuesto a mantener la situación de forma indefinida puesto que, situados en la balanza los pros y los contras, considera más beneficioso mantenerse dentro del *statu quo* que buscar otras alternativas de proyección más dudosa. Abrir el grifo y que salga agua limpia, apretar el interruptor y que se encienda la lámpara son acciones, entre otras, a las que costaría trabajo renunciar. O, simplemente, cada miembro de la sociedad no se plantea que pudiese darse una situación en la que no existieran. Lo cotidiano de tales actos no solo oculta la complejidad de los procesos que los sustentan, sino que los convierte en accesorios. Como cuando el ser humano se pone al volante de un vehículo, lo consuetudinario deja de lado cualquier otra consideración y ese tipo de servicios se convierte en un sustento seguro. ¿Para qué dudar de algo que se da por sentado?

El ser humano, entendido como ser social, como individuo inmerso en una colectividad, da por hechas muchas de las dádivas que le otorga esa colectividad e, incluso, llega a pensar que, en un último extremo, el acceso a tales servicios sería solo una cuestión de dinero puesto que siempre, siempre, siempre estarán disponibles.

Así pues, ya sea mediante la tiranía de lo cotidiano y de la costumbre o mediante el poder económico, el individuo social asume que posee el control de la situación, sin pensar en ninguna otra consideración *a posteriori*. Y es así; la mayoría de los miembros de las sociedades avanzadas no han vivido ninguna situación extrema, ningún caso en el que la

disponibilidad de los servicios básicos esté conculcada y, además, están dispuestos a asumir que la tendencia estructural —con sus altibajos coyunturales— es hacia la mejora: los actuales miembros de la sociedad viven mejor que sus padres y estos vivieron mejor que los suyos, de modo que lo que esperan es que sus hijos vivan mejor que ellos. Pero eso no tiene por qué ser así y ejemplos ha habido a lo largo de la historia para justificar que, como aseguraba Walter Benjamin, el mito del progreso sea una falacia histórica.

Contra la revisión de la línea ascendente en el progreso de la humanidad, como afirma Walter Benjamin —que la reduce a mito— están los datos macroscópicos planetarios que no dejarían lugar a dudas. Se trata de aspectos como la esperanza de vida, el acceso a servicios básicos, el nivel de pobreza o, incluso, los derechos y la libertad. Para documentar estos aspectos, bastaría fijarse en unos pocos parámetros, como la esperanza de vida, la pobreza o la educación, que constituyen aspectos totalizadores del progreso de la sociedad en su conjunto:

- La esperanza de vida al nacer ha crecido progresivamente en el promedio mundial desde los datos calculados en el Paleolítico (unos 20 años) hasta la actualidad (unos 72 años), aunque sí es cierto que se han mantenido más o menos constantes o solo con una ligera tendencia al alza hasta el siglo XIX<sup>8</sup>. A partir de ese punto, gracias a las mejoras en la sanidad y al mejor conocimiento de la enfermedad, se ha disparado hasta los valores actuales, que manifiestan una subida permanente y continuada en todos los continentes entre 1950 y el instante actual<sup>9</sup>. Además, como promedio, la esperanza de vida a nivel mundial era de 31 años en 1900<sup>8</sup>, 48 en 1950<sup>10</sup> y ha escalado hasta los mencionados 72,2 años en 2017<sup>11</sup>.
- La pobreza extrema en 1820 alcanzaba a casi el 84 % de la población, mientras que el número de personas que subsistían en el umbral de la pobreza

---

<sup>8</sup> Datos generales de varias fuentes recogidos por D. Lal en *Poverty and Progress: Realities and Myths about Global Poverty*, 2016.

<sup>9</sup> Datos de *World Population Prospects*, ONU, 2017 donde se establecen los cambios entre 1950 y 2017 y las predicciones hasta el año 2050. En ellas, Norteamérica subió de 69 a 79 años, Europa pasó de 63 a 78 años, Latinoamérica de 52 a 75 años, Asia de 42 a 73 años y África asciende de 38 a 62 años.

<sup>10</sup> T. Prentice, *Health, history and hard choices: Funding dilemmas in a fast-changing world*, World Health Organization: Global Health Histories, Universidad de Indiana, Agosto de 2006.

<sup>11</sup> *Life expectancy at birth, total (years)* - Data. data.worldbank.org. 2017.

superaba en las mismas fechas el 93 %. Hacia 1990 esos datos se habían reducido hasta menos del 20 % según datos del Banco Mundial y los economistas François Bourguignon y Andrew Morrison.

- Los datos disponibles sobre el acceso a la educación en el mundo son mucho más recientes, de modo que es difícil establecer una fotografía con perspectiva histórica. Además, la mayoría de estos datos hacen referencia a Europa y América, de modo que las conclusiones que se pueden extraer de ellos son limitadas y, por tanto, deben ser tomadas con precaución. Matizados por estos condicionantes, sí que se aprecia una evolución francamente positiva: en 1820 solo una élite sabía leer y escribir (el 17 %)<sup>12</sup>. Hacia 1850, algunas zonas de Europa (Suiza, Escocia, los países nórdicos, Suiza y lo que hoy es Alemania y Polonia) tenían una baja tasa de analfabetismo (por debajo del 30 %), mientras que Francia, Inglaterra, Irlanda, los países centroeuropeos, Rusia y Ucrania estaban por debajo del 50 %. En el resto, la población analfabeta constituía más de la mitad del total, con especial incidencia en las mujeres, cuyas tasas de alfabetización se mantenían en algunos casos por debajo del 10 %. La tasa de alfabetización en 2010 era de casi del 100 % en todos los países de Europa y alcanzaba el 82 % a nivel mundial<sup>12</sup>.
- El índice de democracia es uno de los posibles indicadores de la situación de los individuos y de su libertad frente al estado y puede definirse de muchas formas, aunque una de las opciones más habituales es hacerlo mediante una encuesta acerca de un grupo elevado de parámetros<sup>13</sup>, o con un esquema como el definido por Vanhanen, que ha permitido establecer la evolución de la democracia en el mundo desde principios del siglo XIX hasta la actualidad<sup>14</sup>. Comparando la situación hacia 1810 con la existente a finales del siglo XX, se puede obtener un cambio claramente positivo, pero que arroja algunas sombras que deberían matizar cualquier conclusión prematura, ya que si bien se observa una tendencia positiva hasta 1960, a partir de ese momento se

---

<sup>12</sup> Max Roser, *The World is Much Better Educated than in the Past*, 2016, según datos de 2014 de la OCDE publicados por Van Zanden et al. en *How was life? Global well-being since 1820* (disponible en <https://www.oecd.org/statistics/how-was-life-9789264214262-en.html>)

<sup>13</sup> *Democracy index 2012: Democracy at a standstill*, Economist Intelligence Unit. 14 de marzo de 2013.

<sup>14</sup> T. Vanhanen, *A New Dataset for Measuring Democracy, 1810–1998*, *Journal of Peace Research*. 37/2, pp. 251–265, 2000.

produce una caída significativa y solo después de 1980 se puede volver a hablar de crecimiento en derechos democráticos. De hecho, si se analiza la situación a día de hoy, los datos indican que solo 20 países en el mundo gozan de plena democracia, mientras que países como Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Francia, Israel o Portugal poseen —sorprendentemente— una democracia imperfecta, situación que alcanza un total de 55 países<sup>15</sup>.

Con estos datos disponibles, todo parece avanzar hacia situaciones mejores y, por tanto, la reducción al mito del progreso de la humanidad que hacía Walter Benjamin parece reducida a esa misma situación: al mito. Sin embargo, no hay que dejarse engañar por las estadísticas y los datos que, manejados oportunamente y establecidas ventanas temporales interesadas, pueden gritar una conclusión o justamente la contraria. Por ejemplo, si en el informe sobre democracia más reciente<sup>15</sup>, se analizan los datos entre 2008 y 2018 de aspectos como la libertad civil, el pluralismo político y los procesos electorales se observan caídas significativas en los índices: una bajada promedio del 6,3 al 5,75 en el índice de libertad civil y del 6,1 al 5,9 en pluralismo... Si, por ejemplo, se analizan las evoluciones de la esperanza de vida, la pobreza o la educación, los cambios significativos han ocurrido en los últimos cien años, mientras que a lo largo del resto de la historia anterior de la humanidad, los cambios han sido muy poco significativos y los datos disponibles, dudosos, incompletos y, en general, escasos. Si no solo se tiene en cuenta la ventana temporal para el análisis, sino que se realiza sobre una zona concreta o sobre una sociedad particular, los factores transfronterizos resultan determinantes para explicar la evolución, mucho más en épocas anteriores a la actual de la comunicación global, en donde los acontecimientos ocurrían sin efectos de propagación mundial. Así, el resultado de una guerra o la propia situación bélica, un proceso de conquista o adhesión, un descubrimiento o cualquier otra circunstancia concreta podían mover hacia arriba o hacia abajo cualquiera de los índices, de modo que el promediado mundial pierde bastante de su sentido y arroja una visión incorrecta del estado del mundo y del progreso general. La historia puede venir a añadir un poco de luz en esa evolución. Enseña que se han sucedido épocas de esplendor y de oscuridad sin un orden concreto ni razones aparentes que pudieran hacer pensar en cada instante lo que iba a ocurrir a continuación. Bien es cierto que

---

<sup>15</sup> *Democracy Index 2018: Me too? Political participation, protest and democracy*, The Economist Intelligence Unit, 2018.

el análisis *a posteriori* sí que arroja luz sobre las causas y las consecuencias, y sobre por qué unos tiempos sucedieron a los anteriores, pero esa visión solo la proporciona la perspectiva del propio tiempo, una condición que nunca se cumple en el presente; ni siquiera en el pasado más inmediato. En estas circunstancias, las conclusiones no son fuertes sino que tienen bastante de conjetura, aunque algún aspecto sí que se puede destacar:

- Si la ventana de tiempo se restringe a los últimos cien o doscientos años de la historia de la humanidad, se puede establecer una tendencia a la mejora en las condiciones de los individuos bajo el paraguas de las diversas sociedades del planeta. Esto no deja de ser más que un pequeño porcentaje de toda la vida social de la humanidad que, según cuándo se considere el punto de comienzo, representa entre el 0,1 y el 0,5 % de toda su historia; en otras palabras, casi nada.
- Al margen de los últimos dos siglos, las condiciones de los individuos han sufrido altibajos y, a nivel promediado, no han cambiado mucho significativamente. De hecho, en ese periodo la percepción podría no ser más que una de esas mejoras puntuales en el tiempo, puesto que no se dispone de datos para una proyección eficaz hacia el futuro; también podrían constituir un cambio significativo de estado, un paso no reversible hacia la mejora, pero el que sea una u otra la situación solo puede ser una opinión y solo el paso del tiempo concederá la razón a la que corresponda.

Lo que sí está claro es que la diferencia entre los últimos cien o doscientos años y toda la época anterior —donde se manifiestan los principales cambios— está marcada por el auge de las comunicaciones. A partir de las exploraciones que se iniciaron en el siglo XV y que se multiplicaron a lo largo del siglo XIX y principios del XX se ha podido establecer un conocimiento general de la geografía del planeta en todas sus vertientes y, más aún, conectar de alguna manera a la mayoría de las culturas y sociedades del mundo. La consecuencia ha sido un flujo cultural que ha provocado una cierta uniformización general, con la pérdida de unas costumbres sociales y la extensión de otras. Sobre lo positivo y lo negativo de tales hechos y el alcance de las influencias mutuas se podrían llenar océanos de tinta, pero eso es otra historia.

Este carácter globalizador ha difuminado las fronteras físicas y culturales y, con algunos matices de carácter regional y político, ha establecido una especie de sociedad global con muchos elementos y características comunes. El auge de las comunicaciones se manifiesta en el concepto de los “seis grados de separación”, propuesto en 1929 por el escritor húngaro Frigyes Karinthy que establece que entre cualesquiera dos personas del mundo se puede establecer una cadena de conocidos con un máximo de cinco intermediarios. Aunque se produjeron varios intentos de probar la idea, hasta la fecha no ha pasado del grado de hipótesis<sup>16</sup>. Hoy en día, con el auge de las redes sociales, con Facebook, Twitter y LinkedIn —entre otras—, dicha hipótesis podría reforzarse.

En el instante presente, al margen de cualquier consideración sobre la historia anterior y prescindiendo de cualquier formulación sobre el devenir futuro más o menos próximo, se puede afirmar, sin demasiado margen de error, que la inmensa mayoría de los individuos que pueblan el planeta —más de 7.700 millones de personas— se encuentran inmersos en una sociedad con muchos aspectos comunes que también, en líneas generales, se caracterizan por una elevada esperanza de vida, un bajo nivel de pobreza y el acceso a la educación básica. Esta situación se clarifica más aún si se tiene en cuenta que en 2017 más de 1.300 millones de personas han realizado viajes turísticos internacionales<sup>17</sup>, lo que representa casi un 17 % del total de moradores del planeta.

Así pues, desde el punto de vista de una mayoría de los individuos de la especie humana, se percibe una sociedad vasta que garantiza un nivel de vida aceptable. No dudan del terreno que pisan como para replantearse cómo es el entramado que sustenta todas esas prestaciones y si sus pilares resultan suficientemente sólidos. Pueden tener miedo a sucesos puntuales, como los ataques terroristas, miedo que puede ser usado como arma por los gobernantes para aumentar el control sobre la población<sup>18</sup>. Pero no es frecuente la percepción de que el entramado social corra peligro.

---

<sup>16</sup> Se han establecido relaciones similares en el mundo del cine con el número Bacon para establecer la misma relación entre cualquier actor de cine y Kevin Bacon, en el de las matemáticas para establecer la distancia entre los colaboradores de los artículos (número Erdős number, número Erdős-Bacon y número Erdős-Bacon-Sabbath). Todos estos números se basan en el mismo concepto, el del *small world* que, se puede traducir por la frase popular de “el mundo es un pañuelo”.

<sup>17</sup> *Panorama OMT del turismo internacional*, UNWTO, edición de 2018.

<sup>18</sup> A pesar del miedo al terrorismo en EE. UU., las estadísticas demuestran que es mucho más probable morir bajo las balas de la policía que en un atentado terrorista; incluso en países que han sufrido de forma recurrente ese problema, como España o Reino Unido, la probabilidad de morir en un accidente de

Pero ¿existe realmente riesgo de una hecatombe social como para que un individuo deba preocuparse?

Cuando se plantea una pregunta de este tipo, la tendencia general es imaginar una catástrofe casi hollywoodiense: el impacto de un cometa, de un inmenso asteroide o cualquier otro capricho cósmico que, de alguna manera, barriera el planeta y casi todo rastro de vida superior de su superficie. Un final de este tipo no sería evitable con la tecnología actual, de modo que si llegase a darse, lo mejor sería buscar un buen lugar para disfrutar de la contemplación de un momento único en la historia. Pero no es esa la respuesta que corresponde a la pregunta anterior. Al margen de estas catástrofes, ¿existe riesgo de que la sociedad sucumba por otras causas?

La única forma de responder sería la de tratar de buscar cuáles serían esas causas y analizar las posibilidades de que se produzcan; de esa forma, el ser humano podría dormir tranquilo o, al menos, conocer las posibilidades que tiene de que al día siguiente salga agua cuando abra el grifo de la ducha. El problema radica en la dificultad para dibujar esas causas, más allá de las catástrofes anteriores. ¿Qué otra circunstancia podría darse, que ponga en peligro a la sociedad misma?

A menudo se identifican riesgos globales bajo el concepto de “riesgo existencial”, introducido por Nick Bostrom en 2002<sup>19</sup> y que, según él mismo explica, se trata de riesgos derivados de dos tipos de causas. Las primeras son socialmente endógenas: calentamiento global, superpoblación y crisis agrarias, desastres ambientales, guerras y destrucción masiva, riesgos sistémicos, inteligencia artificial, biotecnología, nanotecnología, accidentes tecnológicos. Las segundas son causas socialmente exógenas, en donde el ser humano es un sujeto pasivo, como el efecto de una pandemia, del cambio climático de origen no humano, el vulcanismo y demás peligros geológicos, los impactos cósmicos y otras amenazas similares, o el contacto con una vida extraterrestre agresiva. Estas últimas son amenazas ciertas, aunque ninguna de ellas tiene una probabilidad calculada por cuanto no existen demasiados datos

---

circulación era más de 100 veces más alta que la de fallecer como consecuencia de un atentado en los años más duros.

<sup>19</sup> N. Bostrom y M. Cirkovic, *Global Catastrophic Risks*, Oxford University Press, 2008.

sobre ellas —alguna es pura especulación— y su propio carácter eventual impide cualquier predicción.

Del primer conjunto, las que tienen como causa principal el propio funcionamiento de la sociedad, no es esperable más que un cambio paulatino; puede que llegue a ser rápido y que esa velocidad impida una respuesta eficaz por parte de la propia sociedad o lo bastante lento para no percibir el efecto hasta que sea irreversible. Pero todos esos cambios no constituyen eventos puntuales, de modo que, aunque resulten catastróficos, las relaciones entre causas y efectos no son caóticas sino previsibles en una buena medida. Un ejemplo de este tipo de causas es el cambio climático de origen humano. Las leyes de la física son inexorables en ese aspecto, y explican sin ningún género de dudas el efecto invernadero: si la actividad humana incrementa la producción de gases como el dióxido de carbono o el metano por encima de la capacidad de absorción del planeta, el punto de equilibrio se moverá hacia un nivel más alto y eso producirá una subida de la temperatura media. Como estos cambios no ocurren de un día para otro, sino que progresan, la tendencia del ser humano es a pensar que mantiene el control de la situación y que, llegado el momento, siempre podrá corregir la trayectoria y volver a la casilla de salida o, al menos, a una casilla próxima y aceptable. Esto ocurre porque las leyes conocidas y los modelos actuales son suficientes para relacionar las causas con las consecuencias, puesto que implican una evolución sin discontinuidades desde la situación actual a la nueva; que esta última resulte más o menos compatible, incluso incompatible con la vida humana, es otra historia.

Del segundo conjunto poco hay que decir. Todos los casos constituyen eventos planetarios que implicarían la destrucción catastrófica de la especie humana y, en algunos casos, de la mayoría de las especies. Como la tecnología actual no permite actuar de ninguna manera, constituirían hechos inevitables, por lo que no precisan ser modelados de forma alguna. La única opción es desarrollar tecnología que pueda paliar sus efectos o, incluso, evitarlos. Si esto ocurriera, simplemente saldrían de tal categoría. Por tanto, aunque el ser humano no tenga el control en un riesgo extremo eventual y exógeno, tampoco dispone de opción alguna, de modo que este caso no interesa.

Con todas estas consideraciones, parece que la única conclusión posible es que el ser humano percibe su posición dentro de la sociedad como la de un ser dentro de una masa inmensa y estable de miles de millones de seres semejantes, con los que comparte un destino

común y dentro de la cual dispone de capacidad para moverse, para tomar sus propias decisiones y para influir —dentro de unos márgenes y con todas las matizaciones socioeconómicas— en su propio futuro; todo ello con un cierto grado de seguridad y garantía sobre lo que va a ocurrir mañana. En otras palabras, amparado en esa sociedad inmensa y resistente, cada individuo mantiene el control sobre su destino.

O, al menos, eso es lo que cree.

## Enjambres, hormigueros y rebaños



Algunos insectos forman sociedades perfectamente definidas en la que cada individuo tiene unas funciones concretas según su estatus dentro de esa sociedad. Esta forma de asociación se conoce como eusocialidad y es la forma en que se agrupan las hormigas, las termitas y algunas especies de abejas y avispas. El funcionamiento de estas sociedades resulta realmente complejo, tanto que aún es objeto de análisis por parte de los especialistas. Su descripción detallada resultaría larga y escapa al propósito de este texto. Sin embargo, sí que se van a tocar algunos aspectos concretos que permitirán asumir como determinista el comportamiento de estos colectivos.

La idea que rige la conducta de las eusociedades está encaminada a garantizar la supervivencia del colectivo por encima de cualquier otra consideración y, como consecuencia, cualquier otra circunstancia queda supeditada a ella, de modo que todo, absolutamente todo, resulta sacrificable en aras de garantizar la pervivencia del conjunto eusocial.

Algunos ejemplos de actuaciones de este tipo pueden resultar verdaderamente llamativas, como la selección de los individuos que salen a explorar en busca de alimento en las colonias de hormigas. Dado que se trata de una actividad de alto riesgo, ya que supone adentrarse en territorio desconocido y que conlleva una mortalidad muy elevada, los individuos que ejecutan estas tareas son los de mayor edad y, por tanto, aquellos a los que resta menor tiempo de vida. Si estos consiguen encontrar alimento y regresan, marcarán las rutas y los más jóvenes acudirán a la recolección de suministros para la colonia con una cierta seguridad; si perecen en el intento, la ruta será desechada por la colonia y el sacrificio de los exploradores evitará una pérdida masiva de individuos. De esa forma, no se pone en riesgo la pervivencia de la sociedad, puesto que la probable desaparición de los más viejos no implica más que acortar un poco una existencia que tenía, en cualquier caso, las horas contadas. No tenían mucho que perder... A pesar de la crueldad aparente de este comportamiento, su

eficacia está demostrada por la propia subsistencia de la colonia y, además, no es del todo desconocido para el ser humano<sup>20</sup>.

En los colectivos de abejas, sean enjambres o colmenas, existen tres tipos de individuos: la reina, única abeja que ha desarrollado los órganos sexuales femeninos gracias a una forma de incubación determinada; las obreras, abejas hembra con los órganos sexuales atrofiados y que se generan mediante huevos fecundados; y los zánganos, abejas macho que nacen a partir de huevos no fecundados. La misión de la reina es la puesta de huevos y, por tanto, es la responsable de mantener la producción de nuevos individuos dentro del colectivo. Las obreras se encargan de la recolección y almacenamiento de alimento, de la defensa de la colmena y de la construcción de los nidos o panales. Los zánganos, por su parte, solo tienen como función la fecundación de la reina, tarea que suele costarles la vida por desgarramiento fatal de su cuerpo. En líneas generales, la presencia de zánganos en una colmena es innecesaria, de modo que en el caso de que se reduzca la cantidad de alimento disponible, la colmena prescindiría de ellos: las obreras los expulsan al exterior, donde fallecerán en poco tiempo de hambre o de frío. Y como los zánganos nacen de huevos no fecundados, ya se producirán más adelante. Mientras dura la escasez, se consigue reducir el número de individuos que consumen alimento a aquellos que también son capaces de producirlo. El uso del término “zángano”, para designar a determinados individuos de la sociedad humana como consecuencia de su comportamiento, invita a pensar si no subyace alguna idea semejante en dicha sociedad.

