ANTONIO TURIEL

Petrocalipsis

Crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar

ALFABETŌ

Antonio Turiel

PETROCALIPSIS

Crisis energética global
y cómo (no) la vamos a solucionar

ALFABETŌ

Primera edición en esta colección:
septiembre de 2020

© Antonio Turiel, 2020

© de la presente edición: Alfabeto Editorial, 2020

Alfabeto Editorial S.L.
C/ Téllez, 22 Local C
28007 - Madrid
Tel. +34 910 687 252
www.editorialalfabeto.com

ISBN: 978-84-17951-11-5

Ilustración de portada: Alba Ibarz
Diseño de colección y de cubierta: Ariadna Oliver
Diseño de interiores y fotocomposición: Grafime

Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos. Si necesita fotocopiar o reproducir algún fragmento de esta obra, diríjase al editor o a CEDRO (**www.cedro.org**).

En honor a mi pasado, Agustín y Carmen.
En reconocimiento de mi presente, Montse.
Por la esperanza de mi futuro, Alba y David.

ÍNDICE

Prólogo

1. Por qué no sabemos cómo dejar el petróleo
2. Por qué no podremos seguir utilizando el petróleo
3. Por qué no nos salvará la fractura hidráulica
4. Por qué no llegaremos lejos con los petróleos extrapesados
5. Por qué no obtendremos mucho petróleo ni del océano profundo ni del Ártico
6. Por qué no sirven los biocombustibles
7. Por qué no podemos pasarnos al gas natural
8. Por qué no será el carbón quien resuelva el problema
9. Por qué no encontraremos la solución en la energía nuclear
10. Por qué no crecerá más la energía hidroeléctrica
11. Por qué no todo se puede alimentar con energía eólica
12. Por qué no instalaremos millones de paneles solares
13. Por qué no podremos mantenernos solo con energías renovables
14. Por qué no funcionan el ahorro y la eficiencia
15. Por qué no existe un motor de agua
16. Por qué no hay energías libres

17. Por qué no vamos a tener un coche eléctrico
18. Por qué no es posible ignorar el daño que causamos al medioambiente
19. Por qué no volveremos a tener el clima de otro tiempo
20. Por qué no saldremos nunca de esta crisis
21. Por qué la crisis de la covid-19 ha acelerado nuestro descenso
22. Qué es lo que realmente hace falta cambiar
23. Por qué sí

Bibliografía

PRÓLOGO*

Los últimos años del siglo XX vieron la explosión del *pensamiento positivo*. «Piensa en positivo», decían, y de esa manera todos tus problemas se solucionarán. Se podían exponer los problemas, sí, pero siempre se tenía que ofrecer al final una solución, un soplo de optimismo. Si el lector es de los que piensan que todos los problemas tienen solución, este *no* es su libro, así que puede dejar de leerlo ya. Gracias, de todos modos, por haberlo abierto.

Porque este es, sin duda, el libro del «no»; tanto es así que, de hecho, *no* es la palabra que más se repite en él. Y no aparece tanto para molestar al lector ni porque yo sea un cenizo o un amargado. En absoluto. La repito para dejar claro que muchas de las cosas que estamos haciendo ahora mismo *no* representan la solución a nuestros problemas ni, previsiblemente, lo harán nunca. La repito para intentar desmontar un entramado de ideas preconcebidas que hace ya tiempo que se ha demostrado que son falsas, pero que —a pesar de ello— sigue configurando los debates de hoy en día, al igual que lo hacía diez, veinte, treinta o cuarenta años atrás. Y me intereso por estas cuestiones porque son capitales para entender qué es lo que nos está pasando.

Jamás saldremos de esta crisis. No, al menos, dentro del esquema económico y social del que nos hemos dotado. No crea el lector que se trata de una afirmación gratuita. En realidad, hace mucho tiempo que se sabe que iba a pasar esto; lo que ocurre es que no queríamos cambiar y por eso no lo hemos hecho. Pero ahora ya no se puede esperar más: hemos llegado a ese día en que las consecuencias de nuestros actos se han vuelto concluyentes.

Pero, veamos, ¿quién soy yo para decir que no vamos a salir *nunca* de esta crisis? Bueno, soy un científico. Pero no un economista, sino un físico y matemático. ¿Y qué puede saber un físico de economía? En realidad, no demasiado: más bien algunas cuestiones básicas de las que me considero autodidacta. Y, entonces, ¿cómo puedo afirmar tan rotundamente que no saldremos jamás de esta crisis? Porque cuanto impide la salida de esta crisis constituyen razones físicas, a saber: es físicamente imposible volver a crecer desde una perspectiva económica, y no solo eso, sino que incluso estamos condenados a decrecer. Dicho de otro modo: lo establecen las leyes de la física. No sé dónde acabaremos exactamente, pero sí que sé con certeza dónde **no** terminaremos.

