


"SMITH, UNA ESTRELLA EMERGENTE Y CARISMÁTICA, EXPLICA  
CON PASIÓN LOS GRANDES RETOS QUE EL MUNDO DEBE AFRONTAR."

JARED DIAMOND, AUTOR DE *ARMAS, GÉRMENES Y ACERO*

# EL MUNDO EN 2050



LAS CUATRO FUERZAS QUE  
DETERMINARÁN EL FUTURO  
DE LA CIVILIZACIÓN.

---

LAURENCE C. SMITH

"SMITH, UNA ESTRELLA EMERGENTE Y CARISMÁTICA, EXPLICA  
CON PASIÓN LOS GRANDES RETOS QUE EL MUNDO DEBE AFRONTAR."  
JARED DIAMOND, AUTOR DE *ARMAS, GÉRMENES Y ACERO*

# EL MUNDO EN 2050

LAS CUATRO FUERZAS QUE  
DETERMINARÁN EL FUTURO  
DE LA CIVILIZACIÓN.

---

LAURENCE C. SMITH

**El mundo en 2050**  
**Laurence C. Smith**

Traducción de  
Juan Pedro Campos, por la traducción

**DEBATE**

[www.megustaleer.com](http://www.megustaleer.com)

*Para mi brillante y hermosa Abbie,  
que es parte de esta historia*

# EL CERCO DEL NORTE

-  Población
-  Permafrost
-  Petróleo y gas posibles





# EL CERCO DEL NORTE

-  Población
-  Permafrost
-  Petróleo y gas posibles







## Prólogo

### En vuelo hacia Fort McMurray

Apretaba la cara contra el cristal de una ventanilla de atrás de un Boeing 747. Era un vuelo directo de Edmonton a una nueva y floreciente ciudad petrolífera, Fort McMurray, en Alberta, en la ancha franja de bosques boreales que circunda el planeta a través de Alaska, Canadá, Escandinavia y Rusia. Abajo, el panorama iba mutando: el hormigón urbano se convertía en amarillos campos de colza, y estos, poco a poco, en una densa, mullida alfombra de bosques perennes en los que se engastaban turberas. El bosque estaba cruzado por carreteras aquí y allá y salpicado de claros; pero a cada minuto que pasaba la soledad era mayor. En menos de una hora, la transformación, de metrópoli urbana en campo cultivado, de campo cultivado en naturaleza salvaje, era completa.

De pronto, el bosque se esfumó. En su lugar aparecieron las espléndidas casas de la más nueva de las zonas residenciales de Fort McMurray. Las recién trazadas líneas de referencia de los agrimensores se internaban en el bosque en todas las direcciones. Las excavadoras y las cuadrillas de obreros se atareaban en firmes de carretera y parcelas en construcción. Estaban imprimiendo en el paisaje una especie de plan maestro para los cientos de casas que se iban a edificar. No es de extrañar. El precio medio de una casa en Fort McMurray había subido hasta los 442.000 dólares, cien mil y pico más que en la ciudad donde vivo, Los Ángeles.<sup>1</sup> La brusca transformación que estaba sucediendo bajo mi ventanilla era solo una de las muchas que vería en los quince meses siguientes.

No era mi primer viaje al Norte. Llevaba ya catorce años investigando lugares fríos y remotos. Primero fue para una tesis doctoral sobre el río Iskut, torrente pedregoso que se abre paso por un remoto rincón de la Columbia Británica. Algo había en la crudeza del paraje, en la sensación de peligro y frontera, que me enganchó con fuerza. Ver las huellas recientes de un oso pardo, marcadas solo unos minutos antes de que yo dejase las mías, me resultó escalofriante.

Terminé mis estudios de doctorado, me convertí en profesor de geografía de la UCLA (la Universidad de California en Los Ángeles) y emprendí una larga serie de proyectos de investigación en Alaska, Canadá, Islandia y Rusia.

Me había especializado en las consecuencias geofísicas del cambio climático. Sobre el terreno medía caudales, estudiaba la topografía del borde de los glaciares, tomaba muestras del suelo, entre otras cosas. De vuelta a Los Ángeles seguía investigando en mi despacho; extraía números de los datos obtenidos por los satélites como si fueran pequeños pólipos digitales. Pero todo ello

cambiaría en 2006. El vuelo a Fort McMurray fue el principio de mi empeño por conocer más a fondo otros fenómenos que se están desarrollando ahora mismo en el cuarto norte de nuestro planeta, por saber cómo encajan con fuerzas globales aún mayores que reverberan por el mundo entendido como un todo.

Gracias a mis investigaciones científicas sabía que en el Norte había empezado un calentamiento climático amplificado, pero ¿qué consecuencias podría tener para las gentes y los ecosistemas de la región? ¿Cómo afectará a sus tendencias políticas y demográficas hoy en marcha, o a los vastos depósitos de combustible fósil que se cree que existen bajo el fondo de sus mares? ¿Cómo lo transformarán fuerzas aún mayores que se van intensificando alrededor del mundo? Y si, como indican muchos modelos climáticos, nuestro planeta se convierte en un planeta de mortíferas olas de calor, lluvias escasas y tierras de labor reseca, ¿sería posible que surgiesen nuevas sociedades humanas en lugares donde hoy no resulta apetecible asentarse? ¿Verá el siglo XXI el declive del sudoeste de Estados Unidos y del Mediterráneo europeo, y el ascenso del norte de Estados Unidos, Canadá, Escandinavia y Rusia? Cuanto más miraba, más iba viendo que esa región geográfica septentrional va a tener una gran importancia en el futuro de todos.

Estaba a punto de quemar casi dos años de mi vida yendo a sitios de los que habrá oído hablar —Toronto, Helsinki, Cedar Rapids— y algunos que seguramente no le sonarán: High Level, Tromsø y las islas Belcher. Estaba a punto de volar en helicópteros y aviones, de alquilar coches, de viajar en autocares y trenes, de vivir en un barco. Mi objetivo era ver con mis propios ojos qué pasaba en esos lugares y preguntar, a científicos, a dueños de negocios, a políticos, a vecinos comunes que viven y trabajan allí, qué veían ellos y adónde creían que se encaminaban las cosas. Tras estudiarlo durante años estaba a punto de descubrir el Norte y la importancia que, en un sentido más amplio, tendrá para nuestro futuro.