En los colectivos eusociales predomina el bien del grupo sobre el bienestar o la vida del individuo, seres estos que responden siempre de una forma predecible y predeterminada ante un estímulo. Si a eso se añade la definición exacta de las tareas de cada uno, la falta de voluntad y de capacidad de innovación o cambio, se obtiene una sociedad estática cuya evolución solo se podría producir mediante los mecanismos genéticos inherentes a la propia vida y determinados por el darwinismo. El colectivo se comporta como un único ser superior, con una cierta capacidad intelectual semejante a la de los animales superiores, capacidad que

---

<sup>20</sup> En la última catástrofe nuclear, la ocurrida en Fukushima, fueron personas de edad avanzada las que ejecutaron las operaciones que entrañaban mayor riesgo de contacto con entornos altamente radiactivos. Está perfectamente demostrado que la exposición de los seres vivos a radiación ionizante supone un peligro real de provocar cáncer; la probabilidad de que una persona desarrolle un tumor maligno es mayor a medida que pasa el tiempo tras recibir la dosis de radiación ionizante, de modo que es fácil que un anciano fallezca antes de desarrollar el cáncer y, aun en el caso de que lo desarrollase, también es más probable que la muerte le sobrevenga antes por otra causa.

se suele denominar “inteligencia de enjambre”, como una traducción del término anglosajón *swarm intelligence* (SI)<sup>21</sup>. Esta terminología se introdujo en el ámbito de la robótica como una buena aproximación al comportamiento de sistemas compuestos por un número muy elevado de dispositivos autónomos simples, los denominados enjambres de robots.

La perfecta definición de las funciones de cada individuo —debido a que estas son muy reducidas y simples— y de sus interrelaciones permiten disponer de un modelado social relativamente sencillo obtenido mediante promediado, una vez que se conozcan todas las reglas y relaciones que rigen su comportamiento. Con él sería posible predecir con escaso margen de error cómo actúa la sociedad ante una u otra solicitud, dado lo previsible que sería el comportamiento de cada individuo ante tal situación. El sistema resulta, así, fundamentalmente determinista y, de hecho, la incertidumbre asociada a la percepción específica de cada individuo y a su capacidad de respuesta, también específica, quedaría diluida en el elevado número de individuos, de modo que la respuesta colectiva es estrictamente predecible<sup>22</sup>.

Modelos de este tipo se pueden aplicar a determinados comportamientos humanos para predecir, por ejemplo, la respuesta ante un determinado producto o servicio comercial. También se han empleado en sentido inverso, es decir, para tratar de adivinar qué estímulos habría que realizar para conseguir una determinada respuesta y, de esa forma, forzar un resultado concreto. Asuntos tan actuales como las *fake-news*, la comercialización de datos de tendencias, gustos y opiniones de usuarios, el análisis de grandes volúmenes de datos mediante técnicas de inteligencia de datos o de minería de datos van precisamente en ese sentido y, de hecho, a procedimientos de este tipo se han achacado algunos resultados electorales o plebiscitarios que no eran esperados por las encuestas.

Cabe pues preguntarse si el ser humano no se comporta, en realidad, como una abeja obrera en un enjambre o como una hormiga en su hormiguero y si sus sociedades no resultan

---

<sup>21</sup> G. Beni y J. Wang, *Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems*. Proceedings of NATO Advanced Workshop on Robots and Biological Systems, Tuscany, Italy, June 26–30 pp. 703–712, 1989.

<sup>22</sup> Aunque cada miembro individual no sea estrictamente igual a los otros y manifieste algunas diferencias cuantitativas en sus capacidades —de percepción y respuesta— que hacen que su comportamiento no sea estrictamente idéntico, el hecho de que sean muchos los individuos implicados hace que el resultado promedio tenga un escasísimo margen de incertidumbre, según la ley fuerte de los grandes números que establece que la probabilidad del resultado promedio tiende a uno (seguridad absoluta) a medida que crece el número de variables (individuos en este caso) que son promediados.

también semejantes a las eusociedades de estos insectos. Aunque en algunos aspectos hay un parecido mucho mayor de lo esperable, como en hábitos de consumo y en determinadas actividades, lo cierto es que cada uno de los individuos mantiene una capacidad de elección y libre albedrío. A pesar de esa posibilidad de decidir, basta comprobar algunas situaciones para darse cuenta de que, en la mayoría de los casos, el comportamiento parece previsible. Es el motivo por el que se agotan determinados productos mientras que otros de características casi idénticas permanecen excedentes en las estanterías; y es el motivo por el que se llena un determinado local de ocio cuando el de al lado, muy similar, permanece sin clientes; o por el que se acumulan los vehículos en las autopistas en fechas determinadas y a horas concretas.

Sin embargo, en el seno de una sociedad, los seres humanos individuales no actúan como abejas obreras o como hormigas guerreras, puesto que las condiciones a las que están sometidos son claramente diferentes: en los enjambres o en los hormigueros el número de opciones entre las que tiene que decidir cada miembro individual es muy pequeño o nulo, de modo que cada miembro de la colectividad hace lo que tiene que hacer. La consecuencia es una previsibilidad total y su causa, la escasa variabilidad en el punto de partida. Abejas y hormigas actúan como un engranaje dentro de una máquina compleja. Y aunque sea posible identificar entes individuales dentro de ese mecanismo, su libertad no es mayor que la de las células que componen el cuerpo de un ser humano, a pesar de que estas no puedan sobrevivir de forma independiente y ni si quiera tengan libertad de movimiento.

Para explicar el comportamiento previsible del ser humano se maneja el concepto de rebaño humano (*human flock*<sup>23,24</sup>), una idea asociada a la forma en que se mueven grupos numerosos de algunos mamíferos y de aves. Según esta idea, el movimiento de grandes masas humanas imitará a grupos pequeños que mantengan un criterio común y que, de esa forma, se constituirían espontáneamente en líderes del rebaño a los que los demás seguirían sin que medie entre ellos comunicación alguna.

---

<sup>23</sup> M. Belz, L.W. Pyritz y M.Boos, *Spontaneous flocking in human groups*, Behav. Processes, 92, pp. 6 a 14, 2013.

<sup>24</sup> S. Frey y R.L. Goldstone, *Cognitive mechanisms for human flocking dynamics*. J. Computational Social Science, vol. 1, núm. 2, pp. 349–375, septiembre de 2018.

Esta forma de actuar tiene sus ventajas a la hora de enfrentarse a emergencias de cualquier tipo, puesto que un porcentaje pequeño de la población entrenada para actuar correctamente de forma coordinada arrastraría, por el efecto del rebaño, a la inmensa mayoría de la masa social hacia la dirección más apropiada. Y no solo hay que imaginar este tipo de acciones en el caso de una emergencia catastrófica, sino que también podría ser útil cuando se produce un problema económico serio que pueda suponer la ruina para una determinada sociedad. En tal caso, unos pocos individuos podrían arrastrar las acciones de los demás para evitar situaciones de pánico y que el problema se desborde. El efecto rebaño actúa como una fuerza contraria al caos.

Al margen de estas posibles aplicaciones, el comportamiento de rebaño permite explicar los usos culturales, las modas y las burbujas de mercado, que pueden surgir de forma espontánea de un colectivo humano que carezca de organización alguna, mediante tendencias que son explicadas a partir de hábitos, reacciones, emociones, prejuicios, refuerzo e imitación, entre otras circunstancias. Como establecía Keynes<sup>25</sup> todos estos factores pueden ser modulados por una educación que fuerce un comportamiento racional y que evite la aparición de los sustratos animales instintivos, capaces de generar una dinámica de rebaño. Sin embargo, aún no hay un consenso científico al respecto, ya que parece que, incluso bajo supuestos de actuación racional, pueden aparecer esos mismos comportamientos, lo que reduciría el efecto del sustrato instintivo en la explicación de los resultados<sup>26</sup>. Sea cual sea el resultado final de esta disputa científica, se puede concluir que, en condiciones normales (entendiendo como tales las esperadas en un determinado contexto), el comportamiento de la sociedad humana, con toda la complejidad que se pueda presumir en sus relaciones, resulta bastante predecible en un elevado número de casos.

---

<sup>25</sup> V. Barnett, *Keynes and the psychology of economic behavior: From stout and sully to the general theory*. History of Political Economy, 47, pp. 307–334, 2015.

<sup>26</sup> Op. cit. S. Frey y R.L. Goldstone.

## El factor humano



Cuando un avión va a despegar o a aterrizar, el personal de cabina advierte al pasaje que deben desconectar todos los dispositivos electrónicos para evitar interferencias con los instrumentos de vuelo. La gran mayoría de los pasajeros obedece o, al menos, pone sus móviles en “modo avión”; pero las estadísticas demuestran que en torno a un 10 % de las personas que van a bordo se olvida de hacerlo, a pesar del amenazante peligro que la tripulación arroja sobre las cabezas de los pasajeros. Aun así, los datos indican que en un vuelo de corto radio, servidos por aparatos de unos 200 viajeros, habrá hasta veinte móviles activos, con sus campos electromagnéticos campando a sus anchas por la cabina, ávidos de interferir sobre todos los instrumentos de vuelo del avión. Si se trata de un superjumbo con más de seiscientos pasajeros a bordo, serán más de sesenta los móviles dispuestos a perturbar. Como el resultado macroscópico es que los despegues y aterrizajes siguen siendo seguros, se puede concluir que no tienen efecto alguno. En la realidad, los dispositivos de control de vuelo tienen una excelente compatibilidad electromagnética y están diseñados para que no se vean afectados por tales olvidos. De lo contrario, la acción terrorista suicida más sencilla consistiría en subir un número suficiente de personas dispuestas a inmolarse no apagando sus teléfonos 5G. Absurdo.

Las consecuencias de la presencia de móviles activos en el interior de un avión en los momentos críticos del despegue y del aterrizaje son, a día de hoy, estrictamente falsas. Es fácil percatarse de ello sin más que observar el efecto que tiene cualquier dispositivo electrónico —móvil, *tablet*, consola de videojuegos o cualquier otro sistema— sobre el resto de los equipos electrónicos que se suelen manejar de forma masiva. ¿Alguien ha visto algún efecto sobre ellos? Pues los dispositivos de vuelo no son diferentes ni se basan en principios mágicos o esotéricos; son equipos electrónicos vulgares, muchos de ellos, computadores similares a los que se suelen manejar en el entorno doméstico o en la oficina, con la salvedad de que deben ser mucho más robustos para resistir cualquier ambiente hostil. Además, son redundantes, es decir, una función está servida por varios dispositivos iguales, de modo que

si uno falla, el siguiente se encarga de hacerla. O sea que cualquier avión comercial despegaría o aterrizaría sin mayor dificultad con doscientos móviles funcionando en la cabina. Haría falta un pulso electromagnético nuclear<sup>27</sup> para derribarlo.

Sin embargo, el pasajero no reflexiona sobre estos aspectos técnicos o no tiene conocimientos específicos para alcanzar estas conclusiones con lo que, sometido a un cierto temor por lo antinatural de la acción de volar, se apresurará a apagar su dispositivo e, incluso, mirará de reojo al compañero de asiento para verificar que también lo hace. A pesar de todo, queda un pequeño porcentaje que no lo apagará por la razón que sea; y eso constituye un ejemplo del margen de incertidumbre que lleva asociado el comportamiento humano.

En la práctica, ante cualquier solicitud e, incluso, ante una legislación concreta, no cabe esperar una respuesta uniforme de todos los individuos. Sin necesidad de ascender a los cielos, hay ejemplos de incertidumbre en la respuesta a normativas y recomendaciones que son muy ilustrativos: según datos de la DGT (Dirección General de Tráfico) en España, la gran mayoría de los conductores conduce sin haber tomado antes ninguna sustancia psicoactiva, porcentaje que fija en el 88 %<sup>28</sup>. Parece fantástico que la mayoría de los ciudadanos cumpla con la legislación. Pero si se da la vuelta a la cifra, significa que un 12 % de los conductores ha tomado alcohol, drogas o ambas sustancias antes de ponerse al volante. Traducido a un caso concreto, si alguien se detiene a contemplar el tráfico durante diez minutos en el punto kilométrico 58,69 de la M40 que circunvala Madrid<sup>29</sup> observaría más de cien vehículos conducidos por personas que antes de ponerse al volante han ingerido alcohol o consumido drogas, una situación que supone un peligro evidente bajo cualquier punto de vista.

En esas condiciones, padecer miedo a volar y no tenerlo a subirse en un vehículo pone de manifiesto la existencia de un sustrato irracional en el ser humano, que no explica las respuestas ante una determinada situación como una decisión voluntaria, fruto de las

---

<sup>27</sup> Un NEMP (*Nuclear Electromagnetic Pulse*, pulso electromagnético nuclear) es una radiación electromagnética de muy corta duración y extraordinariamente intensa, producida por una detonación nuclear; suele originar daños irreversibles en los equipos electrónicos.

<sup>28</sup> Nota de prensa de la DGT publicada en junio de 2018 y accesible en <http://www.dgt.es/es/prensa/notas-de-prensa/2018/20180604-la-dgt-alcohol-otras-drogas-junio.shtml>.

<sup>29</sup> Punto elegido porque es el primero que figura en la estadística de la DGT.

consideraciones basadas en leyes físicas y en los conocimientos, sino mediante una apreciación instintiva similar a la que exhiben los demás animales superiores.

La presencia de ese substrato irracional afecta de varias formas al comportamiento humano. La primera, como se indicó en el apartado anterior, permite explicar los movimientos de rebaño, las modas y tendencias; la segunda, añade incertidumbre a las respuestas ante una determinada situación, respuestas que dependerían también de si el peso de la racionalidad es mayor o menor que el de la irracionalidad. Un ejemplo que pone de manifiesto estos comportamientos es el de la caída de un árbol. Supóngase a un individuo caminando por una zona arbolada en un día de fuerte viento; de pronto, el individuo se da cuenta de que un árbol están empezando a caer muy cerca de él, le viene encima y amenaza con aplastarlo. El instinto le dice que tiene que salir de allí, corriendo lejos del área de peligro; pero lo más probable es que si actúa así, la copa del árbol, frondosa y amplia ocupe una zona extensa, de modo que podría no darle tiempo a salir (además tarda en caer el mismo tiempo que el tronco luego lo hace a más velocidad) y, en ese caso, sería aplastado por las ramas. Un comportamiento racional llevaría a hacer justo lo contrario, es decir, a correr hacia el tronco, aprovechando que este es mucho más estrecho y que se puede salir de la zona de peligro en un instante, solo dando un paso a un lado.

Pero ni siquiera es tan sencillo como se plantea en el ejemplo, pues el resultado no solo depende del conocimiento del individuo sino de su capacidad de que la respuesta instintiva predomine o no sobre la racional, en el escasísimo tiempo de que dispone para tomar una decisión. La respuesta de una persona que conozca perfectamente el proceso de caída de un árbol y que sepa que debe correr hacia el tronco en lugar de alejarse de él bien podría ser la incorrecta si en el instante de decidir predomina el instinto desencadenado por la sensación de peligro por encima de la racionalidad. Un adiestramiento adecuado sí que produciría una respuesta correcta, pero no es fácil imaginar que una persona esté dispuesta a pasar por un proceso de entrenamiento sobre la caída de árboles para cubrir tan improbable eventualidad.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta a la hora de valorar el comportamiento de los individuos humanos en la sociedad es la complejidad de los sistemas en los que el ser humano está inmerso y que hace difícil predecir las consecuencias de los actos, más allá de cualquier consideración de racionalidad o de irracionalidad. Para ahondar más en la dificultad,

si se tienen en cuenta las consideraciones dinámicas podría ocurrir que una misma acción no tenga el mismo resultado en un momento que en otro, en función de la historia previa del lugar, del entorno y de los demás seres que lo habitan.

Un ejemplo de lo incierto de las consecuencias de una determinada acción puede encontrarse en el comportamiento del conductor al volante a la hora de decidir a qué velocidad circula por una determinada vía. Puede decidir circular por debajo o por encima de la velocidad establecida por la ley, pero si las autoridades sitúan un radar fijo tenderá a hacerlo siempre por debajo de ese límite para evitar la sanción. Si no existe ese radar, un porcentaje de conductores, que no valora el riesgo de accidente que implica el exceso de velocidad, circulará por encima del límite, ya que no hay riesgo de multa, siendo menor el número de los que lo superan a medida que es mayor el exceso de velocidad. Finalmente, en el caso de que el radar sea móvil —situado en un vehículo o un simple dispositivo de mano y que solo efectúa el control en periodos concretos— lo imprevisible del resultado (si hay o no sanción) hará que algunos de los que tienen tendencia a superar el límite de velocidad se arriesguen a hacerlo y otros, no. Incluso es posible que un mismo conductor manifieste ambos comportamientos en momentos diferentes como consecuencia de su estado de ánimo o de cualquier otro factor adicional.

La unión de estos aspectos (racionalidad e irracionalidad, imprevisibilidad de las consecuencias) y de la incertidumbre intrínseca en toda decisión hace que, si se considera un conjunto de individuos sea o no el total de miembros de una sociedad, es esperable que la mayoría de los comportamientos individuales sean interpretados como una tendencia general, pero que una minoría de esos comportamientos no puedan explicarse dentro de la tendencia, por lo que pasan a considerarse como incertidumbre, un porcentaje de individuos que podrían tomar cualquier decisión y en cualquier sentido sin una causa aparente. Esto tiene una importancia pequeña en el caso de estudios de mercado y publicidad, dirigidos hacia esa mayoría que forma parte de la tendencia. Estas actividades suelen prescindir de la minoría de decisión incierta porque el coste de acceder a ella puede hacer poco rentable la campaña en términos económicos. Sin embargo, esa minoría sí resulta definitiva en las situaciones en que es imprescindible una respuesta conjunta en un determinado sentido.

La mayoría de las respuestas sociales no son una cuestión de tendencias sino que deben producirse siempre en un determinado sentido, como la atención a las normativas y

leyes o el comportamiento cívico y compatible con las costumbres establecidas. Lo cierto es que esto suele ser así y, en líneas generales, la inmensa mayoría de los miembros de una sociedad suelen comportarse de acuerdo a lo esperado; sin embargo, queda un pequeño margen para la incertidumbre, pequeño pero suficiente como para entrañar un riesgo. Por ejemplo, la práctica totalidad de los conductores circula por las autopistas en el sentido correcto. Al expresar “la práctica totalidad”, se indica que alguno lo hace en el sentido incorrecto, lo que constituye un factor de riesgo muy elevado por el peligro de choque frontal a alta velocidad. La presencia de *kamikazes* no es frecuente sino que puede considerarse esporádica, pero alguno hay, fruto de despistes, apuestas o del estado mental del sujeto. Cuando ocurre, el resultado suele aparecer en los medios de comunicación.

En definitiva, la diferencia entre la sociedad humana (o las sociedades formadas por animales superiores) y las eusociedades estriba en que los individuos de la primera tienen una cierta capacidad de decisión que, si bien no altera los resultados macroscópicos de dicha sociedad, sí que implica una varianza en el comportamiento particular que no es explicable. Al margen de comportamientos de rebaño, de modas y de tendencias o de la obediencia a las normas y regulaciones, un individuo concreto en un determinado instante actuará o no siguiendo tales comportamientos. Y lo hará de forma impredecible y de forma independiente a la respuesta del resto.

## Un modelo mecanicista de la sociedad



Como se indicó en la introducción, al estudiar el comportamiento de una sociedad se puede recurrir a dividirla en estratos o capas sociales, lo cual permite establecer tanto las relaciones como el flujo de individuos entre ellas. Sin embargo, también es posible considerar al conjunto de la sociedad desde un punto de vista más mecanicista, en donde se hablaría de variables macroscópicas que, de una u otra forma, representarían y caracterizarían a dicha sociedad. En un modelo de este tipo, habría una serie de variables de entrada independientes (causas) que representarían los estímulos y condiciones a los que está sometida esta sociedad y una serie de variables de salida (efectos), dependientes de las primeras según relaciones más o menos complejas (funciones), que representan el comportamiento de dicha sociedad.

Así, cada efecto se obtendría como una función de las causas, en las que, con toda seguridad, no solo influiría la situación presente, sino que quedaría mediatizada por los estadios anteriores por los que haya pasado dicha sociedad, es decir, por lo que haya ocurrido en los tiempos anteriores. Así, cada efecto se podría explicar como una función<sup>30</sup> de las causas presentes, de las causas pasadas y de los efectos previos. Cuando en un modelo se tiene en cuenta el tiempo como una variable más y las variables implicadas también son función del tiempo, dicho modelo se constituye en un sistema dinámico o, lo que es lo mismo, un modelo que tiene en cuenta la historia previa de dicha sociedad como forma de explicar los resultados presentes.

Este tipo de modelado concibe a la sociedad bajo la idea de “caja negra”<sup>31</sup>, en la que se ignora el conexionado interno y solo se persigue encontrar la relación entre las entradas (causas) y las salidas (efectos). En estas condiciones, cualquier tipo de estructura social interna

---

<sup>30</sup> “Función”, como concepto matemático en la que una expresión también matemática proporciona la cuantificación de los efectos en función de las causas.

<sup>31</sup> Aunque el concepto de caja negra (*black box*) fue introducido por Wilhelm Cauer en 1941 en teoría de sistemas, él nunca usó ese término.

(una clase social, un grupo en una localización geográfica o cualquier otra) quedaría subsumida dentro de la estructura general de la sociedad y su contribución específica no sería analizada, sino que aparecería de forma implícita dentro de las funciones generales que representan al conjunto de la sociedad.

Un modelado de la sociedad como caja negra supone una tarea muy compleja que, en cualquier caso, requeriría una serie de pasos:

- a) Definición de la propia sociedad, lo que implica determinar sus límites o fronteras.
- b) Identificación de las variables de interés, tanto en el lado de la entrada (causas) como en el de la salida (efectos). Como el modelo podría usarse para representar a una sociedad en el aspecto económico, sanitario, cultural, educacional, etc., se trataría de identificar (según el ámbito en el que se pretenda estudiar) las variables económicas, sanitarias, culturales, educacionales, etc. Si el modelo tuviese un objetivo genérico, se tendrían en cuenta todas las variables de todos los tipos posibles.
- c) Dentro de las variables de entrada, hay que distinguir aquellas que se pueden modificar de las que vienen impuestas (perturbaciones) y de las condiciones de contorno. Las primeras se consideran como entradas porque los gestores de esa sociedad pueden modificarlas con un objetivo concreto; las perturbaciones corresponden a las variables incontrolables que dependen de otros agentes y las condiciones de contorno son variables más o menos estáticas (no cambian en el corto plazo) que representan las características de esa sociedad. Por ejemplo, un pequeño país independiente puede decidir acelerar o frenar el ritmo de emisión de moneda (esa sería una variable de entrada); sin embargo, no tiene opción de modificar la política monetaria del BCE o de la Fed (estas son perturbaciones) ni cambiar en el corto plazo sus reservas de oro o divisas (estas son condiciones de contorno).
- d) Obtención de la función que liga las entradas, las perturbaciones y las condiciones de contorno con cada salida. En el ejemplo del apartado c), el

valor de la variable de salida “inflación” (efecto) se obtendría como una función de todas las entradas; de una forma estática con los valores presentes y, de forma dinámica, teniendo en cuenta los valores presentes y los pasados, tanto de las entradas como de la propia salida.