Un economista con formación clásica rechazará la noción de que el mundo real pueda imponer límites físicos al mundo económico; la idea le parecerá tosca, grosera, ingenua (por ejemplo, Paul Krugman decía algo así en un artículo titulado «Errores y emisiones»). Lamentablemente, un estudio detallado de la realidad económica del mundo y

de su evolución muestra que la economía se asienta sobre una realidad *física* y que, por tanto, se halla sometida a los límites del propio planeta. Que no es un ente inmaterial, sino que posee una «entidad física», por ello está sometida, como todos nosotros, a los dictados de la mecánica y de la termodinámica. Por fortuna, muchas escuelas económicas de nuevo cuño, tales como la economía ecológica o la economía del estado estacionario (escuela económica que postula un sistema sin crecimiento), hace tiempo que incorporan esta realidad para llevar a cabo un nuevo diseño de la economía en la que esta sea un subconjunto del mundo natural, como siempre lo fue. Desafortunadamente, son escuelas minoritarias a las que todavía no se les hace mucho caso.

No es tan difícil desmontar la gran falacia del pensamiento positivo y de que todo problema tenga solución. Le voy a plantear al paciente lector un sencillo problema de matemáticas que suelo usar cuando doy charlas en institutos para explicar que no todos los problemas tienen solución: trate de encontrar dos números pares cuya suma sea igual a cinco. ¿Se le ocurre la solución? En efecto, ese problema no tiene solución: la suma de dos pares ha de ser par, y cinco es impar. ¿Se dan cuenta? Hay problemas sin solución. De los problemas que no tienen solución decimos que están mal planteados.

Por supuesto que ese ejemplo aritmético del problema sin solución resulta una banalidad desconectada del mundo real, pensará tal vez el lector. Planteemos, pues, otro

problema: trate esta vez de hallar un sistema económico que sea capaz de crecer infinitamente en un planeta finito. No estamos hablando ahora de entes abstractos, sino de un sistema económico con «entidad física», como todos los que ha conocido hasta la fecha nuestro planeta, como lo es el actual y deben serlo —ya lo mostraremos en el capítulo correspondiente— todos los sistemas económicos de este mundo. ¿Tiene ya la solución? No, no la tiene porque el problema está mal planteado, su enunciado implica su propia imposibilidad. Como tampoco la tienen los economistas que ahora mismo están asesorando al actual Gobierno de España o al de otros países en materia económica. Y, sin embargo, nuestro sistema económico necesita el crecimiento para funcionar, ya es sabido: si el PIB no crece un 2 % anual, el paro no bajará ni los bancos darán crédito, como tampoco invertirán las empresas. Vamos de un ciclo recesivo al siguiente, con pequeños períodos intercalados de calma, en una crisis que comenzó en 2007 y que no va a acabar nunca. Porque, cada vez que empecemos a remontar, chocaremos contra un muro invisible, un techo de cristal que nadie ve, pero que, llegado el momento, nos asestará un golpe en la cabeza que nos hará recular. Para empeorarlo, ese techo de cristal está descendiendo a su vez, de modo que, aun cuando queramos subir, en realidad cada vez estamos más abajo.

El mencionado techo de cristal, en verdad, está hecho de energía, lo que equivale a decir que está compuesto principalmente de petróleo. Veamos: sin energía no hay

actividad económica, sin energía no se mueven los camiones ni las excavadoras o los tractores, por no hablar de los coches. No hay plásticos ni fertilizantes ni depuración de aguas ni servicios sanitarios. Sin energía nada funciona. Pero resulta que ese techo está compuesto también de otras cosas: de contaminación y de problemas financieros y sociales. Yo no soy un experto en todas esas capas del techo que se nos está cayendo encima, pero conozco bastante bien el componente energético y medianamente bien el ambiental. Lo que yo le propongo en estas páginas, en suma, es que venga conmigo y deje que le explique por qué resulta imposible, a estas alturas, seguir como estábamos simplemente analizando esas dos capas: la energética y la ambiental. Con el objetivo de que entienda por fin por qué desconozco hacia dónde vamos exactamente, pero sé, en cambio, con exactitud adónde no vamos.