## El peludo trofeo de Martell

*Predecir es muy difícil. Sobre todo el futuro.*

Niels Bohr (1885-1962)

*El futuro está aquí, solo que todavía mal repartido.*

William Gibson (1948-)

Jim Martell, un empresario de Glens Ferry, Idaho, de sesenta y cinco años de edad, disparó un frío día de abril de 2006 a un extraño animal y lo mató. Acompañado por el guía Roger Kuptana, corrió, el rifle bien seguro en sus manos, a donde yacía desplomado sobre la nieve. Vestían gruesas parkas para protegerse del viento gélido. Estaban en la isla de Banks, bien arriba en el Ártico canadiense, a 4.000 kilómetros de la frontera de Estados Unidos.

Martell era un ávido practicante de la caza mayor; había pagado 45.000 dólares por el derecho de cobrarse un *Ursus maritimus*, un oso polar. Pocos trofeos más preciados había en su deporte. Kuptana era un rastreador y guía inuit; vivía en un pueblo cercano, Sachs Harbor. La caza de osos polares es legal en Canadá, si bien está regulada estrictamente; la carísima licencia y las tarifas que cobran los guías proporcionan buenos ingresos a Sachs Harbor y a otras poblaciones inuit. Martell tenía permiso para abatir un oso polar, solo uno. Pero lo que yacía sangrando en la nieve no era un oso polar.

A primera vista se parecía mucho a un oso polar, pequeño, eso sí. Medía algo más de dos metros de largo; estaba cubierto por un pelo de un blanco cremoso. Sin embargo, el lomo, las zarpas y el morro tenían manchas pardas. Le rodeaban los ojos cercos negros, como los de los pandas. La cara estaba aplanada y el lomo arqueado, con joroba; las garras eran largas. Tenía muchas de las características del *Ursus arctos horribilis*, el oso pardo «entrecano» de Norteamérica, el grizzly.

El oso de Martell produjo sensación en todo el mundo. Funcionarios canadienses de protección de la vida salvaje recogieron el cuerpo y remitieron muestras de ADN a un laboratorio de genética para saber qué era. Las pruebas confirmaron que se trataba de un cruce de grizzly y osa polar.<sup>1</sup> Era la primera copulación en condiciones naturales entre osos pardos y polares de que hubiese constancia. En las noticias se habló de la aparición de un «híbrido peludo»<sup>2</sup> y la blogosfera hirvió con manifestaciones de asombro y nombres propuestos —¿pizzly?, ¿grizzlar?, ¿oso grolar?—, o de indignación por que se hubiese matado de un tiro al único espécimen

conocido. La página web «salvad al pizzly» vendía camisetas, tazas de café y muñecos de trapo. Martell recibió críticas airadas; replicó que si no hubiese tenido tan buena puntería el mundo no se habría enterado de que existía tal ser, se llamara como se llamara.

Para que ese singular encuentro amoroso hubiera podido siquiera ocurrir, un oso pardo tuvo que vagar muy al norte, hasta internarse en el territorio de los osos polares, un fenómeno hasta entonces raro que ahora los biólogos van viendo más a menudo. Los periodistas corrieron a establecer una relación con el cambio climático: ¿no sería, se preguntaban, un anticipo de la respuesta de la naturaleza al cambio climático? Pero científicos como Ian Stirling, destacado biólogo especializado en los osos polares, tenían razones justificadas para resistirse a sacar grandes conclusiones de lo que, al fin y al cabo, era un hecho aislado. Eso cambió en 2010, cuando se mató a un segundo espécimen. Las pruebas confirmaron que descendía de una madre híbrida; en otras palabras, *se están reproduciendo*.<sup>3</sup> Las décadas venideras dirán si el oso de Martell, ahora disecado y enseñando los dientes en la sala de estar de su cazador, es precisamente el último indicador biológico, entre otros muchos, de que algo importante le está pasando a nuestro planeta.

Si disfruta contemplando la vida salvaje por sus alrededores quizá haya notado algo. Por todo el mundo hay animales, plantas, peces e insectos que se van desplazando a latitudes y elevaciones mayores. Se trate de los cercopoideos de California o de las mariposas de España y los árboles de Nueva Zelanda, hay una pauta general que los biólogos han descubierto. En 2003, un inventario mundial de este fenómeno estableció que plantas y animales están desplazando las zonas en que viven en una media por decenio de seis kilómetros hacia el norte y de seis metros hacia mayores elevaciones. A lo largo de los últimos treinta años, los ciclos fenológicos —el ritmo anual del florecimiento de las flores, las migraciones de los pájaros, el nacimiento de las crías, etc.— se han ido adelantando en primavera más de cuatro días por decenio.<sup>4</sup>

Quizá estos números no le parezcan grandes, pero deberían parecérselo. Imagínese que su césped se fuera apartando de su casa con rumbo norte a una velocidad de 1,67 metros al día. O que su cumpleaños llegase diez horas antes cada año. A esa velocidad se están produciendo los desplazamientos biológicos. Las formas de vida están migrando, y justo al otro lado de su ventana.

La historia del pizzly de 2006 —como la temporada de huracanes del Atlántico de 2005, que batió todos los récords, o los extraños patrones meteorológicos que ahogaron en lluvia los Juegos Olímpicos de Invierno en Vancouver mientras enterraban en nieve la Costa Este de Estados Unidos en el «Apocalipsis níveo» de 2010—<sup>5</sup> no es sino uno ejemplo entre otros de algo que quizá se deba al cambio climático o quizá no. Sucesos así llaman la atención en las noticias, pero, tomados por separado, no sirven para concluir nada. Por el contrario, los laboriosos análisis de decenas de años de investigaciones de campo sobre los cercopoideos y los árboles no causan revuelo en las noticias del día, pero a mí sí me impresionan. Se trata de un descubrimiento

convinciente y de la mayor importancia, que aporta verdadero conocimiento acerca del futuro. Es una megatendencia, y de megatendencias es de lo que trata este libro.