Es obvio que el último paso es de gran complejidad, salvo en grupos o sociedades pequeños o muy simples. El ejemplo del modelado económico de la sociedad da buena cuenta de tal dificultad, ya que los expertos en el tema rara vez pueden prever los movimientos económicos y solo se limitan a explicar los resultados una vez que estos se han producido. Sin embargo, es fácil concluir que la carencia de las funciones que expliquen las salidas en función de las entradas, las perturbaciones y las condiciones de contorno (es decir, la carencia de un modelo válido), no altera la concepción de la sociedad como una caja negra, sino que incide en la necesidad de mejorar las herramientas para llevar a cabo su modelado.

En el mundo físico y en la ingeniería, la forma habitual de modelar una caja negra consiste en someter las entradas a cambios y observar las evoluciones de las salidas. Si se realizan suficientes ensayos, sería posible identificar con bastante seguridad las funciones que explicarían todos los efectos observados en función de las causas provocadas (entradas, perturbaciones y condiciones de contorno). El procedimiento sería someter a la sociedad a cambios en las entradas y en las perturbaciones para cada posible situación de las condiciones de contorno. Esto es posible —y bastante sencillo— en sistemas físicos, por lo que se usa masivamente en el mundo de la tecnología. Sin embargo, no es factible en el ámbito social, ya que supondría poner a una sociedad bajo todo tipo de condiciones, lo que conllevaría a situaciones desagradables o, quizá, parcialmente destructivas.

La segunda opción de modelado es utilizar los datos disponibles (históricos), de entradas y salidas, para tratar de extraer de ellos las funciones explicativas. Esta opción resulta muy limitada porque el total de datos disponibles solo abarca un subconjunto muy pequeño del universo de posibilidades: no suele remontarse mucho en el tiempo y la variabilidad de las entradas y perturbaciones es limitada —en líneas generales, los gestores de una sociedad y de las otras con que se relaciona no hacen locuras ni grandes cambios— con lo que se estará observando la sociedad en estadios más o menos similares y correspondientes a unas pocas situaciones dentro de la ortodoxia del buen gobernante. Finalmente, la evolución natural de la sociedad de que se trate a lo largo de la historia impide disponer de estadios

diferentes con las mismas condiciones de contorno. Así, no es posible estudiar el efecto de las entradas y de las perturbaciones para unas mismas condiciones de contorno. En conclusión, la carencia de datos con amplia variabilidad y su limitación en número proporcionan una información exigua acerca del comportamiento de una sociedad, excepto en las condiciones en que se desenvuelve en los últimos tiempos.

El resultado es un modelo de muy escaso alcance y cuya validez está limitada al corto plazo y a condiciones casi invariables (las ortodoxas). Fuera de ese entorno reducido, la sociedad siempre pisa terreno desconocido, con lo que los resultados resultan impredecibles ante entradas y perturbaciones diferentes.

Esta incertidumbre en el modelo no solo resulta descorazonadora, sino que supone asumir que, lejos del estado conocido, nada es predecible, por lo que resulta difícil inferir qué ocurrirá en una determinada sociedad ante cambios que la separen de su devenir previsto. Esta sensación subyace en las corrientes conservadoras que persiguen no agitar ni entradas ni perturbaciones, sino mostrar un perfil de cambio muy bajo para mantener el control de la situación. También permite la proliferación de todo tipo de agoreros, capaces de predecir hecatombes en cuanto el discurrir de la sociedad se mueva un ápice del rumbo preestablecido o de lo contrario, de vaticinar todo tipo de males en caso de mantenerse en el curso actual.

Aunque los gestores de la sociedad asuman los principios de los movimientos conservadores, persiste la falta de control sobre las perturbaciones, acciones exógenas a esa sociedad, pero que la afectan. Una forma de reducir estos efectos ha sido la creación de organismos horizontales (internacionales) que actúan como vigilantes de los gestores de todas las sociedades y que evitarían movimientos bruscos y cambios radicales que pudieran alejar el funcionamiento de cada sociedad del punto de supuesto equilibrio en que se encuentran en la actualidad. Incluso se han llegado a desarrollar mecanismos de ámbito internacional que, ante una hipotética salida de tono de cualquier sociedad, permiten aislar el problema, compensar los efectos para los demás y aplicar las correspondientes acciones correctivas.

Como todo está bajo control en las sociedades, ¿qué puede fallar?

La respuesta es muy sencilla: un modelo endeble y el individuo imprevisible. La prueba de que es así se muestra con toda su crudeza en las sucesivas crisis económicas, humanitarias, sociales, las guerras y un etcétera tan largo que parecería la declaración de intenciones de una ONG. La culpa —siempre huérfana— hay que buscarla en suposiciones incorrectas, en la asunción de consecuencias basadas en modelos parciales e imprecisos y, en general, en la incertidumbre ligada a los individuos y a las sociedades que producen resultados imprevisibles como consecuencia de cualquier acción.

Como ya se estableció en los primeros apartados, la incertidumbre no tiene mayores consecuencias en momentos de estabilidad general, cuando los parámetros de las sociedades evolucionan con lentitud y sin estridencias. Pero en las proximidades de algún cambio radical (evento), dicha incertidumbre puede provocar efectos mucho más significativos que las causas que los provocan. Así, un modelo social incompleto o parcial, junto a la incertidumbre del individuo, producen resultados imprevisibles cuando los parámetros de las sociedades evolucionan con rapidez.

El momento actual (desde lo más álgido de la reciente crisis económica) ha provocado un replanteamiento general de los paradigmas sociales, más allá de ideas políticas, pragmatismos y populismos, que ha introducido al mundo en un terreno desconocido. Los cambios bruscos en los resultados electorales, las subidas y caídas de líderes en plazos de tiempo muy breves, el constante cuestionamiento de cualquier criterio general y las dudas más o menos racionales acerca de la validez de cualquier sistema social, político o económico apuntan en la dirección de un gran cambio.

En la misma línea, la presencia de mecanismos que amplifican las situaciones y noticias llamativas, como las redes sociales, producen un efecto multiplicador que nunca antes se había dado, puesto que los tiempos de entonces eran mucho más largos, habida cuenta de la lentitud de los medios de comunicación de épocas pretéritas. En materia de difusión de noticias, el efecto bálsamo que produce la latencia de muchas horas, días o, incluso, semanas, ha saltado por los aires con las redes sociales, de modo que ya no existe ningún amortiguador temporal. La sensación de que todo ocurre “ahora” y que la respuesta tiene que ser instantánea —y por tanto, irreflexiva— da lugar a la propagación rápida de ideas sin ningún tipo de freno y, por tanto, puede conducir a situaciones explosivas bajo determinadas circunstancias.

Ha habido varios ejemplos de este fenómeno de respuesta instantánea, ambos en épocas en las que las redes sociales aún no funcionaban. El más llamativo, por el impacto internacional que tuvo, fue la caída del Muro de Berlín, un suceso que se desencadenó y multiplicó en menos de una hora y que dejó sin respuesta a las autoridades de Alemania del Este. Cuando fueron conscientes de lo que ocurría, el muro ya había sido derribado y, con él, el régimen. Ante la alternativa de un baño de sangre, las autoridades optaron por asumir su error e irse. Europa cambió su aspecto. Otro hecho similar fue la victoria de José Luis Rodríguez Zapatero en las elecciones generales de 2004: tras el atentado más sangriento de la historia de España, algunos sectores del partido gobernante, el PP, se equivocaron en su estrategia y optaron por culpar a una organización terrorista en total decadencia —ETA dejaría de atentar poco después y terminaría por disolverse— para sacar algún rédito político o para ocultar alguna mala gestión de los servicios de inteligencia. Insistir en esa línea, cuando todo apuntaba en otra dirección y cuando ya se habían producido detenciones de islamistas relacionados con el caso, termina por soliviantar los ánimos del electorado y destapar una estrategia que solo demostró falta de conocimiento del sistema social. El sábado previo a las elecciones se rozó la tragedia<sup>32</sup>. Al final, un día después y contra todo pronóstico, el PP pierde unas elecciones que habría ganado sin dificultad solo con optar por una táctica correcta. Como consecuencia, asciende al poder un líder imprevisto.

Al margen de cualquier consideración acerca de lo bueno y de lo malo que tuvieron ambos hechos o de la búsqueda de culpables —eso sí que es otra historia y no merece la pena tratarla para los fines de este texto—, en ambos casos se estaba en un momento de cambio o en las proximidades de un evento: en el caso de Berlín, la nueva línea política de Moscú y el crecimiento de los opositores en el Este (sobre todo en Polonia) estaba alimentando todo tipo de nuevas ideas y tendencias; en el caso de España, un atentado de proporciones desconocidas en la historia del país que terminó mezclándose con la intervención en Irak, con la contestada política internacional del gobierno español y con las inmediatas elecciones generales. En ambos, la situación se correspondía a lo definido como

---

<sup>32</sup> La situación pasó por momentos críticos. A las 13:45 del día 12 de marzo de 2004 un policía nacional libre de servicio dispara contra el panadero Ángel Berrueta en Pamplona tras una discusión acerca de la autoría del atentado. El panadero muere y se desata una ola de indignación en Euskadi y Navarra (R. Sola, *Un policía mata a tiros a un abertzale de Iruñea*, Gara, 14 de marzo de 2004 y *Ángel, la otra víctima del 11-M y de la campaña de mentiras de Aznar*, Público, 10 de marzo de 2014), que pone contra las cuerdas a la propia Policía y al resto de las instituciones. Al día siguiente, se multiplican las protestas y se barrunta una revuelta popular de consecuencias impredecibles. El gobierno ataja el problema el día antes de las elecciones reconociendo que el atentado tiene como origen a los islamistas, pero ya es tarde para evitar el daño electoral.

“evento”. Y, en las proximidades de un evento, cualquier pequeño movimiento puede ocasionar efectos inimaginables. Cuando ese movimiento se debe a la incertidumbre inherente a los individuos o a las deficiencias del modelo manejado para el sistema, tanto la cuantía del propio cambio como la del resultado son impredecibles.

La propagación de los efectos de cualquier circunstancia como las anteriores y su eventual multiplicación depende de varios factores, como la importancia cuantitativa o cualitativa del ámbito en el que se desarrolla y la interconexión de ese ámbito con el resto de la sociedad, con otras sociedades o con el conjunto del planeta. El primero de los aspectos es sencillo de analizar: a medida que el evento ocurre en un ámbito más importante es más probable que su efecto se propague con más facilidad, puesto que la “energía” del evento es mayor.

En el caso de los dos ejemplos anteriores, el primero tuvo una importancia muy grande por la significancia de Berlín en el contexto del enfrentamiento entre el bloque occidental, liderado por Estados Unidos, y el oriental, liderado por la Unión Soviética. La caída del muro —la frontera más significativa y más mediática entre ambos bloques— produjo una reacción en cadena que, en poco tiempo, dinamitó el Bloque del Este<sup>33</sup> y, por tanto, alteró significativamente el equilibrio de fuerzas que terminó con el desmembramiento del propio núcleo, la Unión Soviética, solo dos años más tarde de aquel evento. En cambio, el efecto del atentado del 11M tuvo consecuencias locales, ya que España es un país periférico en Europa y de escaso peso en el tablero mundial. La retirada del pequeño contingente de tropas españolas del teatro de operaciones de Irak, subsecuente a la salida del PP del gobierno y la llegada del PSOE en la primavera de 2004, provocó un cierto malestar en Estados Unidos, pero no desencadenó más efectos significativos.

Para incidir más en la importancia del ámbito en que se produce un evento a la hora de entender sus consecuencias, basta tener en cuenta el efecto de un atentado de proporciones similares: el del 11S en Nueva York<sup>34</sup>. Ese sí desencadenó efectos significativos, pues Estados Unidos invadió Afganistán, derrocó al gobierno talibán del momento y se

---

<sup>33</sup> El Muro de Berlín cayó el 10 de noviembre de 1989. Apenas un año después, en enero de 1991, Checoslovaquia, Hungría y Polonia abandonaban el Pacto de Varsovia, con lo que el bloque oriental caía de hecho, puesto que estos países constituían la frontera geográfica con Occidente.

<sup>34</sup> Atendiendo a la población de los países, ambos atentados son comparables en víctimas y, en cualquier caso, constituyen los dos mayores atentados producidos en países occidentales en toda la historia.

enzarzó en un conflicto que se prolonga hasta hoy, una guerra que ha involucrado a varias decenas de países, implicado a más de 490.000 combatientes y producido más de 60.000 muertes directas como consecuencia de los enfrentamientos<sup>35,36</sup>. Todo eso sin tener en cuenta otras consecuencias adicionales fuera de aquel teatro de operaciones (entre otros, la caída del régimen iraquí, el estado fallido de Irak, la extensión del conflicto a Siria y la aparición del IS).

A pesar de las diferencias cuantitativas en las consecuencias de ambos atentados (11S y 11M), el primero no es un ejemplo de evento en el que la incertidumbre tuviera consecuencias, sino más bien hay que analizar el resultado a corto plazo como una consecuencia previsible dentro de la lógica de actuación de Estados Unidos<sup>37</sup>; aunque las consecuencias secundarias a medio y largo plazo (no las del propio atentado, sino las de la respuesta) sí que poseen características caóticas, al desarrollarse en un entorno poco controlado y con elevados niveles de incertidumbre, como es el espacio geográfico de Afganistán, Irak y Siria. En cambio, el atentado del 11M sí que tuvo los efectos caóticos directos ligados a la incertidumbre en el entorno del evento, ya que, al margen de sus escasas consecuencias geopolíticas, sí ocasionó cambios locales que eran imprevisibles unos días antes.

En definitiva, como resulta evidente, las consecuencias de un suceso, sea o no caótico, dependen de la importancia (absoluta o relativa) del ámbito sociopolítico en el que se desarrolla dicho suceso.

El otro gran factor que condiciona los efectos de un suceso en un entorno concreto y que contribuye a multiplicarlos es la conectividad entre dicho entorno y el resto del planeta. A continuación se desarrollarán estos aspectos con el fin de determinar cómo se propaga un efecto y hasta donde alcanzan sus consecuencias.

---

<sup>35</sup> *International Security Assistance Force (ISAF): Key Facts and Figures*, ISAF, 6 de julio de 2010.

<sup>36</sup> *Afghan National Army y Afghan National Police*, ISAF. 6-2010.

<sup>37</sup> La respuesta estadounidense a los atentados del 11S en Nueva York y Washington D.C. resultó tan previsible que ha alimentado todo tipo de teorías conspirativas, dentro de las cuales, los hechos se manejan como un atentado de falsa bandera para justificar las acciones posteriores.

## Sociedades escasamente conectadas



El ser humano, como homínido, es un animal fundamentalmente social puesto que desde los inicios documentados de la especie o especies que puedan considerarse humanas se ha agrupado en pequeñas comunidades. Esta técnica concedió una mayor probabilidad de supervivencia en un ambiente agresivo y hostil a un ser poco dotado en todos los aspectos físicos, tanto para la defensa como para procurar sustento. Aquellas pequeñas sociedades iniciales no pasaban del nivel de clan y probablemente presentarían pocas interacciones entre ellas, habida cuenta del reducido número total de individuos<sup>38</sup> y la amplitud de las zonas en que se instalaron.

En lo esencial, el ser humano no ha variado significativamente desde aquellos tiempos primigenios hasta la fecha, así que entonces se comportaría con dosis de incertidumbre similares a las actuales. Por tanto, todo lo dicho hasta este momento sería igualmente válido. Sin embargo, la escasa relación entre los grupos haría que las consecuencias de la incertidumbre sobre cualquier evento —y los consiguientes efectos caóticos— se circunscribiesen a ese contexto, con poca probabilidad de propagarse a los grupos vecinos. Aun en el caso de consecuencias catastróficas para los individuos de cada sociedad, los resultados solo se notarían sobre la suma global de humanos y, tal vez, en la extensión de las “posesiones territoriales” de los grupos fronterizos. De estos razonamientos quedan exentos los cambios evolutivos —no son caóticos— que sí se propagarían con facilidad: en el caso de que un individuo obtuviese una ventaja genética, estaría en mejores condiciones para la supervivencia y para la reproducción, de modo que el cambio terminaría

---

<sup>38</sup> Las estimaciones de población en la protohistoria hablan de una población mundial de entre uno y cuatro millones de humanos alrededor del año 10.000 antes de Cristo; los cálculos anteriores son mucho menos precisos, y reducen el total de individuos a menos de 15.000 hacia el 70.000 antes de Cristo. Véase las publicaciones *Historical Estimates of World Population* del US Census Bureau y el artículo de M. Kremer, *Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990*, *The Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), pp. 681–716, 1993.

difundiéndose con facilidad al quedar dotado su grupo de condiciones superiores para la competencia.

Si se compara la situación de aquellos humanos con un globo que representase al planeta, se podría asimilar el número de individuos con el de moléculas dentro del globo. Por aquel entonces, el globo estaría deshinchado. A medida que crece el número de individuos el globo —que sigue siendo el mismo— contiene más moléculas de aire y su superficie crece. Si se hace una comparación de la situación en la que estaba el globo en el instante –10.000 (se asume 1 millón de humanos) con su aspecto actual, con casi 7.900 millones de habitantes, se tendría un crecimiento de “moléculas de aire” dentro del globo de 7.900 veces las iniciales, lo que produjo la multiplicación de su diámetro por 20. El globo actual está claramente hinchado debido al crecimiento poblacional que, siguiendo con la analogía, se podría denominar inflación poblacional.

A partir de esa analogía es fácil caer en la tentación del catastrofismo si se imagina el efecto de un simple alfiler sobre ese globo hinchado o lo que ocurriría si se introduce demasiado aire. El resultado, en cualquiera de los dos casos, sería muy desagradable para todos...

Sin embargo, antes de buscar alfileres, agujas o cualquier otro objeto tan punzante como amenazador, y antes de buscar remedios drásticos a la inflación poblacional, se puede ahondar un poco más en el símil del globo. Si se reflexiona acerca de cómo es el material que forma la superficie del globo, una goma o, dicho de una forma un poco más técnica, un elastómero, es fácil darse cuenta de que cuando el globo está deshinchado, su piel es relativamente gruesa, mientras que, a medida que se hincha, como debe cubrir más superficie (con las fechas antes indicadas, unas 400 veces más) y la cantidad de materia sigue siendo la misma —el mismo planeta que en el alba humana de los tiempos—, esa piel deberá adelgazar su espesor proporcionalmente: el resultado es que el material que cierra un globo hinchado es una película muy fina.

Aunque el símil del globo permite relacionar los recursos del planeta (el propio globo) con el número de individuos (el aire interior) y poner de manifiesto los peligros inherentes al hinchado y el riesgo de una hecatombe por algún suceso exógeno (el alfiler), no permite explicar la importancia de las interconexiones sociales en el devenir de los grupos y de sus

relaciones. Tampoco es estrictamente cierto que los recursos del planeta son constantes en el tiempo; las técnicas de explotación y el descubrimiento de nuevas alternativas hace que, pese a que el globo terráqueo parezca un sistema casi cerrado, sin entrada ni salida de nuevos aportes, los bienes disponibles para las sociedades humanas han ido creciendo a medida que estas se han multiplicado y ha aumentado el número total de individuos, en una buena parte por un mejor aprovechamiento del entorno gracias a los desarrollos tecnológicos. Tampoco hay que olvidar que el planeta recibe energía procedente del Sol de forma constante, de modo que los recursos energéticos, en sí mismos, son siempre crecientes.

Si se modifican los significados del aire interior y de la capa superficial que lo envuelve, el símil del globo puede resultar más ilustrativo de cómo funcionan y evolucionan las sociedades. Supóngase que un grupo de individuos constituyen una sociedad y que para ello ceden a esa sociedad una parte de lo que poseen, sean bienes materiales o inmateriales. Con la suma de los bienes cedidos al conjunto se construye la frontera que delimitará esa sociedad (la superficie del globo) mientras que en el interior estarán los servicios y bienes que esa sociedad aporta a los individuos, como antes, tanto de carácter material como inmaterial.

En las primeras sociedades, la pertenencia a un grupo implicaba que el individuo cedía una parte de su libertad y de su trabajo (casi todo o todo su trabajo) en beneficio del colectivo, mientras que de él recibiría mayor facilidad de acceso a la alimentación (mediante caza, pesca y recolección colectivas<sup>39</sup>) y al abrigo, un cierto bienestar por la compañía de otros congéneres y una cierta seguridad en el territorio controlado (de forma temporal o permanente) frente a las amenazas exteriores, procedieran del entorno o de otros grupos humanos potencialmente hostiles. Tampoco hay que desdeñar otras ventajas sociales que, aunque sean secundarias frente a las anteriores, ya que no afectan a la supervivencia inmediata, tendrán una gran importancia a largo plazo en el sostenimiento de la propia sociedad. Quizá la más importante de estas ventajas sociales sea la posibilidad de transmitir lo aprendido a las siguientes generaciones, un aspecto básico en el desarrollo tecnológico y cultural que puede resumirse en una sola palabra: educación.

---

<sup>39</sup> Los grupos de cazadores-recolectores no aparecieron hasta estadios muy avanzados de la línea evolutiva (casi hasta la llegada del *H. neanderthaliensis* y del *H. sapiens*); los primeros humanos no tenían capacidades de caza ni pesca, sino que eran recolectores o carroñeros. La caza (a excepción de presas de pequeña entidad) exigía mayor desarrollo tecnológico y una buena organización, ya que se trataba de dar alcance a animales mucho mayores que el propio humano y considerablemente más rápidos.

