

# Consideraciones sobre la incertidumbre y la economía

Carles Manera

¿Cuándo se producirá la próxima crisis económica? ¿Qué actitud adoptarán los bancos centrales, en caso de que se produzca? Y los ahorradores y consumidores: ¿qué harán? ¿Qué podrán hacer los gobiernos? Estos interrogantes, de una obviedad palmaria –por tener incluso una formulación muy *naïf*– y de gran preocupación para agentes económicos y sociales, son los que se reclaman a los economistas. Más bien: se exigen respuestas a tales preguntas, de forma que se equipara el economista profesional a un gurú capaz de ser predictivo, un profeta en potencia: el poseedor de un acervo privilegiado de información –que nadie más tiene–, con el que acotar las catástrofes. Pero como afirmaba el gran científico Niels Bohr, uno de los padres de la física atómica, resulta muy difícil hacer predicciones, y más si es sobre el futuro. Y Ernst Rutherford, que realizó una primera versión de la estructura del átomo, afirmaba que, en el campo de la ciencia, todo lo que no es física es coleccionar sellos. Así que convendría que los economistas situáramos con mayor modestia nuestras capacidades, y supiéramos moderar las elucubraciones que muchas veces se nos reclaman desde las esferas políticas y los medios de comunicación. Elucubraciones que nosotros mismos acabamos por creer.

Los vaticinios que a veces se lanzan desde instituciones reputadas están más sesgados por una visión coyuntural que estructural; por una perspectiva excesivamente concreta (que es la que suele interesar), de forma que se alejan las reflexiones que puedan hablar más de tendencias económicas que de pretendidas exactitudes. Las certezas en economía no pueden aventurarse de manera estricta. Los economistas no somos físicos, que trabajan a partir de unas formulaciones empíricas que les permite intuir –e incluso acertar– lo que puede acontecer con los materiales y los problemas en los que investigan. En cualquier caso, su filosofía de la ciencia habita en territorios mucho más tangibles –o mejor aprehendidos–, y menos complicados de predecir, que las disciplinas de carácter social. Pero incluso en campos tan experimentales y materiales como la física, los principios de incertidumbre se encuentran presentes en la epistemología de la ciencia. Los modelos matemáticos aplicados en economía son de gran utilidad explicativa en muchos casos, y conforman herramientas que deben

conocerse; pero no siempre delimitan con precisión las tendencias que se aproximan. La falta de capacidad de los economistas para predecir las crisis, un fenómeno que ha sido hartamente criticado por parte de muchos colectivos, constituye una piedra de toque evidente ante la imposibilidad de “profetizar” un futuro inmediato (ya no digamos si se habla de coordenadas cronológicas más amplias).

En nuestros análisis, el factor clave, que es la población, tiene una movilidad real que está alejada completamente de los *caeteris paribus* que funcionan en buena parte de los modelos de crecimiento, ya sean macroeconómicos o en su visión microeconómica. Las personas no siempre actúan de manera racional y, por tanto, no consumen de forma invariable con la óptica del principio de utilidad, con la perspectiva de un cálculo preciso, imbuido por una información casi perfecta. Esto, que se encuentra implícito en buena parte de los modelos teóricos de crecimiento, delinea un juego de ecuaciones y de cálculos matemáticos de gran elegancia –sustentados sobre la crematística, sin referencias biofísicas–, valiosos como ejercicio, pero no necesariamente útiles –de forma perenne– para describir y, sobre todo, aventurar el devenir. Algunos autores neoclásicos apuntaron nuevos elementos; así, por ejemplo, Stanley Jevons –en sus trabajos escritos entre 1875 y 1882, a parte del libro central sobre la cuestión del carbón, en el que enfatiza la incertidumbre que implica depender de un recurso natural básico, un capital natural que se deprecia con el tiempo–, apuntaba que las fluctuaciones de la economía se debían al clima, influenciado por fenómenos astronómicos que impactaban sobre la agricultura –con la importancia de las manchas solares, en cuyo campo fueron determinantes las aportaciones del astrónomo William Herschell–.<sup>1</sup> Sin embargo, Wesley Mitchell, por su parte, señaló que no había correlación de los ciclos económicos y la producción agrícola, los precios agropecuarios y los inventarios de productos agrícolas. Pero lo importante de todo esto se centra en una consideración básica: la incertidumbre aparece, y aquí es muy útil aprender, precisamente, de los físicos, de los matemáticos o de los químicos. Por ejemplo, tanto de Edward Lorenz como de Benoît Mandelbrot e Ilya Prigogine, por citar sólo tres autores interesantes para entender esto. Y otro factor subyace en esos discursos: el principio de irreversibilidad, totalmente contrario a la visión progresiva –e