## EL EXPERIMENTO MENTAL

Este es un libro sobre el futuro. El cambio climático no es sino un componente del futuro. Exploraremos también otras tendencias de gran magnitud, relativas a la población humana, la integración económica o el derecho internacional. Estudiaremos geografía e historia para mostrar que sus condiciones preexistentes dejarán marcas perdurables en el futuro. Recurriremos a refinados modelos por ordenador de nuevo cuño para obtener previsiones del futuro del producto interior bruto, de los gases de efecto invernadero y del suministro de recursos naturales. Al examinar estas tendencias en su conjunto y al descubrir convergencias y paralelismos entre ellas, resulta posible imaginar, con una credibilidad científica razonable, cómo será el mundo de aquí a cuarenta años si las cosas siguen como están ahora. Es un experimento mental acerca del mundo de 2050.

Puede ser divertido imaginarse cómo será el mundo por entonces. ¿Coches voladores y robots? ¿Cultivos de órganos corporales con características a elegir? ¿Una economía del hidrógeno? Como le dirá cualquier decepcionado entusiasta de la ciencia ficción, la realidad suele ir más despacio que la imaginación. Quienes se apasionaron con el libro de George Orwell *1984*, las series de televisión *Perdidos en el espacio* y *Espacio 1999*, las películas *2001: una odisea del espacio* y (a todas luces) *Blade Runner* —que sucede en un Los Ángeles de 2019 donde llueve perpetuamente— han ido viendo venir y pasar esos años que habían sido un hito para ellos. Pero fuera del explosivo avance, que aún no ha concluido, en la información y la biotecnología, nuestras vidas son bastante menos distintas de lo que esos autores de obras de ficción se imaginaban que serían.

Hemos descubierto los quarks y mandado gente al espacio; sin embargo, seguimos dependiendo del motor de combustión interna. Hemos descifrado el ADN y hecho que crezca una oreja humana en el lomo de un ratón, pero seguimos muriéndonos de cáncer. Hemos creado cerdos verdes fluorescentes insertándoles genes de medusa (¿quiere alguien huevos y jamón verdes?); sin embargo, seguimos pescando especies silvestres en el mar y valiéndonos de tierra y de agua para cultivar nuestros alimentos. La energía nuclear no es sino una pálida sombra de lo que se esperaba de ella en los años cincuenta. Todavía nos valemos de barcos, camiones y trenes para transportar las mercancías. Y aun en esta era de globalización sin precedentes, los principios fundamentales de los mercados y de la economía difieren sorprendentemente poco de los vigentes en los días de Adam Smith, hace más de doscientos años.

Pero las cosas han cambiado profundamente de otras formas menos evidentes. Imagínese que

tuviera que explicarle a un cultivador de tomates californiano de 1950 que en los cincuenta años siguientes iba a cultivar semillas programadas genéticamente y que vería que el agua de California ya no vendría de uno de sus costados, sino del otro, y que su población se triplicaría. Imagínese explicándole que un día tendría que competir con los cultivadores chinos para venderles tomates a los italianos, quienes los mezclarían con judías importadas de México para fabricar latas que se distribuirían en los supermercados británicos.<sup>6</sup>

Cualquiera de esas informaciones dejaría sin palabras a nuestro agricultor de ayer. Pero a nosotros nos resultan familiares, aburridas incluso. Escapan a la detección de nuestros radares porque se nos han echado encima subrepticamente, ocultas en lo que, en el curso de los decenios, todos podían ver. Pero eso no quiere decir que transformaciones así no sean enormes, rápidas y profundas. Los grandes cambios logran a menudo allanarse el camino. Y entonces cambian calladamente el mundo.

¿A qué se parecerá el mundo en 2050? ¿A qué la distribución de las personas y el poder? ¿Y el estado del mundo natural? ¿Qué países dominarán y cuáles sufrirán? ¿Dónde cree que estará usted en 2050?

Las respuestas a estas cuestiones, al menos en este libro, derivan de un argumento central: el cuarto del planeta correspondiente a las latitudes más septentrionales experimentará transformaciones gigantescas en el curso de este siglo que harán que la actividad humana sea allí cada vez mayor y que el valor estratégico y la importancia económica de la región dejen más y más pequeños a los que ahora tiene. He caracterizado latamente como «Nuevo Norte» a todas las tierras y mares que se encuentran a 45° de latitud norte o más y que hoy pertenecen a Estados Unidos, Canadá, Islandia, Groenlandia (Dinamarca), Noruega, Suecia, Finlandia y Rusia.

Estos ocho países, que controlan vastos territorios y mares que por el norte llegan hasta el océano Ártico, abarcan un nuevo «Cercos del Norte» que más o menos circunda ese océano. Lo que está ocurriendo en esos países del Cercos del Norte se estudia en las partes segunda y tercera (del capítulo 5 al 10). La primera parte (del capítulo 2 al 4) presenta varias potentes tendencias mundiales de la población humana, la economía, la demanda de energía y de recursos, el cambio climático y otros factores de acuciante importancia para la civilización global y el ecosistema. Aparte de imaginar cómo será la vida en 2050, estos primeros capítulos tratan de algunas fuerzas mundiales de importancia crítica que están siendo las parteras del Nuevo Norte.

Antes de emprender nuestro viaje alrededor de ese mundo de 2050, hay que establecer algunas reglas.

## LAS REGLAS

Por suerte, tenemos los instrumentos, los modelos y el conocimiento para elaborar un experimento

mental bien fundado acerca de lo que cabe esperar que veremos en los cuarenta años que vienen. Sin embargo, como en cualquier experimento, primero hemos de definir las premisas y las reglas fundamentales de las que dependerán los resultados.