Cuando acabemos este viaje, el lector entenderá como yo que nuestro verdadero problema consiste en que el problema no se halla bien planteado: pretendemos hacer lo imposible y, lógicamente, nos estrellamos una y otra vez. Pero nos hemos dicho tantas mentiras, hemos creado tantas expectativas infundadas, que el primer paso para replantear de nuevo la situación (los objetivos alcanzables por nuestra sociedad) supone demostrar, de una vez por todas, que el problema está mal planteado. Por eso era necesario este libro, en el que se nos dice por fin a las claras: ¡no, no y mil veces no! a tantos cuentos de hadas

con los que hemos adormecido nuestras conciencias. Usemos la luz de la razón y despejemos las sombras, y, una vez que sepamos adónde no debemos dirigirnos, comencemos a iluminar el camino para saber cuál es el mejor destino posible de entre los lugares a los que nos gustaría ir.

Yo no me hago muchas ilusiones con este libro. No es esta la primera vez que alguien del mundo académico intenta alertar del disparate que, sin embargo, es la única directriz válida para nuestros gobiernos y que corre el riesgo de arrastrarnos al abismo (como evidencia, la lacra del paro y el subempleo). Sé que algunos adeptos a la ideología del crecimiento, que son muchos y tienen acceso a los grandes medios de comunicación, tomarán tal o cual dato de este libro, lo retorcerán, lo sacarán de contexto y dirán algo así como que digo cosas que en realidad no aparecen en este libro. Se ha hecho antes y se volverá a hacer ahora. La principal diferencia entre el presente y el pasado es que ahora mismo se nos están acumulando tantos problemas y de tal gravedad, que perder el tiempo en discusiones espurias puede ser fatal para la continuidad de nuestro orden social.

Mientras iba escribiendo el libro, he ido muchas veces hacia delante y hacia atrás, reescribiendo trozos e insertando discusiones nuevas en lugares por los que ya había pasado. He hecho un gran esfuerzo por darle a este libro no solo un formato coherente, sino por intentar que, al mismo tiempo, sea algo digerible. Pero lo más importante

ha sido hacer comprensibles las razones por las que la mayoría de las cosas que se están proponiendo en el debate público *no* se puede hacer, y eso sin perderme en la enorme cantidad de tecnicismos que obviamente presenta un tema tan complejo como este, que abarca ramas de la geología, la física y la ingeniería. Así pues, he evitado tanto como he podido referirme a cantidades absolutas y he preferido poner cada fuente en relación con las demás, de modo que se vea con mayor claridad la importancia relativa de cada una. También, cuando presento las dificultades y las limitaciones que posee cada solución tecnológica, he preferido evitar las explicaciones técnicamente más farragosas en favor del empleo de términos sencillos y comprensibles para abordar los problemas fundamentales. Por tanto, que nadie busque en este libro una gran profusión de datos o discusiones minuciosas sobre procesos fisicoquímicos o procedimientos de ingeniería o incluso estimaciones de reservas probadas o probables. Para poder discutir todas las cuestiones a las que se aluden en estas páginas de manera exhaustiva haría falta escribir una auténtica enciclopedia y no menos de una veintena de autores, y el resultado sería una obra adecuada solo para su consulta por especialistas. No es lo que se pretende aquí y ahora, sino, muy al contrario, enviar un mensaje a la sociedad y explicarle con argumentos sencillos pero bien fundados que estamos perdiendo completamente la perspectiva al concederle una orientación del todo equivocada a nuestros problemas, que estamos errando el

camino mientras nos perdemos y no avanzamos en la dirección debida. En suma, hacer entender *por qué no* va a pasar nada de lo que se dice y por qué, si no lo entendemos, podemos acabar en un desastre completo. Un desastre cuyo primer síntoma es la misma escasez del petróleo; de ahí el nombre de *petrocalipsis*.

Que haya desplegado un gran esfuerzo por hacer mis argumentos más divulgativos no quiere decir que mis aseveraciones estén exentas de rigor; justamente al contrario, al simplificar los argumentos, he tenido que ser más cuidadoso y preciso para evitar caer en afirmaciones erróneas, lo cual ha supuesto que me haya centrado en aquellos aspectos que verdaderamente determinan la imposibilidad, en ese *por qué no* que se repite machaconamente capítulo tras capítulo. A pesar de toda la rebaja de tecnicismos y del esfuerzo por acercar las cuestiones más candentes al lector general, seguramente para alguno de mis lectores el grado de detalle que va a encontrarse en estas páginas sea aún excesivo. A estos lectores les pido su benevolencia: piensen en todas las tablas, gráficos y ecuaciones que he omitido en favor del argumento. Por otro lado, algunos lectores con mayor formación pueden encontrar discutibles los datos clave que ofrezco porque contradicen cosas que conocen. A estos les pido cierta dosis de paciencia y que no desdeñen al primer vistazo alguna posible contradicción que encuentren: piensen que he revisado cada dato y afirmación, y que quizá la diferencia entre lo que yo digo y lo que ellos sepan