Estos primeros grupos eran pequeños y caerían dentro del concepto de clan, estructura social marcada por el parentesco y la ascendencia, que constituían los nexos de cohesión del grupo. El territorio sobre el que se implantaban o que dominaban y su supervivencia (variables de salida como resultado) resultaban como consecuencia de las condiciones impuestas por el entorno (condiciones de contorno), como el acceso a la comida, la posibilidad de disponer de lugares de abrigo a la hostilidad de la zona, y por la presión competencial de otros grupos humanos (perturbaciones). El resultado final era el de grupos nómadas que se veían obligados a desplazarse a la búsqueda de lugares con más medios de subsistencia cuando agotaban las opciones de los que ocupaban en cada momento. Estos movimientos, que podían ser estacionales, incrementaron las posibilidades de contacto con otros grupos humanos y añadieron una cierta conectividad entre los escasos pobladores de aquellos tiempos.

Las posibilidades de contacto —esporádico— permitieron extender cualquier ventaja genética y redujeron la endogamia, que habría producido la degradación progresiva del grupo; pero no tendrían trascendencia en la propagación de efectos caóticos. Ante la producción de un evento, la importancia de la incertidumbre en la respuesta de los individuos y del grupo es la misma que ya se analizó en anteriores apartados, pero las consecuencias se limitarían al entorno del grupo en la inmensa mayoría de los casos, pues el contacto con los demás grupos es puntual y solo si en ese preciso instante se produjera tal contacto, habría opciones de propagación. Como la probabilidad de que surja un evento —intrínsecamente baja por el propio concepto de “evento”— y la probabilidad de contacto entre dos grupos, baja también, deben combinarse para la propagación caótica, el resultado es que las opciones de que cualquier evento producido en un grupo se propague a otros puede considerarse marginal. Si se sopesa la opción de que dicho evento alcance a los demás grupos, el resultado es tan bajo que sería imposible que se diera en la práctica.

En resumen, en los estadios iniciales de la civilización humana, con grupos aislados y dispersos, no existen conexiones suficientes para permitir la propagación de los efectos de cualquier evento generado en uno de los grupos. Sí que pudieron darse eventos de carácter general que pudieran ocasionar un efecto masivo, pero, en todos los casos, se deberían a causas ajenas al comportamiento de los individuos o de los grupos. El ser humano carecía de la capacidad de modificar sensiblemente su entorno y, menos aún, de la capacidad de desencadenar un evento global.

Desde la situación nómada, basada en primer lugar en la recolección y en la actividad carroñera y, en segundo, en la recolección y la caza, se pasó a un comportamiento cada vez más sedentario a medida que el ser humano mejoró sus capacidades tecnológicas y fue asentando una ganadería y agricultura incipientes. Sin entrar en detalles acerca de cómo se produjo esta evolución trascendental en la historia humana, al terminar ese proceso, los grupos eran mucho más grandes como consecuencia de una mayor garantía de poder sustentar la población y ejercían algún control sobre un territorio que constituía el lugar en el que residían, el que proporcionaba su alimento y en el que vivirán sus descendientes.

El globo que representa estas sociedades, que se han denominado neolíticas, ha crecido respecto del que representaba a los grupos paleolíticos: el aporte de los individuos es cuantitativamente mayor y lo que reciben como beneficio por pertenecer a esa sociedad, también lo es. La aportación empieza a no ser igual para todos los individuos del grupo sino que aparece la primera división del trabajo y, por tanto, de las funciones de cada miembro<sup>40</sup>.

La gestión de un grupo pequeño, que vive el día a día como una cuestión de supervivencia, era sencilla en el mundo paleolítico: buscar alimento, un lugar de abrigo y defenderse del entorno. Sin embargo, en cuanto ese grupo crece, aparecen factores adicionales, como la gestión de los recursos, de los excedentes, la defensa del territorio (ahora propio) o la planificación agraria; de modo que se necesita algún tipo de organización para evitar que cada miembro de esa sociedad tome decisiones al margen de los demás y del conjunto en el que vive. Si así fuera, lo imprevisible de esas decisiones (elevada incertidumbre) convertirían en caótico el devenir del grupo. Para crear un marco de actuación general que puedan seguir todos los miembros del grupo, aparecen las primeras regulaciones y normativas, en principio de carácter oral y ligadas a los individuos con mayor experiencia (los ancianos) que forman consejos en los que se define, de alguna manera, las funciones (obligaciones) de todos los miembros de la sociedad. El hecho de que sean las personas de más edad las que definan el funcionamiento del colectivo se justifica desde dos terrenos diferentes: en primer lugar, en un momento en que la esperanza de vida era realmente corta —poco más de veinte años— convertía a los ancianos en seres excepcionales, capaces de sobrevivir a varias generaciones y, por tanto, les otorgaba un ascendiente importante sobre el resto de los miembros de la sociedad; en segundo lugar, el hecho de haber vivido un mayor

---

<sup>40</sup> En las embrionarias sociedades paleolíticas había pocas funciones y, como consecuencia, la única división del trabajo se establecía según el sexo.

número de ciclos anuales les permitía haber acumulado una mayor experiencia (en el fondo, saber) y, por tanto, estar en condiciones ventajosas respecto a los demás a la hora de definir las acciones a llevar a cabo.

De esta forma, el comportamiento individual está dirigido y, por tanto, la respuesta del conjunto social ante cualquier situación vendrá presidida por el determinismo en su mayor parte. Aunque cada individuo tenga libertad potencial para tomar cualquier decisión, optar por una dirección contraria a la establecida puede poner en riesgo la propia sociedad debido a que el número total de individuos no es muy alto y, por ello, la desviación de uno solo representa un porcentaje alto respecto del total. Como consecuencia, los castigos por no seguir las normas serían muy grandes y esto, como tal, también contribuiría a garantizar un cierto determinismo en el comportamiento, al actuar como factor disuasorio. Por tanto, los miembros de estas sociedades tendrían un comportamiento previsible, tanto por la propia consciencia del peligro que supondría para el grupo actuar de forma incierta, como por el temor a las consecuencias para él mismo. La consecuencia sería la de un grupo que manifestaría un comportamiento determinista y, en ese sentido, no se diferenciaría mucho de la forma de actuar de las eusociedades de insectos como las abejas o las hormigas.

Aunque el sedentarismo reduce drásticamente la movilidad de estos grupos y, por tanto, se deberían reducir las posibilidades de contacto entre ellos, no ocurrió así, sino que los contactos se incrementaron. Las causas hay que buscarlas en la propia razón del sedentarismo: encontrar lugares que favorecieran el desarrollo de la agricultura y de la ganadería, en general, ligados al buen clima y a la presencia de agua abundante. De ese modo, la mayor parte de los grupos neolíticos se concentraron en las zonas que estaban especialmente dotadas para sostener a la población, de modo que existía bastante cercanía entre los diversos territorios, al menos, en cada contexto geográfico. Esa proximidad permitió incrementar los contactos entre sociedades, fueran estos de carácter positivo (comercio y cooperación) como negativos (competencia y guerra). La presencia de grupos sociales próximos exacerbó la importancia de determinadas funciones dentro de cada uno de ellos, como la seguridad y protección frente a los vecinos e hizo crecer la importancia de la faceta bélica en cada sociedad.

A pesar de los contactos por la cercanía entre grupos que “comparten” entornos y recursos naturales, cada uno de ellos poseía una cierta autosuficiencia, de modo que su

dependencia de los demás resultaría escasa o nula. En estas condiciones, cualquier evento significativo que se desarrollase en uno de los grupos no tendría muchas posibilidades de traspasar la frontera del propio colectivo y, en el caso más extremo, beneficiaría a los vecinos si el evento resultase negativo (liberaría recursos que serían asumidos por ellos con las consiguientes ventajas) o les perjudicaría en el caso de que resultase lo bastante positivo como para situar a ese grupo en condiciones ventajosas de conquista o dominio. En cualquier caso, la propagación de los efectos seguiría patrones previsibles y no desencadenaría situaciones caóticas.

Aunque los globos que representan estas nuevas sociedades estén algo más hinchados, los resultados de cualquier evento se circunscribirán al propio grupo, debido a que no existen conexiones generales que permitan la propagación a los demás. Son muchos los globos y el hecho de que uno se pinche tendrá poca importancia en el estatus de los demás.

La situación de estos grupos sociales no tuvo cambios significativos hasta hace poco tiempo, en realidad, hasta bien entrado el siglo XX, aunque pudiera parecer lo contrario. En realidad, ninguna de las sociedades que siguieron, ni siquiera aquellas que adquirieron la denominación de “imperio” se distinguían en lo fundamental de las sociedades neolíticas, si se deja a un lado su grado de tecnificación y la consideración de estado de derecho, es decir, basado en leyes, aspectos que afectan solo al propio sujeto social, pero no a sus relaciones con los demás.

En efecto, si se tienen en cuenta las estructuras de los agrupamientos sociales, ya sean ciudades-estado, estados propiamente dichos o imperios, las pautas son similares a las mencionadas para las sociedades neolíticas, con las diferencias de tipo cuantitativo derivadas de la evolución de la tecnología o del derecho.

Desde el punto de vista de las regulaciones y normativas que rigen cada sociedad, la diferencia fundamental entre las primeras sociedades y las que las siguieron estriba en la aparición del derecho como elemento vertebrador de los estados: el código de Hammurabi<sup>41</sup>,

---

<sup>41</sup> Está escrito en 1750 a. C. por el rey de Babilonia Hammurabi. En él se unifican los códigos existentes en diversas ciudades del imperio babilónico, de modo que esa unificación contribuyó a crear un espacio legal

por ejemplo, supone uno de los primeros ejemplos de las leyes como estructura básica de estado, independientemente de que sus detalles concretos, basadas en la ley del talión o principio de reciprocidad, puedan horrorizar más o menos vistos desde una óptica actual, a pesar de que incluyesen el principio de presunción de inocencia como un aspecto esencial. La ley como referencia a la que deben supeditarse todos los miembros de una sociedad alcanzó su máxima expresión en la Roma clásica, una sociedad que se estructuró alrededor del Derecho romano (*Ius Romanum*), un complejo conjunto de leyes que regulaba la totalidad de las facetas de la vida en el seno de aquel estado y que resultó lo bastante estable como para sustentar el estado romano en la mayor parte de Europa durante varias centurias y con varias decenas de millones de habitantes. Desgraciadamente, no es posible establecer una evolución monótona de la ley, de modo que, a momentos de esplendor legal, siguieron otros de arbitrariedad y caos, como los que secundaron a la caída del imperio romano y al control de Europa por pueblos de escaso nivel cultural.

Bajo la óptica del desarrollo tecnológico, la evolución de las sociedades tampoco gozó siempre del signo positivo, de nuevo por los vaivenes bélicos, la caída de sociedades cultas y el ascenso de otras mucho más primitivas, pero, sobre todo, por la inexistencia de una metodología científica que permitiera tanto validar los conocimientos y logros como dejar constancia de ellos para las generaciones futuras. Aunque los desarrollos que se llegaron a alcanzar en momentos puntuales de la antigüedad pudieron ser sorprendentes y, hoy en día, al encontrar pruebas de ellos parecen anacrónicos<sup>42</sup>, lo cierto es que la carencia de esa estructura metodológica hacía que los trabajos fueran individualistas —transmitidos de padres a hijos en el mejor de los casos— y, en líneas generales, poco documentados. De ese modo, los datos que han llegado hasta el presente de cualquiera de esos desarrollos resultan fruto de la arqueología y no de la documentación científica. No fue hasta la instauración generalizada del método científico propuesto por Descartes cuando los descubrimientos y mejoras tecnológicas quedaron asentados. Por tanto, hay dudas razonables acerca de los desarrollos tecnológicos anteriores al método científico, dudas que los sitúan cerca del mito y de la leyenda cuando no existen pruebas arqueológicas firmes. Si antes de la invención de la escritura —hacia el 3000 a. C.— cualquier historia anterior tendría el carácter de mito,

---

común, es decir, contribuyó a crear un estado babilónico. Actualmente está conservado en el Museo del Louvre de París.

<sup>42</sup> Un ejemplo podría ser el denominado como “mecanismo de Anticitera”, un objeto formado por varios engranajes, datado hacia el año 200 a. C. que fue encontrado en el Mar Egeo a principios del siglo XX, cerca de la isla de Anticitera y de cuyo análisis puede desprenderse que se trataba de un computador analógico empleado para predecir las posiciones de los astros.

antes de la implantación del método científico, cualquier descubrimiento o avance tecnológico del que no haya pruebas fidedignas constituye una simple especulación.

A partir de ese momento, los descubrimientos —y los errores— quedaron documentados, de modo que desarrollar los primeros y esquivar los segundos constituyó la base sobre la que se fueron cimentando los nuevos adelantos en una progresión que se aceleraba cada vez más, hasta la vorágine científica y tecnológica desatada desde principios del siglo XIX y que aún continúa en marcha.

En cuanto las mejoras tecnológicas y el desarrollo legislativo se hicieron estables, el globo que representa a esas sociedades se hinchó sin que sus miembros se vieran obligados a aportar más. Con menos esfuerzo lograban una mejor contribución a la sociedad que, a su vez, era capaz de revertir en ellos las ventajas de los desarrollos. La mejor situación general permitió disponer de algunos excedentes, con lo cual se facilitó el intercambio con otras sociedades y las ventajas del comercio actuaron como un factor multiplicativo adicional que incrementaron el beneficio general. El globo se hinchó un poco más...

En líneas generales, se puede decir que el mayor desarrollo tecnológico contribuyó a incrementar el volumen de producción, lo cual provocó la aparición de excedentes, que permitieron hacer crecer el comercio. Luego, el sistema se realimentó, pues las producciones crecieron no solo para cubrir las necesidades emanadas de su propio entorno social, sino para venderlas en otros mercados. Tampoco hay que olvidar las mejoras en el transporte, con una mejora en los barcos y en las técnicas de navegación. Desde el siglo XVI, con la apertura de las rutas entre Europa y Extremo Oriente y tras la llegada de los europeos a América, se puede hablar de un comercio global incipiente, aunque no fue hasta el desarrollo real de la revolución industrial (siglo XIX) cuando se produjo el punto de inflexión en el movimiento mundial de productos y manufacturas y dio lugar a la primera era de la globalización<sup>43</sup>.

Esa primera globalización tuvo influencia en el desarrollo de nuevas empresas e instituciones, mejoró las economías de determinados países y proporcionó nuevos productos (y nuevas necesidades) en los individuos, pero no alcanzó un nivel de conectividad que

---

<sup>43</sup> *Informe sobre el comercio mundial 2013. B. Tendencias del comercio internacional*, World Trade Organization, p. 46, 2013. Disponible en [https://www.wto.org/spanish/res\\_s/booksp\\_s/wtr13-2b\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/wtr13-2b_s.pdf).

permitiese la rápida propagación de las decisiones. A lo largo del siglo XIX, los diversos acontecimientos terminaron por provocar efectos a larga distancia, pero con elevados tiempos de latencia, lo que redujo la posibilidad de una propagación explosiva. La forma en que las consecuencias de cualquier acción en el seno de una sociedad se propagaban a otras no era inmediata, sino que se demoraba un tiempo, como mínimo el que tardaban en llegar las noticias, el que se dilataban las consecuencias y, en ocasiones, años. Las comunicaciones rápidas, incipientes a lo largo del siglo XIX con el telégrafo (1844<sup>44</sup>) y el teléfono (1854<sup>45</sup>), solo tuvieron inicialmente un alcance local y no fue hasta el tendido de los primeros cables transoceánicos submarinos (el primero efectivo en 1866<sup>46</sup>) cuando alcanzaron un carácter más inmediato, próximo al que gozan hoy en día. A lo largo del último cuarto del siglo XIX se extendieron por una buena parte del mundo las comunicaciones eléctricas (telégrafo y teléfono) con lo que los tiempos que tardaban en conocerse las noticias entre dos puntos alejados del planeta se redujeron desde varios días hasta unas pocas horas. Con posterioridad, el principio del siglo XX vivió el nacimiento y auge de las comunicaciones inalámbricas, con la consecuente disminución de los tiempos de latencia y la extensión del contacto a cualquier punto del planeta, ya que los sistemas de radio no precisaban infraestructuras fijas, como ocurría con el telégrafo y el teléfono.

Como consecuencia de lo anterior se puede afirmar que la conectividad efectiva entre sociedades y entre individuos era muy escasa hasta mediados del siglo XIX y, bajo ese punto de vista, las sociedades no eran muy diferentes entonces de las que existieron siglos o, incluso, milenios, antes. En esas condiciones, la información sobre los acontecimientos en un determinado lugar, en el seno de una sociedad, tardaban en llegar a ser conocidos por el conjunto de las demás sociedades. Así, se puede establecer que la conectividad general era baja hasta el último cuarto del siglo XIX. A partir de entonces, la difusión de la información se aceleró de forma significativa, pero tampoco alcanzó carácter global, pues fuera del contexto de las infraestructuras disponibles, los tiempos seguían siendo iguales a los anteriores. No obstante, el flujo de información sí que actuó de forma diferencial en el crecimiento de sociedades y otras entidades: aquellas que disponían de infraestructuras y que

---

<sup>44</sup> Aunque hay telégrafos anteriores documentados (Schilling en 1832, Steinheil en 1835 y Alter en 1836), se ha optado por dar la fecha de la primera transmisión efectiva (24 de mayo de 1944 entre el Capitolio de Washington y Annapolis en Maryland), en condiciones similares a las que habría después.

<sup>45</sup> Se considera la fecha del desarrollo de Giuseppe Meucci, según se reconoce en la resolución número 269 de 11 de junio de 2002, publicada en el Boletín Oficial de la Cámara de Representantes de los Estados Unidos.

<sup>46</sup> Hubo algún intento anterior, pero se ha señalado la fecha en que se consiguió la primera conexión telegráfica permanente entre Europa (Irlanda) y América (Terranova).

se podían conectar, disponían de más datos y, como consecuencia, las acciones que tomaran serían más eficaces, pues se sustentaban sobre un conocimiento real del terreno. Las ventajas diferenciales derivadas del acceso a la comunicación empezaron a hacer cierta la frase atribuida a Francis Bacon: “*Knowledge is power*” (“Información es poder”) y justificarían en parte el estatus de cada país en los acontecimientos que se desarrollarían en el siglo siguiente. Lo cierto es que las comunicaciones trajeron beneficios de carácter general que contribuyeron a hinchar un poco más el globo.

La difusión de información y el acceso a ella compone un factor crucial en el desarrollo, pero constituyen un flujo unidireccional, es decir, permiten saber, y eso facilita la toma de decisiones correctas. Pero la posibilidad de tomar acciones a distancia no estaba aún disponible salvo con el movimiento lento de los medios de transporte. Desde ese punto de vista, la conectividad era, en el mejor de los casos, solo parcial.

Si se resume cómo estaba la situación general del planeta en el arranque del siglo XX, tras el despegue del siglo XIX, se tienen un conjunto de países que han desarrollado su industria, su comercio y sus comunicaciones tanto a nivel interior como exterior, algunos como consecuencia del empuje de la “gloria imperial” como Reino Unido, Holanda y Francia, otros con un crecimiento importante como los estados del complejo centro europeo o Japón, y un nuevo actor que empezaba a despuntar con fuerza: Estados Unidos. Estas sociedades constituían los globos más hinchados, mientras que los demás no se diferenciaban mucho del aspecto que tendrían un siglo atrás —tal vez, tres siglos atrás—, naciones cuya decadencia les habían impedido participar de la eclosión industrial del siglo XIX, como España, Portugal y Rusia, o simplemente, otras naciones que aún no estaban en condiciones de desarrollar infraestructuras industriales y de comunicaciones, y por tanto, resultaban irrelevantes en el contexto internacional. La importancia del siglo XIX en el desarrollo posterior de las sociedades del planeta, y del mundo en su conjunto, queda clara al observar la evolución de todos los indicadores sociales (actividad económica y comercio, educación y cultura, bienestar general, población, esperanza de vida) a lo largo de la historia. En términos generales, se observan pocos cambios de tendencia desde los comienzos de la humanidad hasta mediados del siglo XIX, más allá de las fluctuaciones provocadas por situaciones puntuales, pero, a partir de ahí, aparece una tendencia clara de mejora. Dicha tendencia presenta una pendiente suave al principio en el contexto mundial, debido a las diferencias sustanciales entre las sociedades más evolucionadas y las más retrasadas, para presentar luego

una tendencia del mismo signo, fuerte y sostenida a medida que los logros de los estados más avanzados se iban difundiendo hacia los demás<sup>47,48,49,50</sup>.

Quizá la situación de los estados en el comienzo del siglo XX explicaría la participación de los actores en los acontecimientos de los años que siguieron. Quizá ocurriera así porque el siglo XIX fue el momento crítico en el desarrollo de la humanidad, el momento en el que se hizo la foto que, en líneas generales, se mantiene hasta la actualidad. Algunos países organizaron el posado, otros se abrieron paso a codazos y empujones y unos pocos invitados no acudieron porque sus gentes estaban muy ocupadas partiéndose la cara a puñetazos unos a otros, o porque despreciaron la invitación; o por ambas razones, ¡quién sabe! Pero eso es otra historia, que permitiría llenar cientos de páginas; ahora corresponde explicar el desarrollo de la conectividad en las sociedades actuales.

---

<sup>47</sup> M. Roser y E. Ortiz-Ospina, *Literacy*, publicado en OurWorldInData.org en 2019: <https://ourworldindata.org/literacy>.

<sup>48</sup> World Trade Organization. Op. Cit.

<sup>49</sup> M. Kremer. Op. Cit.

<sup>50</sup> T. Vanhanen. Op. Cit.

## Sociedades conectadas



¿Cómo se puede producir un incendio? La respuesta es tan amplia que sería tedioso enumerar las causas de generación del fuego y de los factores que determinan su propagación, unas y otros modulados por la incertidumbre y, en consecuencia, tan imprevisibles que un incendio es uno de los ejemplos más claros de comportamiento caótico. Pero, al margen de la dinámica del fuego, las consecuencias de un incendio pueden alcanzar también esa misma consideración.

En el año 1995 un incendio en Penang (Malasia) provocó una caída en el suministro eléctrico que duró tres semanas. Las fábricas de semiconductores que colgaban de esa red eléctrica cesaron su producción y, como consecuencia, el precio de uno de los componentes básicos de los computadores, la memoria de tipo RAM<sup>51</sup>, se duplicó en todo el mundo y produjo fuertes caídas en la venta de equipos, con las consiguientes pérdidas millonarias a nivel mundial.

Analizar por qué una circunstancia así provocó tales consecuencias es sencillo, una vez que se tiene la información al respecto:

- La mayor parte de la producción mundial se había concentrado en una zona muy pequeña, para aprovechar la ventaja de los menores costes de producción y una cierta estabilidad política. Por entonces, Malasia era la solución óptima de una ecuación que combinaba un elevado número de factores socioeconómicos y políticos y, como consecuencia, allí acabaron casi todas las factorías.