1. *No hay milagros en la recámara.* Se presupone que en los próximos cuarenta años los avances tecnológicos serán graduales. No habrá una fusión fría o unos hongos con los que se pueda cultivar diésel<sup>7</sup> que vayan a resolver de golpe los problemas energéticos; no habrá una ingeniería genética que emule a Dios y cultive trigo sin agua. No quiere decir que no pueda haber, o que no vaya a haber, un avance técnico radical, sino que no se tendrá en cuenta aquí tal posibilidad.
2. *No habrá una tercera guerra mundial.* Las dos guerras «mundiales» de la primera mitad del siglo XX remodelaron el mapa y suscitaron unos cambios económicos, políticos e infraestructurales cuyas consecuencias llegan hasta el día de hoy. Una guerra nuclear o una guerra convencional de gran magnitud en la que participasen muchas naciones alteraría las cosas en gran medida. No se imagina aquí algo así (las pruebas empíricas dan a entender que a largo plazo nos estamos volviendo algo menos violentos).<sup>8</sup> Sin embargo, sí se evalúa la posibilidad de que haya conflictos armados menores, como los que hoy ocurren en Oriente Próximo y África. Se presupone que tratados y leyes de gran importancia, una vez promulgados, permanecen en vigor.
3. *No hay genios ocultos en la botella.* No se imaginan aquí una depresión mundial que dure decenas de años, una pandemia letal imparable, un impacto de meteorito u otros sucesos de baja probabilidad y grandes consecuencias. Sin embargo, esta regla se relaja en el capítulo 9 para explorar seis resultados verosímiles pero improbables, como un cambio climático brusco o el hundimiento del comercio mundial (lo uno y lo otro han ocurrido antes y podrían ocurrir de nuevo).
4. *Los modelos son suficientemente buenos.* Algunas de las conclusiones a que se llega en este libro derivan de experimentos hechos con modelos por ordenador para esclarecer fenómenos complejos, como el clima o la economía. Los modelos son instrumentos, no oráculos. Todos tienen fallos y limitaciones.<sup>9</sup> Pero para los propósitos de índole general de este libro, son excelentes. Me centraré en los mensajes sólidos y no susceptibles de controversia que se desprenden de los modelos; a estos no los llevaré al límite de sus posibilidades. Como antes, esta regla se relaja en el capítulo 9 para explorar resultados verosímiles que caen fuera de nuestra actual capacidad de modelización.

El propósito de estas reglas es introducir conservadurismo en el experimento mental. Al optar por las trayectorias probables y previsibles antes que por las improbables y emocionantes, nos

privamos de sacrificar un resultado más probable en aras de una buena historia. Al proseguir múltiples líneas argumentales en vez de una sola idea grandiosa, nos libramos de la llamada trampa de «los zorros y los erizos» porque así disminuye la probabilidad de que se pase por alto a un agente importante.<sup>10</sup> Al concentrarnos en las simulaciones más sólidas entre las arrojadas por los modelos por ordenador, guiamos la conversación hacia la ciencia que mejor entendemos en vez de hacia la que aún no se comprende bien.

¿Por qué se intenta siquiera prever el mundo de dentro de cuarenta años? Para imaginárnoslo hemos de estudiar con detalle lo que pasa hoy y por qué. Obligando a nuestras mentes a mirar lejos podremos dar con factores que a corto plazo podrían parecer benéficos pero que a la larga conducen a consecuencias indeseadas, y viceversa. Al fin y al cabo, hacer cosas buenas (o al menos cosas no tan malas) para el largo plazo es un digno objetivo. Ciertamente, no creo que el futuro esté predeterminado: lo que ocurra o no ocurra de aquí a cuarenta años dependerá en buena medida de lo que hagamos, o dejemos de hacer, entre ahora y entonces.

Algunos de los cambios que expondré se percibirán como buenos o malos según la perspectiva del lector. No cabe duda de que hay algunos, la extinción de especies por ejemplo, que nadie querría ver. Pero otros, como el gasto militar y el desarrollo energético, suscitan reacciones válidas radicalmente opuestas. No pretendo argüir a favor de un lado o de otro, sino de coordinar tendencias y pruebas dentro de una concepción de mayor alcance, y hacerlo tan bien y tan objetivamente como pueda. El lector podrá partir de ahí.

Pero para estar en condiciones de hablar de manera inteligente del futuro debemos primero entender el pasado. Veamos cuatro fuerzas globales, más o menos en el orden en que históricamente adquirieron su importancia, que vienen moldeando de manera activa desde hace decenios, e incluso cientos de años, el que será nuestro mundo en 2050.

## CUATRO FUERZAS GLOBALES



La primera fuerza global es la demografía, es decir, en esencia, los crecimientos y decrecimientos y movimientos de los diferentes grupos de población dentro de la raza humana. Entre las magnitudes demográficas están las tasas de natalidad, la renta, la estructura de edades, la etnia y los flujos migratorios. Las examinaremos todas en su debido momento, pero empecemos ahora por la magnitud más básica y, sin embargo, más profunda: el número total de personas que vive en la Tierra.

Antes de la invención de la agricultura hará unos doce mil años, había quizá un millón de



personas en el mundo.<sup>11</sup>Viene a ser la población actual de San José, California. Recolectaban alimento por el territorio, cazaban y vivían en pequeños clanes móviles. Hicieron falta doce mil años (hasta alrededor de 1800 d.C.) para que fuéramos mil millones. Pero entonces, ¡qué despegue!

Los segundos mil millones llegaron en 1930, solo 130 años después. La Gran Depresión ya había empezado. Adolf Hitler estaba conduciendo su partido nazi hacia una asombrosa victoria en las elecciones al Reichstag alemán. Mi abuelo italiano, un inmigrante que vivía por entonces en Filadelfia, tenía treinta y tres años.

Los terceros mil millones cayeron justo treinta años después, en 1960. John Kennedy batía a Richard Nixon en la carrera por la presidencia de Estados Unidos, los primeros satélites artificiales estaban ya orbitando alrededor de la Tierra y faltaban siete años escasos para que yo naciese.

Para los cuartos mil millones hicieron falta solo quince años. Era 1975 y yo tenía ocho años. El entonces presidente de Estados Unidos Gerald Ford escapó a dos intentos de asesinato (uno de ellos a manos de una mortífera secuaz de Charles Manson, Lynette Fromme «la Chillon»), los jemes rojos se hicieron con el poder en Camboya y la segunda parte de *El padrino* ganó seis Oscar, entre ellos el del actor italoamericano Robert de Niro.

Los quintos mil millones cayeron en 1987, ahora solo doce años después de los cuartos. El índice bursátil Dow Jones cerró por encima de los 2.000 puntos por primera vez en la historia y el grupo de rock irlandés U2 sacaba su quinto álbum, *The Joshua Tree*. El presidente de Estados Unidos Ronald Reagan, frente a la berlinesa puerta de Brandeburgo, exhortó al líder soviético Mijaíl Gorbachov a que «derribase este muro». El último gorrión sabanero marítimo negro murió de viejo en una diminuta zona protegida de una isla del Disney World de Florida. Yo, por entonces un estudiante de segundo de carrera encerrado en sí mismo, solo me enteré de *The Joshua Tree*.