---

<sup>1</sup> En 1860, John Tyndall señaló pequeños cambios en la composición de la atmósfera, que pueden producir variaciones climáticas importantes; y, en 1896, Svante August Arrhenius demostró variaciones del CO<sub>2</sub> en función de las radiaciones solares.

intrínsecamente reversible— del proceso de crecimiento económico en los modelos convencionales.

Lorenz fue pionero en el desarrollo de la teoría del caos; su planteamiento radica en que, según las condiciones iniciales de un sistema concreto, un pequeño cambio en el mismo puede inducir a otros más radicales y extensos. Por su parte, Mandelbrot presenta casos en los que la realidad contradice las expectativas teóricas de los modelos, hasta el punto de que afirma que si en vez de economía estuviéramos hablando de astronomía, todas las teorías económicas actuales estarían desacreditadas. Los mercados son turbulentos. Si se examinan series de precios de cualquier mercado, dice Mandelbrot, aparece una regularidad fractal. Esto implica que los precios no son predecibles, es decir, son azarosos. Nadie sabe hacia dónde va a ir el mercado, y cualquiera que afirme que tiene un método para ganar en la Bolsa tiene la misma fiabilidad que un astrólogo. Los procesos económicos no necesariamente evolucionan hacia escenarios predecibles y perfectamente “modelizados”, sino hacia estados impredecibles, más cercanos a la termodinámica irreversible y a la teoría del caos de Ilya Prigogine. Para éste, los sistemas evolucionan del orden al caos, y del caos nuevamente al orden y así sucesivamente. La termodinámica prescribe que todo sistema evolucionará hacia el caos, se desorganizará y desintegrará cada vez más, a menos que reciba un aporte de energía y/o información del entorno. En esta tendencia al caos, se produce un “punto de bifurcación” —en expresión de Prigogine—, donde el sistema tiene dos posibilidades: o bien persiste en su avance de caos y retorna a un estado anterior; o, por otra parte, ocurre por azar un acontecimiento que hará que el proceso derive hacia un orden que alcance un nuevo estado de equilibrio, llamado “estructura disipativa”. En tal sentido, a fines de los años 1920 Evgeny Slutsky enfatizó una aplicación matemática a series numéricas aleatorias, que a su vez generaban otra serie numérica con pautas cíclicas. Y a partir de Slutsky, Ragnar Frisch propone que las fluctuaciones en las economías industriales se deben a shocks erráticos, que no están correlacionados entre sí. El sistema económico tiene, sin embargo, potentes interconexiones: relaciones que no siempre van en un sentido unidireccional, capaz de ser reversible. La incertidumbre se enfrenta a esos postulados más mecanicistas.

Estos científicos explican, en sus propios campos de trabajo, que las informaciones disponibles no siempre son equilibradas y, en los casos de negociaciones económicas y comerciales, esas informaciones son asimétricas, como ha demostrado Joseph Stiglitz en sus investigaciones macroeconómicas; pero esa asimetría informativa

–y, por tanto, de incentivación de conductas dispares y no siempre esperadas– es claramente observable en los trabajos disponibles en historias económicas de las empresas.