---

<sup>51</sup> RAM significa *Random Access Memory*, literalmente, memoria de acceso aleatorio, el lugar desde donde se ejecutan todos los programas en cualquier computador.

- Las infraestructuras del país, aunque fueron mejoradas a raíz del desembarco de tantas empresas y como consecuencia de este hecho, no tenían las capacidades ni la seguridad de las propias de un país desarrollado.
- Un mercado como el de los equipos informáticos, que precisa muchos componentes diferentes, a menudo, tan especializados —incluso desarrollados a medida— que solo existe una posible solución, tiene un punto crítico en cada uno de ellos, pues la pérdida de un determinado suministrador no se suele poder solventar en el corto plazo.
- La enorme lista de referencias de componentes necesarios para construir un computador obliga a los fabricantes a reducir el número de piezas de cada referencia, a trabajar con pedidos programados y deja la producción en manos de la fiabilidad de los suministradores, atados por contratos muy estrictos. Además, la rápida evolución de las prestaciones de los componentes aconseja trabajar con *stocks* cortos para evitar que se almacenen referencias obsoletas que impliquen pérdidas.

Pudo ser un cigarrillo mal apagado. O un fallo en el sistema de prevención. O un despiste. En realidad, nunca llegó a saberse y tampoco tiene importancia. El caso es que se desencadenó un incendio que afectó a la red eléctrica en Penang durante tres semanas. Las memorias dejaron de fabricarse, los pocos suministradores que estaban operativos no pudieron compensar la caída de producción, el escaso *stock* disponible se agotó en horas y el precio de las memorias, sujeto al juego de la oferta y la demanda, se disparó hasta hacer inasumible la adquisición para la mayoría de los compradores. Eso forzó la detención de la producción de computadores y pérdidas millonarias a nivel global; incluso alguna de las empresas nunca volvió a abrir sus puertas.

Un análisis de riesgos en cualquiera de esos aspectos habría aconsejado trabajar en otras condiciones. Quizá este análisis no se hizo o, con la rapidez con que se mueve ese mundo, no hubo tiempo de hacerlo. O sí se llevó a cabo, pero se estimaron mal los peligros. Tal vez todo fue correcto y no hubo ningún fallo procedimental sino que, ante un determinado contexto de riesgo, se asumió la apuesta. Lo cierto es que el evento se produjo y la incertidumbre producida por la acumulación de riesgo desencadenó unas consecuencias catastróficas desde el punto de vista económico.

Uno de los problemas de la prevención de los efectos caóticos de un evento está en la dificultad de haber aprendido la lección gracias al estudio de situaciones previas semejantes. En el caso de la crisis de las memorias de 1995 no había precedentes, pero cabe pensar que este evento permitió prevenir los efectos de otros similares y actuar en consecuencia. El 17 de junio de 2013, una explosión accidental en una planta de generación eléctrica en Xi'an (provincia de Shaanxi, en el noroeste de China) dejaba fuera de juego a la cercana factoría de Samsung, uno de los mayores suministradores de memorias. El efecto fue muy negativo para la empresa, pero se circunscribió a la propia factoría, ya que la producción pudo ser asumida por otros fabricantes y, aunque el precio de estos componentes se incrementó, solo lo hizo en un 25 %<sup>52</sup>.

La situación del contexto mundial en los albores del siglo XX, expuesta en el apartado anterior, no hubiera sido sensible a un suceso comparable a la crisis de las memorias de 1995 por la inexistencia de conectividad suficiente: la conexión no solo implica la difusión de la información y del conocimiento, sino que supone una relación de dependencia entre entidades, una relación que aunque sí existía en muchos casos y entre muchos actores a nivel social, político o económico, carecía de la suficiente entidad como para resultar crítica y precisaba tiempo para que los efectos se manifestasen a una cierta distancia. De esta forma, los efectos tendrían dificultad para difundirse y su propagación se haría con menor intensidad, puesto que el tiempo empleado en la propia difusión habría reducido su escala.

La crisis de las memorias constituye un ejemplo de propagación caótica (efecto mariposa) en el que un evento accidental causado por el azar (incertidumbre), como es la causa que dio lugar a la producción de un incendio, desencadena efectos catastróficos en una parte de la economía. Pero lo cierto es que esto no trascendió más allá de ese ámbito y el mundo siguió su rumbo sin mayores inconvenientes. No hubo muertos directos, no hubo zonas devastadas, ni siquiera imágenes icónicas que impresionasen las retinas en los boletines de noticias. Por tanto, tales sucesos no forman parte de la memoria colectiva ni casi nadie se acuerda de ellos, salvo aquellas personas que tienen el cometido de planificar las acciones empresariales para prevenir circunstancias similares.

---

<sup>52</sup> A. Lovinus, *What's the Deal with Computer RAM Prices?* Publicado en SmartBuyer en agosto de 2016 y disponible en <https://www.neweggbusiness.com/smartbuyer/components/whats-deal-computer-ram-prices>.

El hecho de que un evento tuviese una propagación caótica en el mundo económico se debe a que es en ese ámbito donde primero se establecieron las conexiones entre puntos alejados, pertenecientes a zonas distintas, a grupos y sociedades diferentes. Las empresas multinacionales o transnacionales son el ejemplo más claro del establecimiento de estas conexiones, con actividad repartida por muchos lugares y con una marcada dependencia entre sus centros de producción, distribución y comercialización. Los primeros ejemplos de instituciones de este tipo aparecieron en el siglo XVI, en Portugal (Casa da Guiné, da Mina e da Índia, 1503) y España (Casa de Contratación de Indias, 1503), los dos países que rivalizaban en aquella época por hacerse dueños del mundo y que otorgaron a estas instituciones dependientes de cada respectiva corona un claro matiz colonial con la finalidad de administrar correctamente los bienes de ultramar. Con la participación de otros estados en la búsqueda de recursos lejos de Europa aparecieron compañías similares en Inglaterra (East India Company, 1599), Holanda (Vereenigde Oostindische Compagnie, VOC, 1602) o en Dinamarca (Østindisk Kompagni, 1616) entre otros países, la mayoría bajo el control directo de las coronas, excepto la inglesa, la primera compañía multinacional similar a las actuales y que fue fundada por varios socios.

Desde aquella época —cuando el objetivo era traer de tierras lejanas productos no existentes en Europa— hasta el presente, las compañías multinacionales han evolucionado, sobre todo, a partir de finales del siglo XIX (basadas en la explotación minera o en la agricultura) y han crecido con fuerza a lo largo del siglo XX y XXI. Desde hace algunos años, las compañías de tipo multinacional no buscan mayoritariamente recursos naturales en otros países, sino que aprovechan las ventajas económicas de determinados lugares para establecer en ellos sucursales dependientes de la matriz. Buscan mano de obra más barata, menos conflictiva o con menos derechos sociales, menores impuestos, connivencia política en la laxitud legal, acceso rápido a mercados específicos, menores restricciones medioambientales, una buena posición geoestratégica o cualquier otra circunstancia que permita reducir costes productivos y operativos o maximizar las ventas.

El dinero es cobarde. Si hay algo que no es del gusto del mundo de la economía es la sorpresa. Los cambios no previstos generan una incertidumbre que asusta a los actores económicos, acostumbrados a tomar decisiones en función de escenarios conocidos, estáticos o previsibles. Por ello, las grandes empresas —en el tiempo actual equivale a decir multinacionales— tratan de reducir el riesgo y suelen evitar situaciones de crisis como la que

se produjo en 1995 en Penang. Diversifican los suministros, la producción y los mercados e, incluso, realizan planes de contingencia para reducir el riesgo que introduce la incertidumbre, de tal forma que una situación eventual provoque efectos limitados, cause el menor daño posible y, por encima de todo, no se propague fuera del foco. Esta forma de trabajar se extiende incluso a los datos —cada vez más importantes para las empresas— y un ejemplo muy significativo es el de Sun Microsystems, una empresa que estaba radicada en la planta 26 de la segunda torre del World Trade Center hasta la fecha del atentado que destruyó ambas torres. Como la empresa trabajaba con los datos salvaguardados en la red en tres lugares muy separados entre sí, la destrucción completa de sus instalaciones que sucedió al impacto de los aviones no tuvo ninguna consecuencia para su información: sus computadores carecían de disco duro y, por tanto, no contenían información alguna. Esta política es la habitual hoy en día y la mayor parte de las empresas tienen replicados sus datos en varios puntos muy separados entre sí, de modo que estarían a salvo de sucesos dramáticos, incluso de alcance internacional.

No siempre es posible la diversificación de los suministros de una empresa; por ejemplo, las corporaciones tecnológicas suelen presentar fuertes dependencias de terceros en lo que se refiere a materiales estratégicos, como el tantalio, el cobalto o las tierras raras, lo que introduce un factor desestabilizador con gran concentración de riesgo. Habida cuenta de que estos recursos son limitados y sus fuentes se concentran en puntos muy concretos de la geografía mundial, cualquier pequeño cambio en la cadena —empieza en la extracción y termina en el almacén del cliente— puede ocasionar vaivenes incontrolados y efectos imprevisibles. Algunos de los ejemplos que permiten ilustrar estas situaciones son muy recientes; la última es la amenaza China de cortar el suministro de tierras raras a EE. UU. como respuesta a la subida de aranceles en la guerra comercial que enfrenta de una forma más o menos abierta a ambos países desde 2018. Estos materiales, de los que no hay muchos yacimientos en el mundo, son básicos en la fabricación de dispositivos informáticos y de comunicaciones (móviles, *tablets* y otros equipos asociados), de modo que muchas empresas estadounidenses podrían verse afectadas por una decisión así, lo que provocaría una crisis muy seria en el mercado, con potencialidad suficiente como para afectar al conjunto de la economía. En un nivel de escala inferior, la que iba a ser una irrupción casi volcánica, la de la empresa Tesla en el sector del automóvil, no termina de producirse a pesar de los deseos de su histriónico y mediático líder. ¿Las razones? El del automóvil es un sector maduro, donde las empresas son multinacionales muy interrelacionadas entre sí y acumulan años

suficientes como para lucir un buen colmillo. No suelen rodear los obstáculos... Cuando Tesla supuso un peligro potencial, la decisión fue sencilla: cortar sus suministros clave. Un grupo de empresas del sector adquirió los derechos sobre la mayor parte de la producción de cobalto —presente y futura—, material imprescindible para las nuevas baterías, de modo que las previsiones de Tesla de inundar el mercado con sus vehículos eléctricos, con una tecnología superior a la de sus competidores, se quedó en una suave progresión, supeditada a disponer de la materia prima en nuevos yacimientos o a desarrollar una nueva batería. Elon Musk, acostumbrado a asumir riesgos y a desarrollar una actividad extravagante, supeditada en muchos casos a los medios de comunicación y a las redes sociales, valoró mal los riesgos que asumía su empresa a la hora de elaborar previsiones. En 2018, tras una maniobra de contención, consiguió reducir las pérdidas a poco menos de 1.000 millones de dólares, tras un 2017 casi apocalíptico, pero acumuló un año más sin ganar dinero, lo que elevó el total de ejercicios en negativo hasta 15<sup>53</sup>. Bien es cierto que si hubiera tenido un poco más de suerte, los números habrían sido los contrarios y ahora se hablaría del “milagro de Tesla” o se aplicaría algún término similar. Aun en ese escenario, el ejemplo sería muy ilustrativo de lo que ocurre cuando se trabaja con incertidumbre en el entorno de un cambio, como ocurría en el ejemplo de la función  $y = 1/(1 - x)$  del anterior apartado “Eventos singulares”. En definitiva, cuando se acumula riesgo (incertidumbre) los resultados no se diferencian mucho de los que se obtendrían en la ruleta de cualquier casino.

Aunque hay excepciones, la mayoría de las empresas manejan modelos deterministas derivados del buen conocimiento de sus procesos, con variables de entrada y de contorno de bajo contenido aleatorio (siempre que hayan estudiado correctamente su entorno), modelos que tienen una variable de salida que predomina sobre cualquier otra: el beneficio económico. Así, las actuaciones de sus ejecutivos siempre irán encaminadas a mejorar la cuenta de resultados de la empresa teniendo en cuenta cuál es la situación en cada momento, lo que establecería un cierto paralelismo con los modelos sociales en los que los gestores políticos también actúan sobre la sociedad que dirigen para maximizar...<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> “Tesla duplica sus pérdidas semestrales y ya acumula 15 años sin ganar dinero”, *ABC*, 2 de febrero de 2018.

<sup>54</sup> No está claro qué pretenden maximizar los políticos. La idea más extendida es que tratan de maximizar su propio beneficio o los de su entorno más cercano, pero también hay quien opina que tratan de maximizar el bien de la sociedad que dirige. La respuesta es tan opinable que lo mejor es dejar que el lector sitúe la palabra que considere más adecuada en el lugar de los puntos suspensivos. La discusión sobrepasa los límites de esta obra e, incluso, de la racionalidad.

Aquí aparece la primera diferencia entre lo que es una empresa y lo que es un grupo social o una sociedad: no está clara cuál es la variable o variable de salida del modelo social y, de hecho, la discusión acerca de qué se pretende mejorar y hacia dónde debe encaminarse una sociedad ha producido diferentes ideologías políticas enfrentadas, y hasta ha desencadenado conflictos con resultados dramáticos. Pero hay otra diferencia más: las sociedades, como ya se ha establecido con anterioridad, no tienen modelos completos debido a su complejidad y a la falta de determinismo en sus parámetros y funciones.

Sin embargo, las sociedades y los individuos que las componen están fuertemente conectados en la actualidad, de modo que las consecuencias de un evento podrían propagarse sin dificultad.

La conexión más evidente es la basada en las redes sociales, entornos de libre acceso en la mayoría de los países del mundo y con una supervisión muy débil. La propagación de noticias resulta extraordinariamente rápida y, dado que no existe control alguno sobre los emisores de las noticias ni sobre su contenido, el hecho de que se propaguen o no depende de otros factores ajenos a su interés o a su veracidad, tales como lo sensacionalista que resulte, lo divertida que sea o lo bien adornada que vaya con imágenes espectaculares. Así, una noticia falsa, pero bien elaborada, puede propagarse con rapidez y, aunque no valida la frase de que “una mentira repetida merece ser verdad”, la colectividad estaría dispuesta a asumir el contenido durante un tiempo, lo que daría lugar a un estado de opinión basado en la falsedad que, aunque no sea permanente, puede producir modificaciones significativas en un contexto de cambio. Así, si lo que se pretende es influir en el resultado de un evento programado, solo hay que mantener una idea en circulación en los instantes anteriores para tener capacidad de producir un vuelco en el resultado del evento. Luego, aunque se descubra la verdad, el cambio ya se habrá producido y el resultado será irreversible.

La gran diferencia entre el escaso tiempo de propagación de una noticia y el tiempo —mucho más largo— que se tarda en verificarla, permite disponer de estados de opinión a la carta durante un determinado lapso de tiempo. Los actores sociopolíticos y socioeconómicos conocen perfectamente esta diferencia dinámica y han introducido mecanismos para controlarla, tales como *bots*<sup>55</sup> y otros personajes ficticios, que se encargan

---

<sup>55</sup> Un *bot* es un programa informático que puede suplantar a un usuario real en redes sociales y que se encarga de multiplicar la propagación de la información que sea del interés de quien lo controla.

de actuar como detonantes o como propagadores de bulos. Ejemplos de este tipo de actuaciones se han tenido en la votación por la salida de Reino Unido de la UE o en la elección de Trump como presidente de EE. UU. En el primer caso, la propagación de determinados bulos (datos retocados de forma interesada sobre la inmigración, incremento de subvenciones, mejoras económicas y otras maravillas que los británicos alcanzarían si votaban a favor de la salida) contribuyó a decantar el resultado a favor del *brexít*. Cuando dichas mentiras se destaparon, los votos ya habían sido recontados y el país se había encaminado en la dirección de abandonar la UE. Una situación similar ocurrió en la elección de Donald Trump: noticias falsas sobre su rival propagadas por redes sociales y medios de comunicación parciales provocaron el vuelco de votos suficiente (realmente muy pocos) para ganar unas elecciones contra las previsiones de todas las encuestas, gracias a la particular forma en que se contabilizan los votos de las elecciones presidenciales norteamericanas, un recuento que maximiza el efecto de la incertidumbre, ya que todo el peso de un Estado en la elección se puede decantar por tan solo un voto<sup>56</sup>.

Los agentes que manejan las redes sociales explotan el margen de incertidumbre de cada individuo para orientar su conducta en las proximidades de un momento eventual y eso, como se ha indicado y como se puede constatar en varios ejemplos, produce efectos imprevisibles en el resultado o provocan resultados sesgados, efectos que tienen una duración temporal mucho mayor (a veces, llegan a ser de carácter permanente) que el periodo en el que se asume la mentira y se tarda en demostrar su falsedad.

Los medios por los que llega a cada individuo una noticia (potencialmente falsa o manipulada) son los mismos que servirían para desenmascararla o para corroborarla, de modo que si cada individuo la admite como válida sin una mínima comprobación se debe a su voluntad. En la mayoría de las ocasiones, bastarían unos segundos de contraste para rechazar una noticia falsa. ¿Por qué no se hace?

La respuesta tiene que ver con el comportamiento social del individuo: del mismo modo que cada uno de los miembros de una sociedad ha cedido una parte de su libertad, de su trabajo y de su patrimonio en beneficio del colectivo al que pertenece, el usuario de las

---

<sup>56</sup> Para que un presidente sea elegido en Estados Unidos tiene que conseguir 270 compromisarios; el Estado de California, con una población de más de cuarenta millones de personas, aporta 55 de esos compromisarios (más de la quinta parte) al ganador de las elecciones en ese Estado, algo que podría llegar a decidirse por un solo voto.

redes sociales ha cedido una parte de su criterio crítico al foro al que pertenece y asume como ciertas las noticias que se propagan en ese contexto, puesto que su pertenencia supone la creación de una relación de confianza en la que, por una cuestión de tamaño relativo foro-individuo, el segundo queda subordinado al primero. Así, los miembros de un foro asumen sin discusión las noticias que se difunden en él y, en caso de disidencia, los demás miembros marginan al disidente o es el propio disidente quien abandona el círculo. De esa forma, los miembros en cada momento son el resultado de una depuración permanente, probados por la historia anterior, y dispuestos a admitir como ciertas todas las noticias que se difundan.

Las conexiones entre individuos en los tiempos actuales son tan sólidas y extensas que cubren una buena parte del planeta y llegan a un porcentaje muy elevado de su población<sup>57</sup>. En ese contexto, con una parte del criterio personal enajenado en las redes sociales, la propagación de noticias produce estados de opinión que tienen efectos significativos sobre la toma de decisiones a nivel táctico y estratégico, y como el porcentaje de acceso a estas redes es muy elevado, los efectos derivados de una noticia pueden alcanzar un ámbito global, sin tener en cuenta fronteras, límites físicos o políticos. Por primera vez en la historia de la humanidad, las sociedades —identificadas como estados, países o grupos de países— se muestran como una simple división administrativa, ya que los miembros de cada una de esas sociedades trascienden sus límites políticos y se asocian con otros miembros de otros estados para producir una pseudosociedad al margen de los criterios históricos que rige la actual división del mundo. El problema radica en que esas pseudosociedades no solo carecen de regulación, sino que sus directrices o no están definidas o lo están por personas o intereses difíciles de identificar. En ese contexto, una buena manipulación puede poner en la calle a cientos de miles de personas para protestar por una decisión, para demandar otra o para el fin que se estime oportuno. Quién “estima oportuno” suele ser una pregunta difícil de responder.

---

<sup>57</sup> Según la web [marketing4commerce.com](http://marketing4commerce.com), el número de usuarios de Internet ha llegado en 2019 a casi 4.400 millones de individuos, lo que representa más del 57 % de los habitantes del planeta. Si se eliminan del cómputo a los menores de 10 años, el acceso a Internet está disponible para casi el 70 % de la población mundial.

## El sustrato físico de la conexión social



Sin desdeñar el poder de la masa, entendida esta como la suma de individuos con una voluntad común, como respuesta espontánea ante un estatus determinado o dirigida desde el poder emanado de una posición pseudosocial relevante, lo cierto es que la conectividad entre individuos no solo se restringe a la difusión de ideas, sino que tiene también un importante sustrato físico.

Como ya se estableció, las sociedades desarrolladas presentan el aspecto de un globo hinchado, pues proporcionan un elevado número de servicios a sus miembros sin que eso implique que los individuos tengan que realizar grandes aportaciones, una situación que se ha identificado de alguna manera como el estado del bienestar y que constituye un objetivo de la acción política en cualquiera de sus versiones. La forma en que se consigue ese bienestar del individuo sin que se le exija una contrapartida equivalente tiene que ver con la economía de escala: los servicios resultan menos costosos cuando se suministran para grupos grandes que si se contratan por cada individuo. De ese modo, la suma de las “pequeñas” aportaciones de cada uno constituye un volumen tal que desencadena un efecto económico multiplicador. Esto no solo es posible porque las aportaciones sobrepasen la masa crítica que permite reducir el coste de los servicios, sino porque, de alguna manera, dicho coste está optimizado con criterios similares a los que emplearía una empresa.

Para entender este efecto puede utilizarse el ejemplo de un pozo de agua y diez usuarios alrededor de él. Suponiendo que todos tienen derecho a utilizar el agua y que hay suficiente para todos, cada uno de ellos puede optar por ir a buscar agua con el cántaro o montar un pequeño sistema hidráulico compuesto por una bomba de extracción y una cañería que le permita disponer de agua corriente en su casa. La comodidad llevará a los diez usuarios a realizar el montaje, pero si cada uno de ellos decide hacer la obra por separado se precisarán diez bombas y diez cañerías; además, cada uno deberá ocuparse de mantener el

sistema, arreglar averías y sustituir piezas cuando se desgasten. Sin embargo, si deciden realizar la obra en conjunto, solo necesitarían una bomba (sería más algo más grande, pero mucho menos costosa que diez bombas más pequeñas); usarían una cañería general con algunas derivaciones y el mantenimiento sería más simple, es decir, la inversión total produciría un coste mucho menor para cada uno de los diez usuarios y el gasto corriente sería también más pequeño.

Si el ejemplo se amplía a más usuarios, los costes para cada uno de ellos aún serían más bajos, luego la tendencia será a la ampliación y al crecimiento. En esta línea, algunos servicios adquieren ámbito regional, nacional o, incluso, internacional.