Los sextos mil millones llegaron en 1999. Esta es ya una historia muy reciente. Las Naciones Unidas declararon 1999 Año Internacional de las Personas de Edad. El Dow Jones pasó de los 11.000 puntos por primera vez en la historia. El número de conexiones a internet subió por las nubes y en Napster se obtuvieron gratis millones de canciones, para desolación de U2 y de la industria musical. Hugo Chávez se convirtió en presidente de Venezuela y un enorme pedazo del norte de Canadá, el nuevo territorio de Nunavut, asumió tranquilamente el autogobierno. Por entonces yo era un joven profesor de la UCLA que trabajaba para obtener una plaza fija y empezaba a enterarse de las cosas. El mundo vacilaba entre ponerse nervioso por el «problema del año 2000» y emocionarse con el alba de un nuevo milenio.

11.800 años... 130 años... 30 años... 15 años... 12 años... El lapso de tiempo que necesitamos para sumar otros mil millones se ha quedado en casi nada. Mil millones es más del triple de la población de Estados Unidos en 2010, el tercer país con más población de la Tierra. Imagínese un mundo al que le añadiésemos un Estados Unidos y un poco más, o dos Pakistanes o

tres Méxicos cada cuatro años... La verdad es que no hace falta imaginación en absoluto. Es la realidad. Llegaremos a los séptimos mil millones en algún momento de 2011.

Esta extraordinaria aceleración, prevista hace más de dos siglos por Thomas Malthus,<sup>12</sup> volvió a irrumpir en la cultura popular en 1968, cuando Paul Ehrlich, por entonces un joven profesor de biología de Stanford, sacudió el mundo con *La explosión demográfica*, un terrorífico libro que predecía hambrunas mundiales, «muertes por la contaminación atmosférica» y mortandades humanas masivas si no hacíamos algo por controlar nuestros números.<sup>13</sup> Se convirtió en un invitado frecuente del programa de Johnny Carson y es casi seguro que sus ideas indujeron a China a adoptar en 1979 la política de «un solo hijo».

Las críticas contra el enfoque ecológico que Ehrlich aplicaba a los seres humanos sostenían que subestimaba los límites de la técnica y de nuestro ingenio. Por ahora, esas críticas parecen haber sido correctas. Nuestro número ha crecido mucho y, hoy por hoy, las predicciones más pavorosas de Ehrlich no se han materializado. Pero aun así, dentro de muchas generaciones, nuestros descendientes se maravillarán del siglo XX, un tiempo en el que nuestro número saltó de 1.600 millones a 6.100 en un suspiro.

¿Qué desencadenó este tremendo estallido de la población en el siglo XX? ¿Por qué no pasó antes? ¿Y es posible que perdure en el futuro?

El crecimiento rápido de la población se comporta como una cuenta de ahorro. Así como el balance de esta depende de la diferencia entre el ritmo a que se deposita dinero y el ritmo a que se gasta, el balance de la población de la Tierra depende del ritmo a que se crean nuevas personas (la tasa de fertilidad) y del ritmo a que desaparecen (la tasa de mortalidad).<sup>14</sup> Cuando los dos ritmos son iguales, la población se mantiene estacionaria. Cuando divergen o convergen, la población aumenta o disminuye consecuentemente. En realidad no importa si la tasa de natalidad aumenta o la de mortalidad disminuye; lo que importa es la medida en que se diferencian y si sus ajustes se escalonan o suceden simultáneamente. Lo más importante es que, una vez se ha producido un aumento (o un declive), nos quedaremos atascados en el nuevo nivel de población, aunque la brecha entre las tasas de natalidad y de mortalidad se colme y se recupere la estabilidad de la población.

Desde nuestros principios mismos hasta finales del siglo XIX, la tasa de fertilidad y la tasa de mortalidad eran, en promedio, grandes. Las madres tenían más niños que hoy, pero pocos llegaban a viejos. En la era preindustrial el hambre, la guerra y la mala sanidad mantenían alta la tasa de mortalidad, de modo que casi compensaba la de fertilidad. La población humana mundial iba creciendo, pero muy despacio.

Sin embargo, a finales del siglo XIX la industrialización lo cambió todo en Europa occidental, Norteamérica y Japón. La producción y distribución mecanizadas de alimentos redujo las muertes por hambruna. Las guerras locales desaparecieron bajo el creciente control de los gobiernos locales. Las tasas de mortalidad cayeron al descubrirse los fármacos y los procedimientos

médicos modernos. En cambio, la fertilidad declinó más despacio —las expectativas culturales tardan más en cambiar—, así que la población humana despegó. Hacia 1950, Nueva York era la primera ciudad del mundo que sobrepasaba el listón de los diez millones.

La era industrial no solo nos trajo máquinas y medicinas; también alentó la emigración del campo a la ciudad. Las personas recurrieron cada vez más a comprar lo que necesitaban en vez de a cultivarlo. El coste de la vivienda aumentó; la economía creció. Había más mujeres que iban a la universidad y que trabajaban, lo que redujo el número de hijos que las familias querían o podían permitirse. Cuando las tasas de fertilidad cayeron hasta coincidir con las de mortalidad, el crecimiento de la población se detuvo. Las sociedades industrializadas que experimentaron este proceso se transformaron. En vez de ser pequeñas, pobres, prolíficas y propensas a una muerte temprana, ahora eran grandes, ricas, de vida larga y con pocos hijos.

Estas cadenas de hechos, en las que las fuerzas de la modernización primero llevan a un crecimiento rápido de la población y luego a que esta se estabilice, reciben el nombre de transición demográfica y es uno de los conceptos fundamentales de la demografía.<sup>15</sup> La transición demográfica supone que la modernización tiende a reducir las tasas de mortalidad y de fertilidad, pero no simultáneamente. Como los avances técnicos de la medicina y la producción de alimentos se suelen adoptar enseguida, primero caen las tasas de mortalidad, y rápidamente. Pero las reducciones de la fertilidad —que suelen estar impulsadas por que la educación y el poder con que cuentan las mujeres sea mayor, por una forma de vida urbana, por la disponibilidad de anticonceptivos, por la expectativa de un menor tamaño de las familias y otros cambios culturales — llevan más tiempo. Y exactamente como una cuenta bancaria, cuando la tasa de mortalidad (de gasto) cae más deprisa que la de nacimiento (de ahorro), el resultado es un rápido aumento de la suma total.