El análisis de algunos indicadores –PIB, evoluciones bursátiles–, en su trazo largo –es decir, con la profundidad de nuevo de la historia económica–, puede ser una herramienta aceptable (sigo aquí a Juan Ignacio Crespo). Así por ejemplo, tras la revisión del índice Dow Jones (creado en 1896 y que aporta más de 120 años de datos: una verdadera mina), se advierte que existen en la historia económica dos períodos que se asemejan a lo acontecido desde 2008, el estallido de la Gran Recesión:<sup>2</sup> el que va de 1901 a 1914; y el que abraza 1965-1982. No obstante, sabemos que entre 1873 y 1885 se sucedieron dos recesiones, una que duró seis años seguida de una expansión de tres, y una nueva crisis que se alargó tres años más. Igualmente, en la depresión de los años 1930 se subrayan dos recesiones: la de 1930-1933 y otra que apenas duró quince meses, entre 1937 y 1938. Es decir, la historia económica enseña que las etapas de intensas contracciones económicas se desagregan, a su vez, en fases más o menos breves, que suelen insertarse en períodos de recuperaciones también muy fluctuantes.

Concretando más en la propuesta avanzada más arriba, en esa cronología (1901-1914; 1965-1982), distante en el tiempo, se aprecian signos claros de estancamiento económico, a tenor de la evolución del Dow Jones. Se dibujan alternancias y volatilidades, sin que las curvas adopten una dirección determinada. En ambos ejemplos, los quince años tabulados en cada período ofrecen crecimientos inestables, con la existencia de, al menos, cuatro recesiones en cada caso, separadas por pocos años. Si se observa la evolución del Dow Jones entre 1966 y 1982 y se compara con la que va de 2000 a 2012, el perfil en el momento álgido de la crisis es casi idéntico; y lo mismo puede decirse de otro indicador crucial, el del beneficio empresarial. En el primer decenio y medio del siglo XX, en la fase que va de 1966 hasta 1982 y en lo que afecta a 2000-2012, el paralelismo del desarrollo bursátil permite inferir tres aspectos. Primero: puede ser previsible que, hasta 2020, vivamos todavía una recesión más. Segundo: el que esto sea así dependerá, evidentemente, de la actuación de los agentes

---

<sup>2</sup> Este apartado se sustenta a partir de los solventes fondos accesibles a través de la página web de la Asociación Española de Historia Económica, que ha consagrado diferentes secciones al análisis de las crisis. Las reflexiones deben ser tomadas con la precaución que cabe en estos casos, toda vez que se trata de ejercicios académicos que, sin embargo, tienen como fundamento esencial una poderosa batería de cifras.

económicos del presente...¡y del futuro! Pero es innegable que todo lo que se haga (o no se haga) ahora, condiciona el proceso posterior. Sabemos lo que aconteció en el pasado, con siluetas similares, y qué se decidió por parte de los poderes públicos; y eso nos permite lanzar esa hipótesis arriesgada. Pero debe verse cómo ejercerán sus funciones los responsables de los bancos centrales y de las grandes instituciones políticas, económicas y financieras. La recuperación podrá acelerarse o retrasarse en función de tales conductas: de la aplicación de diferentes políticas económicas o del mantenimiento de las existentes. Y tercero: debe anotarse, igual que aconteció en los otros períodos observados, que en el cuarto y quinto año de la crisis los beneficios empresariales se están recuperando; pero en la Gran Recesión actual el avance de la rentabilidad empresarial se está obteniendo, básicamente, gracias al control salarial y al aumento del paro (la economía turística es muestra elocuente en tal sentido).

El factor de incertidumbre va a estar presente. Ésta, la incertidumbre, no es medible –como ya señaló John Maynard Keynes–, contrariamente a lo que sucede con el riesgo, al que sí podemos darle un precio –incluso un valor–, como demuestran, por ejemplo, la consecución desde hace siglos de los cambios marítimos o más recientemente las pólizas de seguros, con primas ajustadas a unas posibles previsiones que no pueden garantizar el futuro, pero sí paliar sus consecuencias ante fenómenos inesperados. La incertidumbre, junto a componentes tipificados por la economía conductual –que han sido subrayados por Daniel Kahneman y Amos Tversky, entre otros–, cuando se detectan comportamientos irracionales e inesperados, contribuyen a justificar pautas distintas de resolución ante un mismo problema. Y aquí se mezclan los *animals spirits* en su sentido más negativo: la codicia, la incompetencia, aspectos que tienen una relación directa con ingredientes mucho más complejos (formas de ser, capacitación intelectual, educación, cultura, etc.).