guarde relación con ciertas palabras clave (como la diferencia entre la energía primaria y la energía final). Aparte de eso, por supuesto algunos datos presentan cierto margen de incertidumbre, a veces considerable. En caso de que mis datos sean opinables y revisables, leámoslos, contrastémoslos y revisémoslos. Ciertamente, yo no estoy en posesión de la verdad y puedo equivocarme en alguna medida: discutamos el asunto entonces. Abramos de una vez un debate que lleva demasiado tiempo aparcado, demasiado tiempo ignorado. Pero eso sí: hagámoslo ya, porque el tiempo para reaccionar se nos está acabando.

1
POR QUÉ NO SABEMOS CÓMO DEJAR EL PETRÓLEO

Es conocido por todos que el empleo de petróleo perjudica el medioambiente. No en vano, nuestro consumo de petróleo libera grandes cantidades de dióxido de carbono que contribuyen al cambio climático, junto con otros gases contaminantes que provocan enfermedades respiratorias. Además, la extracción de petróleo puede contaminar el agua y la tierra de las zonas que lo albergan. Pero no podemos dejar de usarlo. De hecho, no sabemos cómo dejar de usarlo. ¿A qué es debido? ¿Qué tiene el petróleo que lo haga tan apetecible e irremplazable?

El petróleo es un combustible fósil. Más en concreto, es lo que técnicamente se conoce como un hidrocarburo líquido de origen fósil. Eso quiere decir que constituye una mezcla de moléculas en las que abundan los átomos de carbono y de hidrógeno, formadas por la descomposición y la transformación de materia orgánica enterrada profundamente durante millones de años. El petróleo, como el resto de los combustibles, contiene mucha energía en

poco volumen: es una sustancia energéticamente densa. Y eso es lo que lo vuelve tan interesante. Y tan necesario.

En efecto: un litro de petróleo contiene aproximadamente treinta millones de julios de energía. Al profano le parece complicado decir si eso es mucho o poco, porque no resulta fácil intuir lo que supone un julio (unidad de energía en el sistema internacional). Hay una comparación útil que permite expresar la energía en términos mucho más comprensibles: expresar la cantidad de energía en horas de trabajo físico de un hombre. En término medio, un adulto en buena forma física puede desarrollar una potencia muscular (energía producida por cada unidad de tiempo) de unos cien vatios durante un período más o menos prolongado (de unas ocho horas al día). Como el vatio equivale al consumo de un julio por segundo, los cien vatios de potencia muscular del trabajador promedio representan que produce una energía de cien julios por segundo o, si quieren, de seis mil julios por minuto o de trescientos sesenta mil julios por hora. Teniendo eso en cuenta, los treinta millones de julios de energía contenidos en un litro de petróleo equivaldrían al trabajo físico humano desplegado por nuestro trabajador durante ochenta y tres intensas horas de esfuerzo. Eso serían casi tres días y medio sin parar o bien, si lo expresamos en agotadoras jornadas de ocho horas diarias, poco más que diez días de trabajo. Eso por lo que se refiere al petróleo sin refinar; si hablamos de gasolina o de diésel, su contenido energético es hasta un 30 % mayor.

Gracias a esa densidad energética sin igual, es posible mover máquinas muy pesadas con una autonomía de muchas horas o de centenares de kilómetros usando un depósito de combustible increíblemente pequeño. Piensen por un momento en su coche: con solo un depósito de cuarenta o cincuenta litros, ¿cuántos cientos de kilómetros son capaces de recorrer? Algunos coches, con una conducción apropiada, pueden llegar a recorrer hasta mil kilómetros a una velocidad realmente sorprendente, por encima de los cien kilómetros por hora. Un simple litro de gasolina es capaz de permitir que un coche avance entre quince y veinte kilómetros. ¿Cuánto tiempo creen que les llevaría empujar ese mismo coche, con su tonelada larga de peso, usando solo sus manos, hasta que recorriera esos quince o veinte kilómetros? A pesar de que el motor de combustión de los coches modernos solo aproveche un 25 % de toda la energía del combustible, aun así, y gracias a la enorme densidad energética del petróleo, podemos hacer cosas que a nuestros bisabuelos les parecerían increíbles.