Aunque luego caigan las tasas de fertilidad y acaben coincidiendo con las de mortalidad —con lo que se completará la transición demográfica y se detendrán crecimientos ulteriores—, el resultado será de ahí en adelante un nuevo equilibrio a un nivel mucho más alto.

En el siglo XX concluyó una transición demográfica y empezó otra. En Europa y Norteamérica necesitó desde alrededor de 1750 hasta 1950 para completarse, e hizo de esas zonas las de mayor crecimiento del mundo, mientras que la mayor parte de Asia y África crecían despacio. Ese crecimiento se frenó o detuvo cuando los países industrializados completaron la transición demográfica y sus tasas de fertilidad cayeron hasta parecerse a las de mortalidad o hasta ser menores incluso.

En el mundo en desarrollo, en cambio, no ha terminado todavía la nueva transición demográfica que empezó a principios del siglo XX con el advenimiento de la medicina moderna. Gracias a la invención de los antibióticos y de las vacunas, junto con la de los insecticidas que controlan enfermedades como el paludismo, las tasas de mortalidad se han venido abajo,<sup>16</sup> pero las de fertilidad, aunque ahora son menores, han caído mucho menos deprisa. Hay países donde no han

caído en absoluto, desafiando la idea clásica de la transición demográfica de que las mujeres modernizadas prefieren tener pocos niños. Estas discrepancias subrayan una conocida debilidad del modelo de la transición demográfica: no toda cultura tiene que adoptar por necesidad el ideal occidental de la familia nuclear pequeña aun después de que hayan mejorado los derechos de la mujer, la sanidad y la seguridad.

Así que en algún momento alrededor de 1950 el crecimiento más rápido de la población dejó de ser el de los países de la OCDE<sup>17</sup> y pasó al mundo en desarrollo. Como los niveles de la población de partida son mucho mayores en estos, el resultado ha sido una erupción de la población mundial de la que no puede sino decirse que es prodigiosa. En la mayoría de los países en vías de desarrollo, la diferencia entre las tasas de fertilidad y de mortalidad, aunque se ha estrechado, sigue siendo considerable. Esta segunda transición demográfica no ha acabado todavía, y al contrario que la anterior afecta a la gran mayoría de la raza humana. Hasta que no hayan pasado decenios tras su finalización —si es que finaliza—, la población mundial seguirá creciendo.



La segunda fuerza global, solo en parte relacionada con la anterior, es la creciente demanda que los deseos humanos imponen a los recursos y servicios naturales y al acervo genético de nuestro planeta. La expresión «recursos naturales» se refiere a bienes finitos como los hidrocarburos, los minerales y las aguas subterráneas fósiles, y a bienes renovables como los ríos, la tierra cultivable, la vida salvaje y los bosques. Los «servicios naturales» comprenden procesos esenciales de la vida: la fotosíntesis, la absorción de dióxido de carbono por los océanos y la polinización de plantas cultivables por las abejas. Por «acervo genético» se ha de entender justo lo que las palabras dicen: la diversidad de genes que llevan en sí todos los organismos vivos que aún existen sobre la Tierra.

Cuesta comprender hasta qué punto dependemos de todo ello. Las máquinas de acero queman petróleo para sembrar y cosechar los cereales, que se cultivan con fertilizantes elaborados con gas natural, multiplicándose así por mucho lo que un campesino y sus mulas podían producir en el mismo terreno. Del código genético de los organismos tomamos los componentes básicos de las industrias alimentaria, biotecnológica y farmacéutica. Construimos nuestros edificios con madera, acero y cemento. Sacamos agua del suelo o la atrapamos con presas para cultivar alfalfa y algodón en el desierto. Necesitamos camiones y gigantescos barcos de casco metálico para transportar minerales, pescado y artículos manufacturados de los lugares que los tienen a los que los quieren. Los flujos comerciales resultantes han hecho que surjan economías enteras y que nazcan ciudades resplandecientes, con su música y su cultura y su tecnología. La electricidad generada a partir del

carbón corre por miles de millones de kilómetros de cable metálico para alimentar edificios, coches eléctricos, teléfonos móviles e internet. Aviones y coches queman la sustancia viscosa que han dejado tras de sí seres muertos hace mucho, lo que nos confiere libertad personal y la posibilidad de ver mundo.

No es un secreto que la expansión que se ha vivido en el siglo XX de la población, la modernización, el comercio y la técnica ha ocasionado que se expanda a su vez la demanda de todo eso otro. La inquietud pública —tanto por la estabilidad del suministro de materias brutas como por la salud del mundo natural— es grande desde los años setenta, sobre todo desde el embargo petrolero de la OPEP de 1973-1974 y del lanzamiento por la NASA del ERTS-1 (redenominado después Landsat), el primer satélite civil de comunicaciones que difundió elocuentes imágenes de las talas que se iban comiendo las vastas pluviselvas de la cuenca del Amazonas. Hoy, las noticias mantienen la efervescencia hablando del agotamiento del petróleo, de las luchas por el agua y de que los precios de los alimentos se suben por las nubes. Muchos animales y plantas están desapareciendo porque sus hábitats se convierten en plantaciones y estacionamientos. De otros no queda ni el recuerdo por culpa de una explotación excesiva. Nada menos que cuatro quintas partes de la superficie terrestre del planeta (sin contar la Antártida) están ahora sujetas a la influencia directa de las actividades humanas.<sup>18</sup> Las excepciones tenaces son los lugares verdaderamente remotos: los bosques y la tundra boreales, los manguantes reductos de pluviselva de las cuencas del Congo y del Amazonas, algunos desiertos de África, Australia y el Tíbet.

Quizá no haya recurso sobre el que haya aumentado tanto la presión como sobre los combustibles de hidrocarburo fósil. Empezó el fenómeno en Europa, Norteamérica, Australia y Japón, y ahora se ha extendido a China, la India y otras naciones que se están modernizando. Como Estados Unidos ha sido (y sigue siendo) el mayor consumidor de esos combustibles, su desarrollo allí nos servirá como ejemplo de la rapacidad de este fenómeno.

En 1776, cuando los Estados Unidos de América declararon su independencia de Gran Bretaña tras poco más de un año de guerra, la mayor parte de la energía del naciente país procedía de la madera y de los músculos. Sí, había molinos donde el agua giraba norias para cortar troncos, y el carbón se usaba para hacer coque con el que se fundían cañones y herramientas de hierro, pero la mayor parte de la energía de América venía de la madera combustible, de los caballos, de las mulas, de los bueyes y de las espaldas humanas.