La puesta en común de recursos para conseguir un bien de interés general es un proceso de socialización común en los países más desarrollados que incluye muchas áreas de servicio público: suministro de agua, alcantarillado, recogida de basuras, suministro de electricidad, calles y carreteras, transportes públicos, educación, sanidad, ayuda, comunicaciones, distribución de información, vivienda, servicios de seguridad, sistemas de emergencia, defensa... A la hora de decidir cuáles proporciona el estado y cómo se financian, hay muchas posibilidades, lo que da lugar a la existencia de modelos políticos para todos los gustos, desde aquellos que propugnan que todos estos servicios estén disponibles para cada individuo y que sea el estado el que los proporcione (sufragan los costes mediante impuestos elevados) hasta los modelos que tratan de reducirlos al mínimo (los impuestos son más bajos) y dejan que cada cual los contrate por su cuenta. Entre ambos extremos, todo un abanico de colores políticos...

Sin entrar en la tediosa discusión de qué modelo de gestión de servicios públicos es mejor o más eficaz, lo cierto es que el mero hecho de disponer de cobertura social para unas necesidades concretas establece un nivel de conexión entre todos los individuos que comparten esa misma cobertura, pues su buen o mal funcionamiento les afectará a todos de igual modo. En el anterior ejemplo del pozo de agua y los diez usuarios, si fallase la bomba, todos se quedarían sin servicio, luego en caso de producirse tal eventualidad y de mantenerse durante algún tiempo, lo más probable es que se provoque una protesta generalizada contra la entidad encargada del mantenimiento de la instalación hidráulica.

Si se compara esa situación con el comportamiento de una red social dirigida de forma tendenciosa, hay algunas similitudes: un determinado hecho (real o ficticio) puede desencadenar un estado de opinión, con la salvedad de que, en el caso de las redes sociales no tiene que tener un sustento físico, mientras que en el caso del fallo en el suministro de agua, no solo lo tiene, sino que una necesidad básica se ve amenazada.

Por tanto, los individuos y las sociedades actuales tienen alta conectividad en casi todas las facetas de su existencia. Al margen del ejemplo obvio y manido de las redes sociales, el hecho de que un individuo pueda viajar en tren desde Lisboa hasta Vladivostok y recorrer la anchura completa del continente euroasiático proporciona una idea cuantitativa de esa conectividad; y aún se incrementaría más si se tiene en cuenta que tal recorrido lo podría hacer en su propio coche, en avión o —si sus piernas y tiempo disponible se lo permiten— en bicicleta. Esta concepción ya subyacía en la política del Imperio Romano cuando vertebró su territorio con una importante red de calzadas, una red que no se aleja mucho de la actual red de autopistas y carreteras en los mismos territorios; hacia el año 125 de nuestra era se podía llevar un carro desde Felicitas Iulia (cerca de la actual Lisboa) hasta Byzantium (la actual Istambul) o desde Lixus (Larache, en Marruecos) hasta la siria Palmyra<sup>58</sup>, siempre sobre una buena calzada de piedra.

Los servicios postales también son de ámbito mundial, otro aspecto que incrementa la conectividad entre individuos, aunque los proporcionen empresas estatales o privadas. Del mismo modo, las conexiones de telefonía, datos, o los sistemas que permiten proporcionar un posicionamiento geográfico fiable, informar de la situación meteorológica, entre muchas otras, tienen cobertura planetaria. Incluso la defensa militar suele tener ámbito internacional, aunque en este caso concreto no hay una política global, pues en la actualidad no existe un enemigo exterior común. Por ello, el ser humano ha decidido formar bloques de países con el fin de reducir el gasto militar y poder entretenerse con la amenaza mutua y, llegado el caso, ensayar nuevas armas y tácticas o eliminar *stocks* sobrantes de material bélico, con algún conflicto entre bloques, ya sea directo o por terceros interpuestos.

---

<sup>58</sup> No deja de ser curioso que esta última conexión no sea posible hoy en día porque se encontraría con dificultades en varias fronteras y, sobre todo, porque sería obligado atravesar zonas de conflicto abierto, como Libia o Siria.

La educación constituye otro de los servicios que tiende a la internacionalización y a incrementar la conectividad. Desde el último cuarto del siglo pasado se han generado todo tipo de iniciativas en este sentido, con la finalidad de establecer redes, sobre todo en la educación universitaria. Iniciativas como las becas Erasmus y otros métodos de movilidad, tanto de estudiantes como de docentes, han adquirido tal nivel de uso que ha movido entre diversos países europeos a más de nueve millones de estudiantes universitarios desde su creación en 1987, e implican a cuatro mil universidades<sup>59</sup>. También existen programas globales, como los que relacionan entre sí a países de habla española para el intercambio de estudiantes y docentes o los que favorecen la llegada de estudiantes a EE. UU. procedentes de casi cualquier país del mundo. También ha habido esfuerzos por mantener criterios comunes en los aspectos educativos, uno de cuyos ejemplos más claros es el acuerdo firmado en la Universidad de Bolonia<sup>60</sup>, que dio lugar al conocido como Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), un contexto en que los países firmantes —casi todos los de Europa más Turquía, Armenia, Georgia, Azerbaijan y Kazakhstan— se comprometen a seguir unas directrices comunes en sus planes de estudios universitarios, de modo que los títulos tengan validez general en esos países. Sí, sobre esto habría mucho que hablar, pero es otra historia.

Las organizaciones de carácter global, las leyes internacionales y la gestión de espacios comunes, como el aéreo o el marítimo, son otros ejemplos en los que los estados se ponen de acuerdo a nivel planetario con el fin de armonizar las acciones y optimizar los resultados. En otros casos, grupos de ellos se alían para conseguir una gestión más eficaz de los recursos comunes al grupo o para conseguir mejoras generales, como es el caso de la Unión Europea. Ahora no son los individuos los que hipotecan una parte de su libertad e invierten una parte de su patrimonio o de su trabajo, sino son los propios estados (sociedades) los que ceden parte de su soberanía a favor de una gestión conjunta más beneficiosa para el supercolectivo. En la época actual, uno de los bienes más preciados de un país es su propia moneda, más que un símbolo, un medio de control de su economía. A finales del siglo XX, una serie de países de la Unión Europea dieron un paso adelante en su asociación, cediendo su moneda (una parte de su libertad) para conseguir un espacio común más beneficioso para todos. Como consecuencia, el Euro es la moneda de varios cientos de millones de habitantes, y a

---

<sup>59</sup> European Commission, *Erasmus facts, figures and trends*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. pp. 5, 37. 2015.

<sup>60</sup> *Sorbonne Joint Declaration: Joint declaration on harmonisation of the architecture of the European higher education system*, 25 de mayo de 1998.

cada uno de ellos le basta comprobar el contenido de su cartera para observar cómo se mezclan en ella monedas del mismo valor acuñadas por Francia, España, Alemania, Finlandia o por cualquier otro miembro del club. Se trata de una sociedad de sociedades (estados), o una supersociedad a la que los países ceden una parte de sus derechos y adquieren obligaciones a cambio de beneficios que, se supone, implican un retorno significativamente superior a la cesión efectuada. Todo ello en un contexto de mutua confianza.

Estas supersociedades suponen un nivel más de enajenación de libertades, de modo que las ventajas para los individuos tienen que resultar notorias para que acepten de buen grado esa mayor distancia a los centros de decisión. Los recientes acontecimientos en el seno de la Unión Europea y el progresivo ascenso de grupos políticos contrarios a las decisiones comunes son ejemplos de falta de percepción de las ventajas que supone ser miembros del club, ya sea por una causa real (las ventajas no son tan grandes como se quiere hacer creer) o por una manipulación interesada de la realidad (las ventajas sí son grandes, pero se resaltan los inconvenientes), al aprovechar la diferente percepción subjetiva de lo positivo y de lo negativo. El ser humano es mucho más sensible al daño y al perjuicio que al beneficio, razón por la que el sujeto siempre se percibe a las personas que caminan en sentido contrario y nunca a las que caminan en el suyo. En cualquier caso, tales supersociedades existen y, hoy por hoy, muchos son los países que pertenecen a ellas.

En definitiva, se puede concluir que en el mundo actual existe una fuerte conectividad entre la mayoría de los habitantes del planeta y entre las propias sociedades, una interconexión que puede identificarse en el contexto de las empresas, de las comunicaciones entre individuos y hasta en el ámbito físico del día a día, con una buena parte de los servicios que el ser humano recibe, dependientes no solo de una sociedad, sino del conjunto de los países.

El ser humano está totalmente conectado e inmerso en ese mundo que le permite acceder virtualmente a cualquier punto, a cualquier otra persona y a cualquier servicio. Todo funciona de forma tan satisfactoria que ya ni siquiera recuerda que todos esos servicios se deben a su confianza en la sociedad que lo cobija. El ser humano confía o, de una forma más precisa, asume la confianza y ya ni siquiera es consciente de ella.

¿Eso lo hace más débil?

## La fina capa social



Cuando el Eagle descendía hacia la Luna para alcanzar el hito más significativo de la misión Apollo 11 y situar sobre ella al primer ser humano —hace poco más de medio siglo—, lo único que separaba el hábitat interior del mortal vacío exterior era una lámina metálica que no soportaría ni el impacto de la punta de un cuchillo de cocina. El número de eventos que hubieran supuesto el final catastrófico de la misión era tan grande que Armstrong y Aldrin nunca consiguieron recordarlos todos, así que la mejor solución fue no pensar en ellos ni en la extrema debilidad de su habitáculo, poco más que una burbuja de jabón en la inmensidad de la nada. Si la emoción de un acontecimiento histórico no les hubiera hecho dejar el miedo a un lado, habría sido imposible convencer a nadie para ir en el interior de un artefacto tan endeble.

A veces, cuando se contempla la estructura de la sociedad que envuelve al ser humano, de ese único globo hinchado que representa a casi todo el planeta, recubierto por una fina película de elastómero, la sensación no es muy diferente de la que tendría un observador objetivo acerca de la solidez del Eagle. La capa social se ha estirado tanto para abarcar más volumen, proporcionar más servicios sin demandar más contribución por parte de los individuos, que ha terminado siendo muy fina y su aspecto resulta débil. Dentro de ella se amontonan un porcentaje apreciable de los casi 8.000 millones de seres humanos, sujetos pasivos de esa debilidad, inconscientes y confiados, acaso porque esa es la única opción disponible.

Si cualquiera de esos individuos se preocupase en indagar la razón por la que esa capa social que recubre su mundo es tan fina, se encontraría con motivos fundamentalmente económicos, basados en la reducción de costes de las prestaciones que la sociedad pone a disposición de sus miembros, la compartición de recursos, las ventajas de una economía de escala, los beneficios de la conectividad y la reducción de gastos en servicios colectivos. En el fondo, trabajar a escala global permite sacar el máximo rendimiento de las aportaciones de los individuos y, de esa forma, proporcionar más y mejores servicios al ciudadano. El

inconveniente radica en su extensión global, que la convierte en un blanco más fácil para cualquier problema y, de ahí, su vulnerabilidad.

Si ese mismo individuo continuase con sus pesquisas, iría descubriendo los materiales que integran esa capa social, en el fondo, el sustento con que se elaboran los servicios para todos los miembros de esa supersociedad. Estos servicios ya no son solo los básicos, a los que accederían los humanos de las sociedades primitivas (cobijo, protección y alimento), sino que incorporan otros más prescindibles (en relación con su supervivencia inmediata), pero que se han convertido en el símbolo del progreso de la especie y en la marca de calidad de la sociedad actual. En definitiva, ese catálogo de prestaciones empieza en el estrato más elemental, cuya carencia conculcaría la existencia de forma casi inmediata. Aquí se encuentran, de más a menos básicos: el acceso al agua, el acceso a la comida, la protección y el cobijo. En un segundo nivel están aquellos servicios que, aunque no implique un riesgo inmediato, su pérdida desencadenaría una degradación progresiva de la calidad de vida y pondría en peligro la supervivencia de la sociedad en el corto o medio plazo. Se trata del acceso a la sanidad, a la educación y a la energía. En el tercer nivel aparecen servicios que podrían ser considerados secundarios, como el acceso a la cultura, al desplazamiento, a las comunicaciones y al ejercicio del ocio, aunque, en realidad, no disponer de ellos devolvería a la supersociedad a un punto situado muchos decenios atrás en la historia.

“Servicios” y no “derechos”, puesto que los primeros constituyen los medios para la consecución de los segundos. También “servicios” y no “derechos” desde la perspectiva histórica, puesto que pretende situar a la supersociedad en un contexto evolutivo, desde las primeras formas sociales, en donde el concepto de derecho no existía ni explícita ni implícitamente para ninguna faceta de la existencia humana. Es cierto que los servicios más básicos suelen asumirse como derechos —incluso los pertenecientes al segundo nivel— puesto que se estiman como críticos para la supervivencia de los individuos y sin ellos, la especie humana desaparecería del planeta, pero ni esta consideración ha existido siempre ni siquiera hoy en día puede asumirse como universal. Basta hacer un recorrido exhaustivo por la superficie de los continentes para comprobar que tales supuestos derechos no existen para un buen número de habitantes de países con problemas críticos de sequía, de hambrunas o en los que ni siquiera la vida alcanza el rango de derecho admitido. Por tanto, cualquiera de los servicios, desde el nivel más bajo al más alto, solo tendrían la consideración de derecho por la firma implícita o explícita del contrato social entre el individuo y la sociedad a la que

pertenece, el contrato por el que el individuo cede parte de sus libertades y patrimonio a esa sociedad y por el que ella se compromete a proporcionar una serie de servicios que, de esta forma adquieren carácter contractual. Fuera de ese contexto, el ser humano solo poseería el derecho a la vida y a la libertad en un nivel no muy diferente del que alcanzan el resto de los animales; de hecho, en una hipotética existencia individual al margen de una sociedad, la salvaguarda de esos derechos dependería de él mismo, de sus habilidades y capacidades, exactamente igual que un lobo, un conejo o una hiena. Sentiría todo el peso de la selección natural.

Lo cotidiano en el uso y disfrute de los servicios que la sociedad proporciona al individuo suele generar una sensación de derecho adquirido por la fuerza de la costumbre — derecho consuetudinario— y que podría considerarse una forma jurídica real, una ley de rango superior que supervisaría las formas contractuales concretas por medio de las cuales la sociedad articula los servicios; por ejemplo, suministra agua corriente, dota a los hogares de una acometida eléctrica o distribuye una red de datos de banda ancha. Pero más allá de estas consideraciones, el individuo que recibe esos servicios, acostumbrado a disponer de ellos, los integra dentro de su subconsciente, como si la acción de abrir un grifo y que salga agua o la de accionar la llave de la luz y que se ilumine una estancia fuesen actos similares al de respirar, una contracción inconsciente de los músculos que permite que el aire entre en los pulmones.

Es evidente la extrema complejidad del sistema pulmonar y los cientos de millones de años de evolución que se precisaron hasta conseguirlo. Incluso el acto de respirar puede entrañar una complejidad mucho mayor que el de obtener agua de un grifo, pero existe una diferencia entre ambos que no se debe olvidar: el sistema respiratorio es un logro consolidado de la evolución y, si alguna vez desapareciera, su sustituto sería una solución mejor por el propio principio evolutivo. En cambio, la red de abastecimiento de agua es una conquista social reciente, tan efímera o tan fiable como lo sea la sociedad que la proporciona.

Al mismo nivel consuetudinario están muchos servicios, como el suministro eléctrico, la red de banda ancha, el teléfono móvil —convertido ahora en un verdadero centro de comunicaciones—, los ferrocarriles y las carreteras que conectan territorios, los aviones que unen grandes núcleos de población o la comida que encontramos en los anaqueles de las tiendas y en los lineales de los supermercados. Acostumbrados a disponer de ellos, es difícil que alguien reflexione acerca de toda la estructura que está detrás, así que no se les concede

importancia alguna. Es como un matrimonio viejo, incapaz de arrancar de la otra parte un gesto de cariño, pero hundidos en un infierno de nostalgia cuando uno de ellos se va. Pero la vida es efímera, así que siempre hay uno que termina en soledad.

Y la capa social es fina.

Sí. La superficie que recubre a toda la sociedad, la cubierta del globo se ha estirado tanto que su espesor es amenazadoramente pequeño, tanto que es fácil imaginarla a merced del azar. Las razones que la hacen así de fina —ya se han expuesto— se resumen en dos pilares que, por orden cronológico son: la economía de escala y el uso masivo de la tecnología. La primera obliga a concentrar las fuentes y los recursos que proporcionan los servicios en unos pocos lugares, y la segunda incrementa la complejidad de los procesos que los soportan. En ambos casos se generan fuertes dependencias que incrementan la conectividad entre sistemas.

Existe otro factor que también hay que tener en cuenta, un cambio que se viene produciendo desde la aparición de las ciudades: el éxodo rural, un movimiento migratorio que se incrementó a raíz de la revolución industrial y que se ha multiplicado y generalizado desde la segunda mitad del siglo XX. Además de ocasionar el abandono rural y su vaciamiento, ha disparado el número de habitantes urbanos que, según estimación de las Naciones Unidas, supondrán casi el 70 % de la población mundial antes de 2050<sup>61</sup>. La concentración de individuos perceptores de servicios en zonas concretas (el área urbana) simplifica la distribución y, por tanto, contribuye a reducir los costes, un hecho que se convierte en un atractivo más para la migración y que la realimenta positivamente. Este proceso de crecimiento de la población urbana conduce a ciudades cada vez más grandes e, incluso, a iniciar la fuga desde las áreas urbanas más pequeñas a las que tienen mayor volumen. De este modo, el número de lugares en los que se concentra la población decrece mientras que aumenta su peso unitario.

La separación entre las ciudades y los lugares en donde se producen los recursos que consumen ha desencadenado un crecimiento de los servicios logísticos, tanto en el caso de los transportes a grandes distancias como en el desarrollo de centros de almacenaje masivo

---

<sup>61</sup> *2018 Revision of the World Urbanization Prospects*, publicado por Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA), 2018.

y sistemas de distribución de cercanía —el denominado “último kilómetro”—, un quebradero de cabeza para cualquier empresa del sector.

Con las fuentes de los servicios y los perceptores de los recursos concentrados, un fallo único que afecte a un punto de producción, a un punto de distribución o a la conexión entre ellos, comprometería el flujo desde la producción al consumo y afectaría a un volumen significativo de individuos. Si se añade la creciente complejidad —por el uso de nueva tecnología— de todos los procesos implicados en la producción de un determinado bien o servicio, en su transporte y en su distribución, el riesgo de fallo aumenta proporcionalmente a la complejidad.

Un aspecto adicional que viene a añadir más riesgo es el incremento de la legislación en torno a la trazabilidad. La incorporación de procesos de seguimiento transparentes añade nuevos sistemas en el proceso de suministro de cualquier servicio, de forma que las posibilidades de error vuelven a incrementarse. Un fallo en uno de estos sistemas puede producir situaciones que superan lo absurdo. Recuerdo un caso de este tipo al ir a comprar una llave de la luz en una tienda del ramo, una de esas tiendas en las que hay un seguimiento completo del *stock* y una generación automatizada de facturas. Tras explicarle al empleado lo que quería, se dirigió raudo a una de las estanterías, revolvió un poco y trajo una cajita con el mecanismo:

—Solo necesita una, ¿no?

—Sí. Solo una.

—Ha tenido suerte, es la última que queda. A ver... —empezó a teclear en el computador que tenía sobre el mostrador y, al poco resumió con un aire entre la sorpresa y la broma—: pues no se la puedo vender.

—¿Cómo?

—Es que la base de datos me dice que no hay ninguna unidad.

—Pero, ¿y esta?

—Ya; no debería estar. Algún error...

—Se la pago, y listo.

—No, no. Eso es imposible. No puedo generar la factura porque, según la base de datos, no existe.

—Pues regálemela.

—Pero, ¿qué dice? —Señala una cámara de videovigilancia que apuntaba hacia el mostrador—. Me metería en un buen lío.

Cuando entendí que no había solución, me fui de allí sin un objeto que costaba muy poco, todo porque según un programa centralizado que supervisa el almacenamiento en todas las tiendas de una cadena de ámbito nacional decía que no había ninguno, a pesar de que eso era falso. En este caso, la existencia virtual pudo más que la existencia real y, como ya era tarde, improvisé la reparación con cinta aislante hasta que pudiera acercarme a otra tienda. Probablemente aquel mecanismo de la llave de la luz seguirá allí, sumido en la duda cartesiana, a la espera de una confirmación informática de su existencia.

Este ejemplo no tuvo una especial trascendencia, aunque sirve para poner de relieve la importancia de los sistemas de supervisión y seguimiento en las cadenas de suministro y que los fallos en tales sistemas, aunque sean secundarios, pueden acarrear las mismas consecuencias que los que se produzcan en las fuentes de los recursos, en su transporte o en su distribución. En este sentido, hay que destacar la reciente introducción de la idea del *blockchain*<sup>62</sup>, una sucesión de bloques de información en que cada uno queda autenticado por el anterior; de esa manera, no es posible cambiar ningún bloque sin que eso afecte a todos los bloques posteriores de la cadena, una idea que permite garantizar la seguridad de la información en cualquier punto de la cadena, puesto que no habría posibilidad de alterarla de forma fraudulenta sin que se rompiera la propia cadena. Empleado en el seguimiento y trazado de la información, su uso permite verificar también materiales asociados dentro de una cadena de suministros.

Aunque la técnica del *blockchain* presenta gran interés, pues permite garantizar la trazabilidad y asegurar la calidad en la producción, transporte y distribución de bienes, su uso implica añadir más elementos al sistema, incrementar la complejidad y, por tanto, constituir una fuente adicional de fallo. Para explicar cómo un sistema de seguridad puede terminar resultando un problema para la propia seguridad, basta imaginar dos casos: el primero, un sistema que produce un determinado bien, que lo transporta hasta su punto de venta y que lo vende allí; el segundo es esencialmente igual, pero los tres procesos están supervisados y garantizados por un cuarto bloque, cuya misión es la de supervisar los pasos de la producción

---

<sup>62</sup> Esta idea no es reciente, sino que fue presentada en 1991 por Stuart Haber and W. Scott Stornetta, aunque no fue conceptualizada hasta 2008 por Satoshi Nakamoto.

al transporte y del transporte a la venta, garantizando que el proceso anterior es correcto y conforme a lo establecido. Es obvio que las garantías que aporta este cuarto bloque suponen una mayor seguridad para el consumidor y que este percibirá el segundo sistema como excelente y confiable; pero no es menos cierto que un fallo en el bloque de supervisión podría provocar que el consumidor no dispusiese del bien, puesto que no se permitiría el paso de uno a otro proceso.