El petróleo, hoy en día, viene a ser la savia de la economía mundial. *Petróleo* quiere decir «transporte»: aun cuando no todo el petróleo se use en el transporte, la mayoría del transporte se basa en el petróleo. Comenzando por el transporte personal y cotidiano (coches y motos), siguiendo por el de mercancías (furgonetas, camiones y barcos) y acabando por los medios de transporte rápidos de larga distancia (aviones), el petróleo permite mantener en

marcha el transporte mundial. Gracias a la abundancia del petróleo barato que ha caracterizado las últimas décadas, el sistema de transporte mundial se ha expandido hasta alcanzar el gigantismo actual, lo que ha hecho posible el sueño de la globalización. Hoy en día, se fabrica en masa en China para que los bienes producidos sean transportados en contenedores a bordo de grandes cargueros que cruzan los mares del mundo. En la actualidad, cada familia occidental suele tener al menos un coche, y eso ha conseguido que la fabricación de automóviles sea la principal manufactura en los países desarrollados y uno de los grandes generadores de empleo y de actividad económica. Y no solo eso: el petróleo también se usa para mantener en marcha maquinaria fundamental, desde las grúas y excavadoras que usamos para construir, mantener y reparar nuestras infraestructuras hasta los tractores y cosechadoras que garantizan la producción masiva de alimentos (y eso sin hablar de los usos químicos del petróleo: plásticos, reactivos, alquitranes, parafinas...).

Hemos creado un enorme monstruo que se alimenta de petróleo. Un gigante que mantiene en marcha la economía y nos proporciona empleos, seguridad, alimentos... La tercera parte de la energía que se consume hoy en día en el mundo proviene del petróleo, lo cual lo convierte en la fuente de energía más importante de todas las que usamos. Queremos prescindir del petróleo porque sabemos que no

es bueno para el medioambiente, pero no podemos dejar de usarlo de forma repentina.

A principios de la década de 1970 descubrimos hasta qué punto dependíamos del petróleo cuando los países árabes, como represalia por nuestro apoyo a Israel, sometieron a Occidente a un embargo que duró meses, pero cuyas consecuencias económicas se dejaron sentir hasta mediados de la década de 1980. Fue una crisis económica muy seria en un mundo que aún no conocía la globalización y que consumía la mitad del petróleo que consume hoy en día.

En 2008 el precio del barril de petróleo se disparó, y en julio de ese año llegó a rozar los ciento cincuenta dólares. Dos meses más tarde, las autoridades federales de los Estados Unidos decidieron no rescatar Lehman Brothers, que con su quiebra desencadenó la crisis económica más profunda de las últimas décadas hasta la llegada de la covid-19. Y, aunque el desmán de las hipotecas basura fuera la leña apilada que necesitó la crisis para arder durante años, los altos precios del petróleo vinieron a ser la chispa que desencadenó el incendio, porque a esos precios de nuestro más vital combustible la mayoría de las actividades económicas simplemente no eran viables.

Necesitamos dejar el petróleo, pero, como muestran los ejemplos de 1973 y de 2008, no podemos prescindir de él de golpe.

Lo sensato sería ir adoptando un plan para el abandono progresivo del petróleo, pero, como el petróleo es tan

versátil, tan fácil de transportar, tan energético…, cuesta mucho prescindir de ese líquido con propiedades casi mágicas. Y, como de momento tampoco existen alternativas energéticas que sean, cuando menos, tan útiles y baratas, en la práctica no se están llevando a cabo verdaderos cambios. Porque no es rentable, no es económico y porque, en el fondo, no creemos que sea tan necesario.

Sin embargo, en noviembre de 2018 comenzó a sonar, con fuerza, una alarma. Se ciñe un nuevo peligro en el horizonte, uno del cual los investigadores en recursos naturales llevan años alertando. Una amenaza que los representantes políticos y los grandes actores económicos, pese a conocerla desde hace tiempo, han preferido ignorar tanto como han podido porque plantea un problema urgente para el cual no disponemos de una solución sencilla. Es el que supone la llegada del llamado *peak oil*, o «cénit de producción del petróleo», al que dedicaremos el siguiente capítulo. Un problema tan grave que nos va a obligar a prescindir del petróleo aunque nosotros no queramos. En realidad, el petróleo nos va a abandonar mucho antes de que nosotros renunciemos a él.