A finales del siglo XIX, la revolución industrial, la locomotora de vapor y la expansión hacia el Oeste lo habían cambiado todo. El sucio y negro carbón era el nuevo príncipe resplandeciente, la fuente de combustible de las fábricas, los altos hornos de coque, las fundiciones y los trenes a lo largo y ancho de la joven nación. El consumo de carbón pasó de 10 toneladas cortas al año (una tonelada corta es alrededor de 900 kilogramos) en 1850 a 330 millones solo cincuenta años después.<sup>19</sup> Aparecieron pequeñas ciudades mineras por todos los Apalaches, como la hoy extinta

Ramseytown, en el oeste de Pensilvania, donde nació mi abuela. De la cercana Rossiter era mi abuelo, quien en su adolescencia trabajó en las minas de carbón.

Pero en el siglo xx el carbón fue sobrepasado. El uso del petróleo, que se extrajo por primera vez en una granja de Pensilvania para hacer queroseno para lámparas, tardó en difundirse. La gasolina era al principio un producto secundario, de desecho; los había que la tiraban a los ríos para librarse de ella. Pero a alguien se le ocurrió echarla en un motor de combustión interna y se convirtió en el combustible de Hércules.

La envasada en un solo barril de petróleo produce tanta energía como ocho años de trabajo diario de un hombre de complexión mediana. Hacerse con los yacimientos petrolíferos se convirtió en un objetivo estratégico fundamental en ambas guerras mundiales. Los campos de Bakú, en Azerbaiyán, fueron una de las principales razones por las que Hitler invadió Rusia; fue precisamente su petróleo, fluyendo a raudales hacia el norte para suministrar al ejército ruso, lo que le pararía.

Al final de la Segunda Guerra Mundial, coches y camiones habían dejado atrás el sistema ferroviario, las locomotoras usaban diésel en vez de carbón y el mercado de los combustibles líquidos estaba realmente despegando. El consumo de petróleo superó al de carbón en 1951, pese a que las ventas de ambos —junto con las del gas natural— siguieron creciendo mucho. En solo cien años, de 1900 a 2000, los estadounidenses habían multiplicado su consumo de carbón de unos 330 millones de toneladas cortas al año a 1.100 millones,<sup>20, 21</sup> un incremento del 230 por ciento. El consumo de petróleo pasó de 39 millones de barriles al año a 6.600 millones,<sup>22</sup> un incremento del 16.700 por ciento. En comparación, la leña, ese viejo pilar de la energía, creció un pobre 12 por ciento, de 101 millones de cuerdas (una cuerda es 3,63 metros cúbicos) al año a solo 113.<sup>23</sup>

Aunque la población de Estados Unidos también creció deprisa a lo largo de ese período (de 76 millones a 281, un 270 por ciento), el consumo de petróleo per cápita aumentó mucho más deprisa. A principios del siglo XXI, el americano medio estaba quemando más de 24 barriles de acero de petróleo al año. En 1900, si mi abuelo italiano ya hubiese emigrado a Estados Unidos habría usado allí 83 litros, alrededor de medio barril de acero.

El siglo xx vio en Estados Unidos un crecimiento no menos extraordinario del consumo de hierro, níquel, diamantes, agua, madera de pino, salmón y lo que usted quiera. En diverso grado, este rápido ascenso del consumo de recursos ha ocurrido ya o está ocurriendo ahora en el resto del mundo.

Así pues, vemos que el consumo de recursos, de manera muy parecida a la población mundial, ha crecido con una rapidez increíble en un solo siglo. Pero si bien lo uno y lo otro se alimentan mutuamente, el aumento de la demanda de recursos tiene menos que ver con el crecimiento de la población en sí que con la modernización. Mi colega de la UCLA Jared Diamond lo ilustra con el

«factor de consumo» de un individuo.<sup>24</sup> Para la persona media de Norteamérica, Europa occidental, Japón o Australia, ese factor vale 32.

Si su factor de consumo, como el mío, es 32, significa que usted, como yo, consume 32 veces más recursos y genera 32 veces más residuos que el ciudadano medio de Kenia, por ejemplo, que tiene un factor de consumo de 1. Dicho de otra manera, en menos de dos años nos ventilamos más material que el keniano medio en toda su vida. De los más de 6.800 millones de personas que viven ahora en la Tierra, solo alrededor de 1.000 millones —el 15 por ciento— disfrutan de este estilo de vida pródigo. La gran mayoría de la raza humana vive en países en vías de desarrollo con factores de consumo mucho menores que 32; los más no pasan de 1.

Los lugares donde el factor de consumo vale 1 son de los más pobres, peligrosos y deprimentes de la Tierra. Sea cual sea el país donde vivamos, todos querríamos que esas condiciones mejorasen, por seguridad y por razones humanitarias. Muchas personas y organizaciones caritativas tienen ese empeño, de los gobiernos centrales y las organizaciones no gubernamentales a las Naciones Unidas, las iglesias y los donantes particulares. La mayoría de los países en vías de desarrollo están también luchando vigorosamente por industrializarse y mejorar su suerte. Organizaciones grandes y pequeñas, del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (FMI) al Grameen Bank y otros microprestamistas, conceden créditos para ayudarlos. ¿Quién no desea que estos esfuerzos triunfen? ¿Quién no quiere que acaben en el mundo la pobreza, el hambre y las enfermedades pertinaces?

Pero ahí hay un dilema. ¿Qué pasaría si usted pudiese jugar a ser Dios e hiciera lo que es noble y moralmente justo y convirtiese el nivel de consumo material del mundo en desarrollo en el que ahora tienen los norteamericanos, los europeos occidentales, los japoneses y los australianos? Con que chasquease los dedos podría eliminar toda esta miseria. ¿Lo haría?

Puede estar seguro de que espero que no. El mundo que habría creado sería terrorífico. El consumo mundial se multiplicaría por once. Sería como si la población mundial saltase de pronto de menos de 7.000 millones a 72.000 millones de habitantes. ¿De dónde saldría tanta carne, pescado, agua, energía, plástico, metal y madera?