En tales coordenadas, los conceptos básicos de la economía clásica son de gran utilidad para entender las crisis económicas –y la incertidumbre que generan– y, de forma particular, la Gran Recesión. A este respecto, un elemento deviene determinante: el tiempo histórico, factor que a menudo no aparece con la nitidez que corresponde en los modelos más convencionales de la economía académica. El error consiste en gran parte en desentenderse de la experiencia histórica y perder de vista una visión realista de la realidad económica y social que nos rodea. Esta visión más realista es más propia de los economistas keynesianos y de la economía heterodoxa –ecológica, social– y se encuentra confrontada a una visión más propia del pensamiento dominante en la

Academia. Este es, por ejemplo, el que ha adoptado la Eurozona a la hora de aplicar una política de austeridad, donde se siguen de forma autista las directrices de un manual de economía simplista, donde sólo consta una política monetaria restrictiva y se prioriza la lucha contra la inflación y una política fiscal basada en el equilibrio presupuestario, sin atender al objetivo del crecimiento económico y el pleno empleo. Y donde el problema sobre el crecimiento de las desigualdades sociales ni siquiera entra como uno de los temas centrales del recetario (aunque se cite de manera retórica). Es así como:

- a) Se niega el conflicto distributivo entre trabajo y capital, que se manifiesta con la determinación del salario de equilibrio en el mercado de trabajo.
- b) Se niega la existencia de crisis económicas sistémicas, en tanto y en cuanto se arguye que hay precios de equilibrio y la autorregulación de los mercados.
- c) Se niega la necesidad de que el Estado intervenga a través de la política fiscal y de las inversiones públicas, como la forma más idónea para poder salir de la crisis.

Las propuestas que emanan de este triple eje, enfocadas a la política económica, son más bien una trampa ideológica disfrazada de ciencia. La Economía Política, la que en concreto emana de los pensadores clásicos, aporta una visión más realista sobre la dinámica económica y la sociedad. Su adscripción a periodos posteriores es ilustrativa de una forma determinada de entender los procesos económicos: el acento no se pone sobre la existencia o no del equilibrio de Carl Menger y del óptimo de Vilfredo Pareto, sino en construir cuáles son los principales problemas y contradicciones que se generan en el tiempo histórico en el que se desarrolla el mundo real. Esto se acerca más a las premisas de Lorenz, Mandelbrot y Prigogine, antes mencionadas; es decir, esta “física de las ciencias sociales” que muchas veces se pregona desde el *mainstream* económico, impregnada por una visión más mecanicista de la física newtoniana, se aproxima a preceptos más vinculados a los sistemas complejos, inciertos, caóticos, convulsos, escorados hacia los fenómenos termodinámicos y las derivadas de la física cuántica. El centro del análisis económico se focaliza en el conflicto distributivo entre trabajo y capital, y a entender que el crecimiento económico y el bienestar social dependen de cómo se resuelva esta pugna distributiva, ya que el análisis económico permite captar cómo funciona una economía basada en la división del trabajo, representada como un proceso circular de producción y consumo. Y de qué manera las condiciones técnicas de producción y las sociales de distribución de la renta determinan su funcionamiento a lo largo –una vez más– del tiempo histórico. He aquí, de nuevo, el nudo gordiano: la

trayectoria histórica, la historia económica. La cadena secuencial básica de este planteamiento es la siguiente, deliberadamente sintética: la variación de la distribución de la renta, medida por la participación de los salarios en la renta nacional ( $W/Y$ ) determina la participación de los beneficios en la renta nacional ( $B/Y$ ) y de la tasa de ganancia ( $r$ ), lo que infiere la vez el comportamiento de las inversiones productivas ( $I$ ), y éstas el crecimiento de la renta ( $Y$ ). De aquí depende el crecimiento de la riqueza de las naciones.