No hay que olvidar que el bloque de supervisión será un sistema informático complejo, muy probablemente trabajando en la nube, con sistemas de comunicaciones, servidores y otros equipos ajenos por completo al sencillo proceso de producción-transporte-distribución. Así, poder disponer en Cartagena de tomates para una ensalada producidos en una huerta del interior de Murcia puede llegar a depender del funcionamiento de un servidor situado en Norfolk. Lo que sí resulta extraordinariamente positivo es que cuando el servidor de Norfolk funciona perfectamente, el consumidor tiene garantías de que esos tomates fueron producidos con todos los parabienes, transportados en las condiciones correctas y su almacenamiento ha sido el adecuado hasta el mismo momento de la venta.

Otro ejemplo más reciente y, sobre todo, mucho más inquietante, ocurrió en la ciudad de Baltimore (Maryland, EE. UU.) el 7 de mayo de 2019, cuando un ciberataque de un *ransomware*<sup>63</sup> denominado RobinHood impidió el acceso a una buena parte de los servidores informáticos que soportan los servicios de cobro y gestión de la ciudad. La imposibilidad de cobrar en metálico colapsó la mayoría de los servicios públicos y la duración del ataque —el 20 de mayo aún no se había conseguido recuperar más que una pequeña parte y a mediados de junio aún no se tenía operativo todo el sistema— puso de manifiesto la debilidad del sistema informático de Baltimore. El hecho de que no fuera el primer ataque de este tipo en 2019 ni en Estados Unidos (Greenville en North Carolina había sufrido otro similar), unido a que hubiera otros sucesos parecidos anteriores (como en Atlanta, un año antes), pone de manifiesto la debilidad de cualquier sistema informático. Si se añade el lugar en que se produce —no se trata de un país del tercer mundo ni de pequeños núcleos poblacionales—, queda clara la desesperante sutileza de los servicios que se sustentan sobre la tecnología.

---

<sup>63</sup> Programa maligno que “secuestra” los datos de un computador y que solicita un rescate económico a cambio de devolver el acceso a la información secuestrada.

Los beneficios que la tecnología introduce —por encima de todo, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)— multiplican las posibilidades de los servicios aportados por la sociedad. Nadie en su sano juicio puede dudar de las ventajas inherentes a la implantación de las TIC, tanto a la hora de simplificar la vida diaria como a la hora de aportar mayor funcionalidad, nuevos servicios y posibilidades que no figuraban ni en los más atrevidos libros de ciencia ficción. Así es: el mundo actual no tiene coches volando sobre nuestras cabezas ni existen sistemas de teletransporte; tampoco llevamos todos las mismas ropas y vamos peinados igual —bueno, no estoy del todo seguro de que esto sea cierto—; nuestras ciudades siguen con el mismo aspecto que tenían hace cuarenta años (con algún retoque quizá), seguimos teniendo costumbres parecidas y los increíbles viajes interplanetarios se han quedado en un planteamiento de regresar a la Luna en 2024 y, con un poco de suerte, realizar el primer intento de aterrizaje tripulado en Marte para la década de los treinta. En todo esto, las novelas de ciencia ficción de hace medio siglo se han pasado de frenada y han hecho hincapié en aspectos que, aunque eran prometedores en aquella época, el dictado de la economía ha convertido en inalcanzables. Pero no deja de ser curioso que ninguna de ellas hiciera una previsión acertada de la importancia de la informática y de las comunicaciones en la vida diaria<sup>64</sup>. Y, sin embargo, una buena parte de los servicios disponibles se sustentan sobre sistemas informáticos y de comunicaciones.

Esta completa conectividad que, virtualmente, permite a cualquier persona comunicarse con cualquier otra sobre la superficie de la Tierra, es solo la punta del iceberg, lo más visible de una telaraña que ha envuelto al planeta. Detrás de ello hay miles de millones de equipos informáticos interconectados a través de redes ultrarrápidas, compartiendo una cantidad de datos tan grande que su volumen y origen inquietan tanto como la inmensidad del universo. Y todos los sistemas que soportan los servicios proporcionados por las sociedades están sustentados sobre estos pilares y, por tanto, dotados de un potencial inimaginable hace solo una década. Cada individuo, por el hecho de pertenecer a una de ellas, tiene acceso a tantas posibilidades que precisaría varias vidas para aprovecharlas al completo. Nadie puede viajar a todos los lugares, visitar todos los museos, probar todas las comidas,

---

<sup>64</sup> Aunque el tema ha sido soslayado en la literatura de ciencia ficción, sí que hay precedentes, aunque lejanos, de publicaciones en las que se destacaba la importancia de la telefonía celular: en 1906 el caricaturista Lewis Baumer publicaba el cómic titulado “Forecasts for 1907” en *Punch magazine* en el que mostraba a un hombre y una mujer en Hyde Park, ligando a través de un teléfono sin hilos; en 1926 el artista Karl Arnold publicaba el dibujo “wireless telephony”, publicado en la revista satírica alemana *Simplicissimus*, donde se mostraba a un numeroso grupo de viandantes, todos hablando a través de un teléfono móvil.

tomar todas las bebidas, ver todas las películas ni leer todos los libros; aunque todas esas actividades estén a nuestra disposición con relativa facilidad en las sociedades más avanzadas. Tampoco podemos conocer a todas las personas del mundo, aunque las redes sociales se esfuercen no solo en sugerir lo contrario, sino en convencernos de que tenemos una inmensa cantidad de amigos cuando, en realidad, ni siquiera se puede estar seguro de que alguno —o un número importante de ellos— no sea más que un programa informático.

En ese contexto se halla el ser humano, cada vez más arriba, con más y mejores servicios, cada vez más desconectado y alejado de la realidad básica de su propia existencia, viviendo una realidad que considera superior porque está diseñada para satisfacer sus deseos de animal pensante y para olvidar todo el conjunto de servicios que constituyen su soporte vital.

Pero, hoy por hoy, necesita respirar, beber, comer y evacuar sus desperdicios; también necesita mantener el contenedor de su consciencia —su cuerpo— protegido y a salvo de las inclemencias del ambiente y de las posibles amenazas de un entorno más hostil de lo que pueda parecer. La sociedad es la que le proporciona todos estos servicios, aunque como lo hace desde muchos años atrás, el ser humano los olvida y hasta los da por seguros. Un porcentaje significativo de la población mundial —sobre todo los habitantes de la mayor parte de Europa, Norteamérica, Oceanía y algunos países de Asia— no conoce otra situación. Nunca vivieron la guerra en primera persona, siempre tuvieron las necesidades básicas cubiertas y, por tanto, no vieron peligrar sus vidas en ningún momento de su existencia. Es cierto que sí saben de la presencia de problemas existenciales graves en otros lugares, pero eso ocurre en sitios lejanos y la percepción de tales situaciones se produce a través de una fotografía en un periódico, cuatro frases en la radio o las imágenes de un programa de televisión; y siempre son tan parecidas... Basta apretar un botón en el mando a distancia para que todos esos problemas se queden donde están y no perturben nuestra conciencia ni nuestra consciencia. Acaso, todo quedará en un comentario con los amigos mientras se disfruta de una cerveza.

¿Qué nos separa de ese otro mundo en el que la sociedad no puede garantizar la subsistencia? Sin entrar en el análisis de causas y culpables —eso sería otra historia y resultaría muy, muy escabrosa— no nos separa casi nada, tan solo una fina capa social tejida con hilos largos y finos, como lo hubiera hecho una araña. Igual que esas telas

geométricamente perfectas, ha demostrado su resistencia, pues se mantiene y crece desde hace años, pero cuando se contempla desde cerca, resulta tan sutil que da la sensación de que podría desintegrarse en cualquier momento.

¿Podría ocurrir esa desintegración?; sí, podría. Y páginas atrás se ha justificado el mecanismo capaz de desencadenar un cambio tan significativo que resultase capaz de destruir la fina capa social: la incertidumbre en las cercanías de un evento, cuyos resultados son impredecibles y potencialmente caóticos.

Se han enumerado muchos eventos capaces no solo de destruir la capa social sino de acabar con la humanidad y con una buena parte de las especies que habitan el planeta, eventos que supondrían la extinción por causas “naturales”; entre otras, las causas más aceptadas entre los especialistas que se han identificado son las epidemias, los fenómenos de anoxia en el medio marino, cambios significativos en el nivel del mar, cambios climáticos, vulcanismo, el impacto de objetos extraterrestres, modificaciones de la órbita planetaria, modificaciones del campo magnético de la Tierra, la aparición de novas o supernovas en la “vecindad galáctica” o, incluso, el contacto con una civilización extraterrestre. Más allá de predecir el momento y de plantear medidas paliativas, poco se puede hacer contra cualquiera de esas causas que trascienden la capacidad científica y tecnológica del ser humano y que lo convertirían en sujeto pasivo de una catástrofe inabordable y cuya subsistencia quedaría a merced del azar.

De todos estos fenómenos que desencadenarían nuestro final no debemos preocuparnos porque, llegado el caso, nada podríamos hacer, de modo que se impone el estoicismo como única alternativa (también podemos preocuparnos por ellos y vivir preocupados, aunque eso no suponga una ventaja significativa).

Sin embargo, sí que podemos preocuparnos por otras situaciones que pueden ser potencialmente tan demolidoras para la supersociedad humana como cualquiera de los fenómenos anteriores: cualquier fallo en los hilos que interconectan a individuos, grupos o entidades entre sí desencadena un evento significativo y la elevada incertidumbre en el comportamiento de cada humano puede provocar un efecto de consecuencias impredecibles por la propia complejidad de los sistemas que los sitúa en condiciones caóticas.

Es evidente que un fallo que dejase sin agua o sin alimento a una ciudad grande durante cierto tiempo sería muy problemático y quizá terminaría desencadenando problemas muy serios de convivencia, una vez que los recursos almacenados se agotasen. Es posible que la estructura social de la ciudad se resintiese o que quedase destruida, pero sería difícil imaginar cómo ese problema se podría propagar a otros lugares; tampoco sería lógico suponer que el estado al que perteneciese dicha ciudad no fuese capaz de tomar medidas correctivas que paliasen los problemas. De hecho, situaciones similares ya se han vivido tras catástrofes naturales, y las sociedades correspondientes se han recuperado a pesar de haber sufrido daños más o menos importantes.

También se han producido grandes apagones que han afectado a ciudades enteras o a áreas más extensas y la sociedad ha continuado. La pérdida del suministro de energía ocasiona la parálisis completa de las actividades, pues todas ellas dependen en alguna medida de la conexión a la red eléctrica. Con una duración corta, habría personas atrapadas en ascensores, el tráfico estaría detenido, sería imposible acceder al dinero y los hospitales estarían bajo servicios mínimos. Los sistemas de alimentación ininterrumpida de los servicios críticos los mantendrían activos con la energía de las baterías o de los grupos electrógenos. Con una duración de más de dos horas, la mayoría de los sistemas de alimentación ininterrumpida basados en baterías habrían agotado sus reservas energéticas y solo quedarían aquellos basados en grupos electrógenos soportados mediante combustible fósil. Eso significa que apenas quedarían funcionando los sistemas de emergencia, los servicios mínimos en los aeropuertos y en los hospitales. Si el apagón se prolongase por más de doce horas la parálisis sería total, una vez que se agotasen las reservas energéticas de emergencia.

Ya ha ocurrido antes y, además, ha ocurrido en muchas ocasiones y en muchos países diferentes. Uno de los casos más llamativos tuvo lugar en agosto de 2003 como consecuencia de un hecho menor: en el estado de Ohio (EE. UU.), unos árboles próximos a las líneas de alta tensión, que no habían sido podados, entraron en contacto con ellas, con lo que ocasionaron un fallo a tierra que disparó las protecciones de esa línea y, debido a la deficiencia de los sistemas de alarma, produjo el cierre de otras tres líneas. El problema se propagó<sup>65</sup> y desencadenó un apagón general que dejó sin energía eléctrica a cincuenta y cinco millones

---

<sup>65</sup> *Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations*. Office of Electricity Delivery & Energy Reliability. U.S./Canada Power System Outage Task Force (United States Department of Energy), Abril de 2004.

de personas en el noroeste de EE. UU. y en el sur de Canadá durante más de dos días y que causó unas pérdidas directas de más de seis mil millones de dólares y más de cien muertes (directamente por el apagón)<sup>66</sup>. Ciudades como New York, Newark, Toronto, Ottawa, Buffalo, Baltimore, Detroit o Cleveland quedaron paralizadas completamente durante dos días porque dos árboles no fueron podados. Los efectos más notables fueron la parada de las plantas de producción eléctrica por seguridad, la pérdida del suministro de agua, la detención de los servicios ferroviarios, la parada de los aeropuertos por la imposibilidad de generar los billetes electrónicos y las tarjetas de embarque, la caída de las comunicaciones móviles y hasta la parada del tráfico rodado por la imposibilidad de acceder al combustible y reducirse las opciones de pago.

Aunque la duración fue menor, en el mismo año de 2003 se produjo un apagón similar en Italia y parte de Suiza por una causa también semejante: árboles sin podar que entran en contacto con una línea de alta tensión en Italia, lo que causa el disparo de las protecciones y su desconexión. Eso aumentó el consumo en otras líneas, que también se desconectaron en cuanto superaron su capacidad de transporte de energía, con lo que se produjo el apagón. Esta situación afectó a más de cincuenta y seis millones de personas (casi toda la península italiana y los alrededores de Ginebra, en Suiza) durante casi doce horas.

Estos no han sido los únicos apagones; se han producido decenas de ellos a lo largo del globo y, en algunas ocasiones, han afectado a cientos de millones de personas o se han prolongado durante muchos días<sup>67</sup>. Pero, cualquiera de esos sucesos solo ha desencadenado efectos locales o, en el peor de los casos, se han propagado por una región más o menos amplia sin haber ocasionado daños irreversibles en la sociedad. También es cierto que el más grave de todos ellos, el que afectó al noreste de EE. UU. y este de Canadá en 2003, ocurrió en un momento en el que las comunicaciones no estaban tan desarrolladas como ahora y, sobre todo, en un momento en el que no había tanta dependencia de ellas. Aunque solo hayan pasado 16 años desde aquel suceso hasta el presente, la sociedad de entonces presenta cambios cuantitativos significativos respecto de la actual: el tráfico aéreo es ahora más del doble del que era entonces<sup>68</sup> y el de Internet se ha disparado desde los menos de 700

---

<sup>66</sup> *Spike in deaths blamed on 2003 New York blackout*, Reuters, 26 de enero de 2012.

<sup>67</sup> 30 a 31 de julio de 2012 en India: 620 millones de afectados, 26 de enero de 2015 en Pakistán: 140 millones de afectados, 11 de marzo a 22 de junio de 1999 en el sur de Brasil: 97 millones de afectados.

<sup>68</sup> Según datos de ICAO (International Civil Aviation Organization perteneciente a la ONU) en *Aviation Data and Analysis Seminar*, 2017 y datos de la misma organización de 2018, el tráfico de pasajeros se ha

millones de usuarios durante el apagón de 2003 hasta los más de 4.500 millones de usuarios de junio de 2019<sup>69</sup>, momento en el que el acceso a la red ha alcanzado a casi el 60 % de la población mundial. En estas condiciones, es evidente que un evento como el que se produjo en EE. UU. y Canadá en 2003 habría tenido hoy en día unas consecuencias mucho peores. Además, se deben tener en cuenta los cambios cualitativos que se han producido de forma paralela y que establece una dependencia cada vez mayor de la conexión a la red de redes y al acceso al transporte que se perciben como cotidianos y seguros.

Esto hace que cada individuo deposite en esos medios una parte creciente de los sistemas que soportan su existencia y, por tanto, que pase a depender de ellos de una forma mucho más intensa y extensa de lo que ha ocurrido hasta ahora. Basta hacer un listado de todo lo que dejamos en esas manos para darnos cuenta de esa dependencia: el dinero, recetas e historiales médicos, nuestro ocio y hasta nuestros recuerdos o nuestros lazos afectivos. Todo eso y otros datos que se irán añadiendo a lo largo de un futuro que ya es inmediato, están guardados en el soporte magnético de almacenamiento masivo de un servidor situado en un lugar desconocido, suponemos que con todas las garantías de seguridad y redundancia para librarlos de todo riesgo, de tal modo que no nos preguntamos qué pasaría si perdiésemos todo o parte de ello.

Tampoco nos preguntamos por la salvaguarda de la privacidad, que suponemos también garantizada. Bueno, eso es otra historia...

Las empresas e instituciones que proporcionan los servicios, ya sea de forma pública o privada, se comportan del mismo modo que los individuos: también ellas ven en esos sistemas una forma económica y fiable de mantener sus sistemas y de proporcionar más y mejores servicios a un coste cada vez más bajo.

Así, individuos y empresas dejan todas sus pertenencias en lugares desconocidos, aunque supuestamente bien protegidas y tan solo al alcance de un *click*. Pulsamos el botón del ratón y accedemos a nuestros datos, almacenados a miles de kilómetros de distancia,

---

incrementado desde 3 a más de 9 billones de pasajeros-kilómetro desde 2003 hasta 2018 y el de mercancías, desde 120.000 hasta 230.000 millones de toneladas-kilómetro en el mismo periodo.

<sup>69</sup> *Internet Growth Statistics. Today's road to e-Commerce and Global Trade Internet Technology Reports*, Internet World Stats, <https://www.internetworldstats.com/emarketing.htm>, consultado en octubre de 2019.

mediante un viaje por cables de fibra óptica y decenas de computadores situados en varios países que regulan el tráfico, el nuestro y el de otros miles de millones de usuarios por los mismos canales. No hay motivo para preocuparse; ¿qué puede fallar?

La respuesta se puede encontrar con facilidad sin más que echando un vistazo a las interconexiones mediante cables que unen los países y que se pueden encontrar en varios portales de Internet como <https://www.submarinemap.com/>, la *web* de TeleGeography, soportada por Huawei Marine y Equinix. El aspecto no es el de una telaraña que permitiría, eventualmente, establecer conexiones alternativas si fallase alguna de ellas; la mayoría de los cables submarinos que conectan los continentes salen de unas áreas muy pequeñas o circulan por canales demasiado estrechos desde el punto de vista geográfico. Como ejemplos inquietantes tenemos que las conexiones entre Norteamérica y Europa están realizadas mediante cables submarinos de fibra óptica que salen de Long Island y llegan a puntos situados en los alrededores de la Bahía de Bristol o en la cercana Cornualles; que la mayoría de las comunicaciones entre Europa y Asia discurren por el fondo de un mar tan conflictivo como el Mar Rojo y atraviesan el estrecho de Adén entre Yibuti y Yemen; o que la mayoría de las comunicaciones asiáticas pasan por algunos puntos de Japón (Shima, Maruyama, Chikura o Wada), situados sobre el cinturón de fuego del Pacífico y agrupados en un radio de menos de 100 km.

La dependencia que tienen la práctica totalidad de los servicios de las comunicaciones, incrementada por el uso masivo de los recursos en la nube, ha producido una fuerte concentración de riesgo en el sistema en sí mismo y, dentro del propio sistema, ha concentrado el riesgo en determinadas áreas geográficas, donde cualquier suceso local podría desencadenar un problema a escala planetaria. Así, lo que podría no pasar de ser un problema de ámbito muy localizado tiene la potencialidad de hacer propagar sus efectos mucho más lejos de ese contexto, por cuanto afectaría a las comunicaciones y sobre estas se han depositado la mayor parte de nuestras capacidades.

Así, una catástrofe natural que afectase a una de esas zonas críticas o una acción deliberada causaría un problema muy serio y llegaría a poner en riesgo la mayor parte de los servicios que han situado a nuestra sociedad en el estatus de que goza hoy en día. Los efectos que se producirían no pueden predecirse porque, como ya se estableció antes, el efecto dominó es solo una falacia sin sustento real: es imposible saber qué acontecería tras un

determinado hecho si se tiene en cuenta que el sistema es extraordinariamente complejo, de modo que es imposible definir el grado de deterioro de los servicios y cómo esa pérdida afectaría a su entorno. Sin embargo, sí que se pueden predecir las dificultades que surgirían en todas las transacciones económicas, en la gestión de los transportes y suministros y en el tráfico de personas y mercancías, aun sin tener en cuenta la posibilidad de efectos agregados o multiplicativos.

Dependiendo del tiempo que durase el evento, los efectos serían más o menos graves. Lógicamente, los primeros que se resentirían serían los servicios de más nivel y que resultan más prescindibles para el mantenimiento de la sociedad. Estos estarían afectados en el plazo de unos pocos minutos y su recuperación completa tardaría más tiempo tras el restablecimiento de las comunicaciones. En el plazo de unas horas los problemas empezarían a trasladarse al plano económico: las transacciones quedarían afectadas o suspendidas, primero entre empresas e instituciones y, enseguida, se trasladarían a los ciudadanos de a pie; empezaría a ser difícil efectuar los pagos y en poco tiempo aparecerían problemas de liquidez. Tras unos pocos días (menos tiempo cuanto mayor sean las aglomeraciones urbanas) comenzarían a escasear los suministros, incluso los más esenciales, empezando por el combustible; en ese momento se paralizaría la mayor parte de la producción industrial y, aunque los campos seguirían dando trigo, las patatas seguirían creciendo, las gallinas continuarían poniendo huevos y las vacas no dejarían de dar leche, una buena parte no llegaría a los consumidores porque los sistemas logísticos estarían paralizados. Si el problema continuara durante algunas semanas, la ganadería —intensiva y concentrada— agotaría sus reservas y se encontraría sin sustento, con lo que habría una mortandad masiva y esto marcaría un punto de inflexión, porque tardaría años en recuperarse. En algunos meses los cultivos se detendrían por falta de suministros<sup>70</sup>, y esto marcaría el segundo punto de inflexión.

Así, las consecuencias serían devastadoras, aun si solo se considera el efecto directo sobre los sistemas comerciales y logísticos. Lo que pudiera ocurrir a partir de ahí forma parte

---

<sup>70</sup> Una buena parte de los alimentos que sustentan a la especie humana se deben a organismos transgénicos que han sido diseñados como estériles para evitar su aprovechamiento comercial sin pagar las regalías y para evitar que se diseminen de forma incontrolada y acaben con las especies naturales por competencia. Así, por ejemplo, es imposible replantar el grano de trigo transgénico —no crecería—, sino que el agricultor tiene que adquirirlo a la empresa que lo ha creado.

de la incertidumbre intrínseca al comportamiento de los seres humanos, aunque un breve recorrido por la historia no permite ser muy halagüeño.