Estas ideas fuerza tienen investigaciones empíricas detrás con variables crematísticas, es decir, no son meras propuestas teóricas edificadas sobre principios teológicos, sobre la fe ciega en unos mercados eficientes y unas reglas casi “físicas” que conceden respuestas muchas veces automáticas. E inexactas. A partir de aquí, medir la economía con otros parámetros, no necesariamente crematísticos y sí más económicos en la concepción aristotélica, es una vía metodológica que persigue no eliminar la incertidumbre –cosa imposible–, pero sí aproximarse con mayor certeza a una realidad mucho más compleja de la pretendida por la economía ortodoxa.

En efecto, en este contexto de incertidumbre, un grave problema para la economía de la globalización va a ser, a parte de la resolución de la deuda pública, la inflación o los déficits, las dificultades inherentes al propio proceso de crecimiento económico: las externalidades negativas sobre el medio ambiente, concepto tras el que se esconden las emisiones tóxicas a la atmósfera, la generación de residuos sólidos urbanos, las congestiones demográficas y el destrozo del capital natural. Desde hace años, científicos experimentales alertan en relación a estos temas. La desaparición de especies de aves y de pesqueras marítimas, la disminución de la biodiversidad y las consecuencias del dióxido de carbono sobre la atmósfera, infieren las pérdidas naturales, correlacionadas con los indicadores económicos. Las cifras son de impresión: en el siglo XX, la población humana se ha multiplicado por 4, la actividad económica por 17, el consumo de energía por 13 y la población urbana total también por 13. El Panel Internacional sobre el Cambio Climático ha emitido, en los últimos años, diferentes informes tendentes a advertir sobre los graves efectos ambientales de los modelos de crecimiento, con un hecho claro que lo sintetiza todo: el cambio del clima.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Se trata de mantener el calentamiento global por debajo de un incremento de 2 grados respecto a la economía preindustrial. La limitación está a 1,5 grados en 2020.

Desde el campo de la economía, hace ya tiempo que existen voces autorizadas que, no obstante, se han hallado muy aisladas en el *mainstream* académico. En las facultades de Economía se sigue enseñando un conjunto de argumentos, modelos, premisas y conceptos provenientes de la macroeconomía keynesiana, de la filosofía económica neoliberal y, sobre todo, de una concepción “prometeica” que ya es obsoleta: la noción que, todavía, estamos en un “mundo vacío”, tal y como ha sugerido Herman Daly. La economía se enfrenta a un escenario nuevo: de los tres factores clásicos de producción –tierra, trabajo y capital–, el más escaso es el primero, que se relaciona directamente con la naturaleza y, en especial, con los recursos no renovables. Esta idea de “mundo vacío” desconsideraba las consecuencias de la expansión de las economías: existía espacio vital, económico y natural, para remediar las externalidades. Pero ahora nos encontramos ante un “mundo lleno”, con crecimientos exponenciales de las economías de los países emergentes, persecución de un crecimiento acrítico por parte de las naciones más desarrolladas, grandes incrementos en el consumo de energía, producción masiva de residuos y de contaminación. El subsistema económico se hace cada vez más amplio, de forma que necesita más energía y más recursos para crecer, al tiempo que provoca más polución. Las fronteras de la sostenibilidad económica son superadas por los impactos ambientales de todo tipo.

Esta visión más “física” de la economía cede paso a una óptica más biológica, con los principios de la física post-newtoniana, orientados al análisis económico: cuando el planteamiento contempla, de forma indefectible, las leyes de la termodinámica y, de manera principal, su segundo principio. Esto es lo que hace ver el sistema económico como un mundo abierto e interconectado, en el que las redes factoriales suponen impactos mutuos entre elementos aparentemente dispares, y en donde el tratamiento de los productos acabados rubrica, a su vez, un problema antes no contemplado: los residuos que siempre se gestan en cualquier actividad económica.

El mecanismo “lineal” de la economía convencional (sea cual sea su corte ideológico) pretende no tener fronteras claras de sostenibilidad y adoptar el mercado como primordial institución de encuentro. También los postulados de la economía ambiental que descansa en el instrumental ortodoxo beben de ese manantial. La visión biológica y holística de la economía –la ecológica– enfatiza el carácter termodinámico de todo proceso productivo: la entrada en la producción de materias primas y energía de alto valor y la salida de mercancías de elevado precio y de residuos de bajo valor. El orden neoliberal no existe; el equilibrio, tampoco. El economista debe estudiar una



realidad cambiante y tratar de poner regularidades a movimientos espasmódicos y, en ocasiones, carentes de lógica, siguiendo aquí, una vez más, a Mandelbrot y Prigogine.

A partir de esto, una pregunta se impone, a tenor de los debates más encendidos que se están produciendo en este campo tanto en el mundo político como en el de las ciencias sociales y experimentales: ¿está cambiando el clima? Los datos disponibles indican que sí. Esta gradual transformación se relaciona de manera directa con una determinada pauta energética, la derivada de la aplicación masiva de combustibles fósiles al mundo económico. Los estudios empíricos de la utilización de la energía en la economía son de fecha reciente. Los grandes ciclos físico-químicos se desarrollan según unas modalidades y unas limitaciones temporales rígidas, que pesan mucho sobre el desarrollo de las sociedades. Las alteraciones climáticas, por ejemplo, han sido tema de diferentes investigaciones publicadas desde los años 1950. Y nos muestran una correlación muy estrecha entre la meteorología y la coyuntura económica de las sociedades agrícolas prácticamente desde el Neolítico. En este sentido, Charles Pfister puso de manifiesto la importancia de las variaciones climáticas en los precios de los cereales y, más en general, en los ciclos económicos de las sociedades preindustriales de la Europa continental.

La evolución económica de las sociedades ha planteado siempre problemas ecológicos. En estos momentos, las preocupaciones esenciales se concentran en los efectos provocados por las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, impulsadas por la acción humana sobre el medio natural. Este tema patentiza la necesidad imperiosa de comunicar el entorno físico con el económico de forma armoniosa, con el cambio climático como vértice angular. Las aportaciones sobre la cuestión basculan entre las vertientes científicas –con conclusiones recientes que resultan inquietantes– hasta previsiones más frívolas, próximas a un periodismo elemental que juega con el catastrofismo más grosero o con la despreocupación más insensata. Pero ¿qué puede pasar si, aumentando la concentración de CO<sub>2</sub>, sube todavía más la temperatura? De hecho, en épocas anteriores de la historia de la Tierra ha habido más CO<sub>2</sub> concentrado – como nos muestran los hielos polares –, de manera que sabemos que existió un clima más cálido. Lo que acontece ahora es que este aumento se produce de manera muy rápida, como consecuencia directa de la acción humana y con intensos efectos acumulativos.

Así, la evolución del clima ya no es un dato excéntrico para los economistas como lo era no hace mucho tiempo. El peligro es que toda esta nueva casuística

promueva una estrategia de imagen “verde” en administraciones y empresas, de manera que cubran de esta forma las preocupaciones formales –sin ir más allá– por la incidencia del cambio climático en la economía.<sup>4</sup> Esta cuestión ha sido apuntada por José Manuel Naredo, que ha puesto un énfasis corrector sobre las políticas a desplegar más que sobre los instrumentos de reflexión –oficinas, gabinetes– si, en definitiva, éstos últimos tienen una incidencia escasa o nula sobre el pensamiento de los agentes económicos y sociales. Es decir, sobre las cúpulas directivas que toman decisiones concretas. El tema, de gran profundidad histórica, no ha hecho más que empezar. La forma como acabe dependerá de las medidas que se adopten y que son urgentes en todos los ámbitos.