El resumen es que una caída en un punto de los sistemas de comunicaciones provocaría de forma casi instantánea una multitud de eventos secundarios similares distribuidos a lo largo de la geografía. Dependiendo de la duración del evento principal y de los secundarios se podrían originar problemas muy serios, capaces de desencadenar una verdadera hambruna y la desaparición de un número significativo de miembros de la especie humana y, tal vez, de la propia sociedad, tal y como la conocemos.

Con una concentración de personas (consumidores de bienes y servicios) en áreas tan reducidas (ciudades), con una concentración de la producción de bienes y servicios en áreas también reducidas (producción masiva) y con una logística e intercambio comercial con fuerte dependencia de las comunicaciones, el riesgo se dispara en cuanto aparece un problema en la producción, en la distribución o, lo que es más grave aún, en las comunicaciones, el verdadero talón de Aquiles de la sociedad actual, pues afecta de forma directa e inexorable a todos los demás estratos.

El riesgo está ahí y, a medida que la sociedad avanza y asciende a cotas más elevadas, el edificio que hemos construido alcanza mayor altitud, mejora nuestra vista y produce una sensación de dominio sobre todo el entorno que nos rodea. Sin embargo, alejados de la seguridad del suelo, caminamos a gran altura sin ser conscientes del riesgo de un traspie. Ante esa situación, existe la opción de disfrutar del paisaje y vivir el momento, como fruto de miles de años de civilización porque, desde el borde de este abismo, la vista es espectacular.

También está la posibilidad de añadir una cierta seguridad para que los que vengan detrás puedan disfrutar de esa misma vista. La pregunta es cómo hacerlo.

## Redundancia



Cuando se viaja en avión muchos pasajeros experimentan un cierto temor al vuelo, un temor que puede ser calificado como irracional, pero temor a fin de cuentas; la misma sensación de estar colgado en el aire con miles de metros de distancia entre los respectivos pies y el suelo no otorgan demasiada tranquilidad a pesar de la cantidad de leyes físicas que garantizan el correcto desarrollo de la trayectoria y de la elocuencia de las estadísticas. El pasajero, casi siempre ignorante de tales números y leyes, y en las demás condiciones, con la tripa punteando a la razón, supone que todo eso está muy bien pero que, si algo falla, el avión se cae y el “aterrizaje”, antes de tiempo, en un lugar poco apropiado y a una velocidad inadecuada, no será agradable.

Pero tal suposición no es cierta. Un avión, como cualquier otro sistema crítico, es capaz de sobreponerse a uno o a varios fallos simultáneos y desempeñar su vuelo sin mayores contratiempos en condiciones muy adversas: tiene, al menos, dos motores y es capaz de despegar, volar y aterrizar con uno solo; tiene dos pilotos, dos puestos de mando, las pantallas de información están duplicadas, etc. Para la práctica totalidad de los subsistemas que lo controlan siempre se dispone de un plan B y, en algunos casos muy críticos, los bloques pueden aparecer por triplicado o por cuadruplicado, de modo que se pueden permitir varios fallos simultáneos sin que la seguridad quede comprometida. De hecho, algo que los pasajeros suelen desconocer —si el lector tiene miedo a volar debería saltarse la siguiente frase— es que los aviones comerciales suelen despegar con un listado de fallos conocido y no reparado. Eso sí, siempre siguiendo protocolos de máxima seguridad aceptados por el constructor, por la compañía aérea y por los organismos reguladores.

Los aviones permiten enlazar puntos separados por mucha distancia en tiempos muy cortos, tiempos que parecerían un sueño a las personas que vivían en el siglo XIX (o a principios del siglo XX), cuando hasta las velocidades de los ferrocarriles arrastrados por locomotoras de vapor parecían asunto del diablo. Hoy en día, teniendo en cuenta escalas técnicas, es perfectamente factible recorrer la mitad del globo en poco más de 35 horas mediante vuelos comerciales, lo que dejaría los 80 días que proponía Jules Verne para dar la vuelta al mundo en bastante menos de 80 horas. ¿Y el precio? Volar hasta las antípodas y volver supone menos de 2.500 euros en condiciones normales. Y quizá un precio más reducido, si se consigue alguna oferta.

Phileas Fogg no hubiera imaginado un viaje de estas características en 1873, pero tampoco lo habría soñado un viajero de 1950. Ni siquiera uno de 1970.

Del mismo modo que la aviación comercial ha cambiado en apenas unos decenios, la percepción cuantitativa de la distancia y eso ha provocado una nueva concepción del planeta, la sociedad actual proporciona unos servicios que tampoco eran imaginables hace no muchos años. Y esos servicios también han afectado a la sociedad. En el capítulo anterior se establecía el riesgo potencial que supone la irrupción masiva de la tecnología en la vida cotidiana y en los servicios y, más aún, la fuerte dependencia tecnológica que tienen los servicios más básicos y más necesarios para el soporte vital de la población con el fin de reducir su coste, incrementar las prestaciones y su calidad general.

Pero más allá del efecto sobre los servicios que la sociedad proporciona, la combinación del acceso a Internet, la capacidad de disponer de tecnología de comunicación celular y el bajo coste de ambos ha resultado un cóctel explosivo capaz de hacer saltar por los aires todas las convenciones sociales previas y ha situado al conjunto de la especie ante una situación totalmente nueva. Como si de una reacción en cadena se tratase, la rapidez con que se han sucedido los acontecimientos en el terreno de las comunicaciones y la vertiginosa catarata de cambios han impedido asumirlos de una forma reflexiva por parte del individuo e, incluso, invalidan cuantos estudios se realicen sobre ello, puesto que no bien se terminan resultan obsoletos.

Así, incapaz de detenerse a pensar —no hay tiempo—, el ser humano se convierte en sujeto pasivo de la tecnología de las comunicaciones y es arrastrado por ella a velocidad

creciente, sin aparente solución de continuidad. Cautivo de los beneficios, sin armas ni tiempo para entrar a valorar cómo afectan estos cambios vertiginosos a las relaciones entre las personas y la forma en que alteran el pelaje del ser humano como animal social, la única opción posible es advertir sobre el grado de dependencia de la tecnología y el riesgo potencial que esa dependencia supone.

La tecnología disponible proporciona servicios que eran impensables hace muy poco tiempo, servicios que tienden a simplificar la vida diaria y a hacerla más cómoda. Bajo esa superficie se esconden capas y capas de tecnología, estratos interdependientes, apilados unos sobre otros en un equilibrio perfecto.

En el último, a gran altura sobre la superficie de la tierra y casi siempre ajeno a lo que tiene bajo sus pies, el ser humano.

Abre el grifo y sale agua, acciona la llave y se enciende la luz, mueve el termostato y la calefacción o el aire acondicionado se pone en marcha, compra en cualquier lugar del mundo y la mercancía llega a su propia casa. Si quiere leer, escuchar música o disfrutar de una película tiene a su alcance cuantos libros se hayan escrito, cuantas canciones se hayan compuesto y toda la historia del cine. Si necesita hablar con alguien, puede comunicarse instantáneamente con cualquier persona viva y, aunque no tenga amigos, siempre quedará la voz de Alexa, o de Siri, o de quien sea. ¿Que esos no son humanos? Cada vez es más difícil notar la diferencia. Y, en breve, no solo será imposible, sino que saberlo no tendrá la menor importancia.

Al margen de todas estas consideraciones y de lo que puedan llegar a afectar a la sociedad y a los individuos que la componen, ahí está el ser humano, en la cúspide del mundo. Bajo sus pies, una estructura tan compleja e inabarcable que impide bucear en ella. A su alrededor, todo cuanto necesita, incluso lo que aún no sabe que necesita, al alcance de la mano.

En la novela *2001. A Space Odyssey*, Arthur C. Clarke escribió lo siguiente en dos ocasiones:

*“Now he was the master of the world, and he was not quite sure what to do next. But he would think of something”.*

La primera vez que escribe esa frase sirve para poner colofón al paso desde el simio hasta el humano inteligente; con la segunda, cierra el libro y certifica la evolución desde el humano de carne y hueso hacia el ser espiritual. En el mundo de hoy en día, aparentemente lejos del primer paso, quizá la sensación de poder que produce la tecnología actual pretenda emular el segundo.

A pesar de tener a nuestra disposición cuantos recursos podamos imaginar y de la sensación de poder subsecuente, no somos seres espirituales, sino que tenemos un cuerpo poco diferente del resto de los vertebrados terrestres, un cuerpo que sufriría las penurias de la caída de los sistemas que soportan esa sensación de poder.

Como si volásemos a treinta y cinco mil pies en un avión. Si los motores fallan, el avión se cae. La única diferencia es que el avión tiene tantas medidas de seguridad que este tipo de sucesos puede considerarse altamente improbable. Como antes se indicaba, todos sus sistemas están, al menos, duplicados.

¿Existe redundancia en los servicios que sostienen a nuestra sociedad, como ocurre con los sistemas que controlan los aviones?

La respuesta suele ser negativa. No hay plan B. Todo pende del fino hilo de la tecnología, y en su infalibilidad se confía para proporcionar todos los servicios.

Sí que existen —la ciudadanía no entendería que fuese de otra forma— planes de emergencia capaces de actuar ante situaciones críticas, pero todos ellos tienen la particularidad de ser soluciones extremas que implican la pérdida general de servicios y la sustitución por otros más efímeros y de una calidad mejor. Incluso, en el caso de una emergencia, se suele asumir una cantidad limitada de pérdidas —materiales y de vidas— que no supongan un colapso total de la sociedad. En la analogía con el vuelo de un avión, sería el equivalente a poner un paracaídas en cada asiento o, para ser más exacto, un número de paracaídas inferior al número de asientos. Probablemente casi nadie se subiría a una aeronave

de esas características, pero nadie duda en viajar a gran altura y a gran velocidad sobre el caballo desbocado de una sociedad dadivosa. ¿Será porque no hay otra alternativa? ¿Será porque no queda otra solución que aceptar el *statu quo* y esperar que no haya contratiempos?

Sin embargo, sí es posible incrementar la seguridad de los sistemas que soportan la sociedad sin dejar todo en manos de los sistemas de emergencia: no se trata de incrementar las dotaciones de los parques de bomberos sino de evitar que se produzcan los incendios. Y para ello, lo mejor es aplicar la misma política de diseño que la que se emplea en los aviones y otros sistemas críticos: la redundancia, es decir, garantizar que ante una situación que inutilice cualquiera de los sistemas o procesos siempre se disponga de un segundo sistema capaz de reemplazar al primero.

Se puede argumentar que esta opción resultaría mucho más cara y que, por tanto, si se quiere mantener el mismo coste, su aplicación produciría de forma inmediata una pérdida de servicios o incrementaría la carga económica para el ciudadano. Pero no tiene por qué ser necesariamente así. Bien es cierto que la duplicidad de sistemas supone incrementar el coste de infraestructuras y el consiguiente mayor esfuerzo de mantenimiento, pero también es cierto que para cubrir las eventualidades se dispone de sistemas de emergencia que normalmente están inactivos y que solo se ponen en marcha cuando las circunstancias lo requieren. Dichos sistemas de emergencia implican también un coste que debe ser tenido en cuenta, y obtener una solución equilibrada, una solución de compromiso, es la misión del gobernante como gestor de los recursos disponibles. Es el gobernante el que debe decidir entre disponer de sistemas que eviten incendios y reducir el número de los parques de bomberos, o no hacerlo y mantener el mismo tamaño del sistema de emergencia.

Incluso, aunque se decidiese aplicar la redundancia, no siempre es fácil pensar en la duplicidad. En ocasiones, tal duplicidad es imposible o casi imposible y, en consecuencia, el correcto funcionamiento queda a merced de un único sistema.

Como ya ha quedado establecido con anterioridad, la tecnología se ha ido infiltrando en la mayor parte de los sistemas que dan soporte a la sociedad y a sus ciudadanos, de modo que son muchos los ejemplos que podrían ponerse en los que un fallo podría resultar catastrófico, incluso aunque tal suceso aconteciera en bloques secundarios; sin embargo, el ejemplo que se va a citar no hace referencia a ningún sistema presente sino a uno que se

implantarán más pronto que tarde y que incidirá de forma muy significativa en el día a día de todas las personas: el dinero virtual. Se trata de una tendencia generalizada, no solo la criptomoneda, sino el camino que se está recorriendo para eliminar el dinero en metálico de todas las transacciones, hasta forzar a que todas ellas se realicen por medios electrónicos. Está claro que tiene muchas ventajas: la rapidez, la seguridad, la disponibilidad y, sobre todo, el control completo de todas las operaciones que impide (o dificulta) el uso de dinero negro. Puede ser por cualquier medio: tarjeta de crédito, monedero electrónico, cualquier aplicación sobre un móvil, algún tipo de implante u otro sistema telemático similar. Disponer de un medio de pago de ese tipo reduce la posibilidad de fraude, el riesgo de robo y fiscaliza el 100 % de las operaciones —aplauden los gestores políticos—, incluso con la capacidad de seguimiento de cada céntimo, desde el origen hasta el destino. Sería una bonita forma de bloquear el dinero negro<sup>71</sup>...

Si se recorre la línea del tiempo desde las primeras transacciones basadas en el trueque hasta el momento actual e, incluso, a ese futuro en que cualquier negocio estaría avalado únicamente por equipos informáticos o similares, se encuentran una serie de hitos significativos, como el uso de metales preciosos como referencia única, el acuñado de moneda —la imagen de un gobernante que le otorga validez y respaldo—, el uso del papel moneda, que constituía una especie de pagaré avalado por el tesoro. La tendencia generalizada ha sido la de reducir el valor real de la moneda hasta uno figurado: hace ya muchos años que el papel moneda no constituye un pagaré que permitiría su conversión a oro en cuanto su poseedor así lo solicitase. La razón es muy sencilla: no hay bastante oro para validar todo el papel moneda que circula por el mundo, de modo que su valor real depende de la credibilidad del país emisor, y esta, de los acuerdos y desacuerdos internacionales. Así pues, asumido que el valor del papel moneda no es más que un convenio que nadie está interesado en denunciar, no hay ningún problema en desposeerlo de su soporte físico —"vulgar" papel— hasta convertirlo en un número almacenado en un

---

<sup>71</sup> Probablemente una medida de este tipo provocaría la caída de la moneda que lo llevas e a efecto ya que perdería el soporte de ese dinero negro; el porcentaje de la caída sería próximo al porcentaje de dinero negro que existiese en esa moneda antes de eliminar el dinero físico. Una prueba de este efecto se produjo en los primeros pasos del Euro cuando aún no era una moneda física y, por tanto, carecía de dinero negro en esa divisa: respecto del cambio calculado con respecto al dólar (0,95 a 1,05) llegó a caer hasta el 0,8252 el 26 de octubre del 2000. Cuando apareció la moneda real (enero de 2002) empezó a subir y, pasado el primer año, ya no llegó a perder en ningún momento la paridad.

servidor y replicado en lugares muy distantes entre sí, para reducir el riesgo derivado de cualquier contingencia.

¿Cuál puede ser el problema?

Si se salva la cuestión del dinero negro —no parece un asunto muy difícil de resolver, para regocijo de la corte de gánsteres de pelaje variopinto que pululan por el orbe— y se llega a suponer un sistema de pago sin dinero en metálico, el día a día quedaría supeditado al correcto funcionamiento de los sistemas informáticos que le den soporte. Los sistemas informáticos son robustos, están bien diseñados y poseen tasas de fallo tan reducidas que se puede asumir una seguridad mucho mayor que la que supone para cualquier ciudadano salir a la calle sin temer el impacto de una teja en su cabeza. Esta última comparación, como cualquier otra similar, esconde una falacia implícita, pues compara una situación global con una personal, una que tendría trascendencia general —un fallo en los sistemas informáticos que soportarían el sistema económico de transacciones detendrían la economía mundial— con otra cuyos efectos se reducirían al interesado y a su entorno cercano, al menos, en el contexto de lo inmediato.

¿Cómo se podría producir un fallo en uno de estos sistemas?

Si se dejan al lado las incidencias catastróficas de carácter planetario, que afectarían también al resto de los estratos y de los ciudadanos de manera directa, son varios los agentes capaces de desencadenar el problema; algunos suponen acciones deliberadas encaminadas a la destrucción del sistema, como el uso de virus informáticos y de todo tipo de *malware*, o el sabotaje de equipos, tanto a nivel de *software* como de *hardware*. Un virus como el que atacó los sistemas municipales de Baltimore en el pasado 2019 e inutilizó toda la gestión económica del ayuntamiento durante semanas, produciría un efecto demoledor en un ámbito más amplio. Otras causas, por el contrario, son de carácter accidental, sean o no previsibles. Entre estas, pueden citarse las derivadas del vulcanismo puntual, las meteorológicas o las exógenas al planeta, de las cuales el ejemplo más conocido y documentado es el de las tormentas solares, cuyos efectos ya se han manifestado en repetidas ocasiones a lo largo de la historia reciente.

Un fallo producido por un accidente o por un ataque dirigido detendría el total de transacciones financieras a cargo de empresas e instituciones, lo que paralizaría la economía a nivel mundial y desataría una especie de hecatombe económica que forzaría al cierre de plantas. En un estrato más bajo, el que corresponde a la actividad diaria, los consumidores no podrían ni comprar el pan (en el supuesto de que el panadero lo pudiera producir y vender). El mundo paralizado y hambriento.

Sin un plan alternativo de compensación económica y sin disponer de un título físico que permita acreditar la existencia de fondos, la confianza sería la única moneda de cambio. El problema es que la confianza ya no viene garantizada por el perfil de un gobernante estampado sobre una moneda o sobre un trozo de papel. En un escenario económico de transacción electrónica como el que se plantea, la confianza habría dado el último paso cuando migrase a ese sistema y solo él tendría la potestad de decir quién puede gastar y cuánto puede gastar. Nadie más. Se habría quedado solo, con todo el poder y con toda la responsabilidad. Si el sistema cae, la confianza mutua —una especie de *peer-to-peer*— podría mantener las transacciones de la ciudadanía en un primer momento, pero duraría muy poco tiempo. Quizá hasta que se agotasen los bienes almacenados en proximidad o, en el peor de los casos, ni siquiera llegaría a tanto, sobre todo, si quienes poseen los bienes almacenados llegan a intuir su revaloración especulativa a corto plazo.

¿Qué ocurriría en realidad? Difícil justificar una respuesta, porque un evento de estas características pondría de manifiesto los efectos de la incertidumbre en la actuación humana con lo que, como ya se analizó previamente, las consecuencias son imprevisibles. De hecho, si la situación tiene implantación planetaria o se produce en una zona de extensión significativa, en cada lugar concreto los efectos podrían ser distintos, incluso totalmente opuestos. Así, podríamos encontrarnos con áreas perfectamente estables, donde las consecuencias no pasarían de ser una ligera molestia para una ciudadanía arrancada de su zona de confort, mientras que en otros lugares se producirían verdaderos estallidos sociales, especialmente si concurren circunstancias coadyuvantes, preexistentes o sobrevenidas.

En un escenario mixto, con focos de inestabilidad en unos lugares mientras que en otros se mantiene el equilibrio, cualquier evolución es posible, aunque la inestabilidad tiene más tendencia a la propagación. Si en este contexto se superan determinados límites y se produce la pérdida de control de los gestores (autoridades), se puede alcanzar un punto de

no retorno de consecuencias también imprevisibles. Lo inesperado de la nueva situación y las lógicas dudas acerca del futuro inmediato producirán un incremento inevitable de la incertidumbre en todos los estratos sociales; eso actúa como realimentación positiva y desataría una reacción en cadena, amplificada hasta provocar la hecatombe. En muy pocos días se retrocederían cincuenta años. Si el problema persiste más tiempo, se desataría el caos y la supervivencia de la sociedad quedaría comprometida.

¿Y si optamos por no eliminar el dinero en papel? Evidentemente, el ejemplo anterior no tendría lugar. Pero recordemos que era solo un ejemplo.

## Epílogo



Cuando el visitante se adentra en las calles de la antigua ciudad de Pompeya inicia un viaje en el tiempo que, si se abstrae del entorno turístico masificado, le permite ver y situarse en el momento de máximo esplendor de la civilización romana. Pompeya, asolada y preservada por el todopoderoso Vesubio, abierta luego en canal para el curioso, enseña con resignación y orgullo cómo eran las casas de sus habitantes en el siglo I, las suntuosas residencias de los más ricos y las humildes moradas de los más pobres. Los muros de Pompeya nos cuentan qué hacían sus moradores, cómo se divertían, dónde compraban y proporcionan un largo etcétera de respuestas a cualquier pregunta que se quiera formular o, incluso, a aquellas que el visitante sea incapaz de hacer. En definitiva, explica cómo era su vida. Si bien satisface el instinto *voyeur* de quien se asoma impune a su intimidad, los historiadores y especialistas disponen del enorme caudal de información que proporciona el hecho de que la línea del tiempo se detuviese aquel 24 de agosto del año 79.

La pérdida de Pompeya, de un elevado porcentaje de sus habitantes y de muchos de los pobladores de la Campania no puso en peligro la estabilidad ni la supervivencia de Roma, hasta el punto de que una buena parte de sus territorios nunca llegarían a saber de la catástrofe. Su vida siguió como si nada hubiera pasado, porque a ellos nada les había pasado. Incluso los propios pobladores de la zona arrasada terminaron por olvidar la ciudad sumergida bajo la ceniza; regresaron, construyeron en los alrededores y continuaron cultivando las laderas a la sombra del cono volcánico, pues lo mismo que el Vesubio mata, da la vida, el calor y los nutrientes necesarios para enriquecer el suelo y convertirlo en fértil, tanto que las tomateras proporcionan unos de los tomates más afamados del mundo, el *pomodorino del piénnolo del Vesubio*. En el fondo, un dios todopoderoso que gobierna sus dominios con ira y amor. Desde el año 79, el Vesubio rugió con fuerza más de treinta veces y la bahía de Nápoles ha asistido indiferente, otras tantas, a las veleidades magmáticas de la montaña. Tras cada erupción, los habitantes de la zona han vuelto a llenar sus faldas de vides y tomateras.

Hoy en día, más de tres millones de humanos viven a la sombra del volcán, cuya imagen perfecta y majestuosa pueden contemplar cada nuevo día, recortada contra el cielo de la Campania. Su cráter y su caldera están salpicados de instrumentos científicos que informan a cada instante de la respiración del gigante. Llegado el caso, podrían dar la voz de alarma si perciben que empieza a desperezarse. Existen planes de evacuación capaces de poner a salvo a la población y seguro que resultarán eficientes en la próxima erupción, aunque, cuando se mira el trazado de las calles de Nápoles desde la altura distante del borde del cráter, la ciudad se antoja sumisa y demasiado débil.