En conclusión, la incertidumbre es el gran telón de fondo que marca las decisiones de los economistas, en el momento de realizar los augurios que se les reclaman. Éstos pueden ser adornados con jergas especiales, con una fraseología de conceptos abstractos –pero huecos– que hacen oscuro el mensaje, pero que muchas veces reconfortan a quienes escuchan: básicamente, porque no lo entienden. Rebajar la soberbia de la economía es un camino que se entrecruza con otras disciplinas sociales, de las que se aprende, con las que se colabora, en las que se encuentran explicaciones no mecánicas y resolutivas. E igualmente en esa encrucijada los encuentros con los científicos experimentales deviene esencial para el economista: biólogos, físicos, químicos, matemáticos, ingenieros, constituyen aliados firmes que enriquecen las explicaciones económicas, en un universo holístico. No hacemos leyes en economía, aunque algunos de los conceptos que manejamos tengan ese nombre. No las podemos hacer, porque el comportamiento humano no es lineal ni previsible, ni las informaciones son simétricas, ni los mercados son eficientes, ni existen puntos tangibles de equilibrio que regulen de forma “justa” las negociaciones económicas. La conducta es errática y no siempre es automáticamente lógica. El economista se enfrentará a la incertidumbre con una nueva visión en la que las explicaciones no sean reduccionistas. Si, ante algo

---

<sup>4</sup> Según datos de la NASA, las partículas de dióxido de carbono oscilan desde hace 400.000 años. Suben y bajan durante los ciclos derivados de la evolución de las glaciaciones. Hace 325.000 años, el nivel era de 300 partículas por millón de dióxido de carbono; 110.000 años, 285 partículas por millón; 7.000 años, se produjo el final de la edad de hielo y la posibilidad de existencia de vida. Estos cambios climáticos obedecen a variaciones en la órbita de la Tierra: esto hacía cambiar la energía solar que recibía el planeta. Las variaciones de las partículas de CO<sub>2</sub> actualmente son las mayores detectadas por la NASA a lo largo de los últimos 400.000 años: 400 partículas por millón. Esto no ha sido producido por variaciones en la órbita de la Tierra, sino por la propia actividad del hombre, con el aumento de la polución. Toda esta información ha sido proporcionada por satélites: *Sputnik*, *Explorer*, *Asterix*, *Osumi*, *Dan Fang Hong*; y también por otros avances tecnológicos que han mejorado la medición del calentamiento global del planeta. La conclusión es clara: estamos en un efecto invernadero. El cambio climático acaba siendo un grave problema económico.

que desconocemos, se invoca a la tecnología como mantra que resolverá la cuestión incierta, la realidad que infiere este sistema complejo que es el hombre en comunidad impone la cooperación efectiva con otras ciencias y la visión humilde de que un mayor compendio de conocimientos y técnicas, procedentes de distintos campos, va a ofrecer respuestas más razonables.<sup>5</sup> Y a marcar tendencias, más que conclusiones rígidas. Porque el comportamiento humano no puede asimilarse a la mezcla de partículas, a partir de la cual surge, indefectiblemente, un nuevo producto; y eso siempre, en cualquier lugar y situación. Esto son las leyes físicas, muy distintas –pero de cuya filosofía podemos aprender mucho– de las pautas conductuales de productores y consumidores, más imprevisibles, menos mecánicos, más libres. Afortunadamente.

---

<sup>5</sup> Recientes estudios, que provienen de diferentes instituciones, son de gran utilidad en este sentido, con resultados muy ilustrativos: *British Petroleum*, 2016: China es el primer emisor mundial de CO<sub>2</sub>: 41 millones de toneladas. La empezó a reducir en 2012; *World Resources Institute*, 2016: del total de emisiones de CO<sub>2</sub>, la energía generó el 27%, la industria el 26%, los hogares el 19%, la agricultura el 12%, los transportes el 11% y los servicios el 5%; *Nature Climate Change*, 2017: 90% de probabilidades de que a fines del siglo XXI la temperatura media haya aumentado entre 2 y 4,9 grados (media de 3,2 grados). Dargan Friedson, autor de este estudio, indica que si no se cumplen los Acuerdos de París (1,5 grados), se puede llegar a una catástrofe. *Nature Geoscience*, 2017: Richard Millar, su autor, manifiesta que a partir de 2035 se puede alcanzar el objetivo de reducción de 1,5 grados, y mantenerlo hasta 2100.