Supongamos ahora que esa transformación no ocurriese instantáneamente, sino de manera gradual, a lo largo de los próximos cuarenta años. Los demógrafos calculan que la población mundial alcanzará los 9.200 millones de habitantes en 2050. Por lo tanto, si el objetivo final es que todos vivan en la Tierra como los norteamericanos, europeos occidentales, japoneses y australianos viven hoy, el mundo natural debería pasar a ofrecernos material suficiente para mantener el equivalente a 105.000 millones de habitantes de hoy.

Vista a esta luz, la forma de vida es un multiplicador de la presión humana sobre los recursos mundiales aún más potente que la población total en sí misma. Por lo tanto, la modernización y prosperidad mundial —meta laudable y deseable donde las haya— está ahora exigiéndole al mundo natural mucho más de lo que nunca se le haya exigido.



La tercera fuerza mundial es la globalización. Esta palabra, que abarca muchas cosas, suele referirse por lo común a la progresiva internacionalización de los flujos comerciales y de capital, pero también tiene dimensiones políticas, culturales e ideológicas.<sup>25</sup> Francamente, hay tantas definiciones de la globalización como expertos que la estudian. Para nuestros propósitos, entenderemos aquí que la globalización es, sencillamente y en términos muy amplios, un conjunto de procesos económicos, sociales y tecnológicos que van haciendo que el mundo esté más interconectado e interdependiente.

A pocos se les escapaba, y ya desde mucho antes de que la crisis económica mundial de 2008-2009 lo dejase bien claro, hasta qué punto la economía mundial está interconectada. En su libro de 2006 *La Tierra es plana*, el columnista y escritor Thomas Friedman hacía una pregunta que vendría famosa: «¿Dónde estabas cuando el mundo se volvió plano?». <sup>26</sup> «Plano» es la sencilla metáfora con que Friedman se refiere a que se desbroce y allane un campo de juego mundial para el comercio, lo que, en principio, habría de maximizar la eficacia y la rentabilidad para todos porque así se podrá ir a buscar la veta más barata o el trabajo más barato hasta al último rincón de la Tierra.

No cabe duda de que todos tenemos una respuesta diferente a la pregunta de Friedman. La mía es: en Burbank, en 1998, mientras hacía cola en una tienda de Ikea de muebles y menaje. Me llamó la atención que mis brazos estuviesen cargando con productos diseñados en Suecia, construidos en China, expedidos a ese almacén de California y que iba a cobrarme un cajero mexicano. De una sola tienda que vendía lápices y paquetes de semillas en un pueblo minúsculo, Älmhult, en 1958, Ikea se había convertido en 2010 en trescientas franquicias en 37 países. Su renta económica anual —22.000 millones de euros anuales— es mayor que la de Jordania, y cada año abre más de veinte tiendas a lo largo del mundo.<sup>27</sup> Esta empresa no es ahora solo una fuerza económica planetaria; está además globalizando la cultura sueca al cultivar el gusto por las albóndigas jugosas y el nítido diseño escandinavo de muebles lo mismo en Estados Unidos que en China o en Arabia Saudí.

La globalización también mata economías. Tras años de sangrarse lentamente, la ciudad natal de mi mujer, en Michigan, se hundió cuando quebró Delphi, uno de los mayores suministradores de piezas de automóvil para la General Motors. Además, el alcance de la globalización es muy irregular: el mundo es más grumoso que «plano». Hay países, como Singapur y Canadá, que se integran amplia y rápidamente, mientras que otros, como Myanmar y Corea del Norte, son lugares apartados del mundo, aislados.

Al tomar en consideración períodos de tiempo más largos, el mundo da la impresión de hallarse en la primera fase de una transformación económica hacia algo mayor y más integrado que todo lo



que se ha visto antes, de un alcance y una complejidad mayor que cualquier alianza que haya habido en la historia humana. Todos seremos rivales potenciales, pero también potenciales amigos. Junto al abandono de sectores enteros habrá mercados nuevos, nuevos oficios y nuevos asociados. Han pasado ya los días en que General Motors podía importar caucho y acero y exportar automóviles. El diseño, las materias primas, los componentes, el ensamblaje y la mercadotecnia de los coches de hoy podrían venir de cincuenta países diferentes.

Pero ¿qué nos arrojó a esta nueva era de la integración global? ¿La velocidad fulminante de internet y el fácil acceso a ella? ¿O fue algo más profundo? Yo solo me percaté en 1998, pero ¿no será este fenómeno más antiguo de lo que creemos?

Como el aumento de la población mundial y de la demanda de recursos naturales, la presente integración global despegó a mediados del siglo XX. Pero al contrario que aquel, este fue un proceso deliberado. Todo empezó en una gran conferencia celebrada en julio de 1944 en el Mount Washington Resort, hotel cercano a Bretton Woods, en el estado de New Hampshire. Asistieron más de setecientos delegados de cuarenta y cuatro países, entre ellos el británico John Maynard Keynes (cuyas ideas revivirían tras el hundimiento crediticio mundial de 2008).

La Segunda Guerra Mundial se acercaba a su fin. Los gobiernos estaban empezando a centrarse en sus destrozadas economías y en su reconstrucción tras dos guerras catastróficas, una depresión mundial, una larga escalada de los aranceles proteccionistas y algunas devaluaciones monetarias demenciales. En la conferencia todos querían saber cómo podrían estabilizar las monedas, conseguir créditos para que los países devastados por la guerra se reconstruyeran y lograr que el comercio internacional se pusiese en marcha de nuevo.

El resultado de esta conferencia fue el llamado Acuerdo de Bretton Woods. Entre otras cosas, estabilizó las monedas internacionales vinculándolas al valor del oro (lo que duró hasta 1971, año en que el presidente Nixon desvinculó el dólar del patrón oro). Pero su legado más persistente fue el nacimiento de tres instituciones internacionales: el Fondo Monetario Internacional (FMI) para que administrase un nuevo sistema monetario; el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo para que proporcionase créditos (hoy, Banco Mundial), y el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) para que elaborase y obligase a cumplir acuerdos comerciales (hoy, la Organización Mundial del Comercio, OMC). Estas tres instituciones guiaron en buena parte la reconstrucción mundial tras la guerra, y durante los años cincuenta su propósito se extendió a la concesión de créditos a los países en vías de desarrollo para ayudarlos a industrializarse. Hoy, estas tres poderosas instituciones —el FMI, el Banco Mundial y la OMC— son los agentes principales de la creación e imposición de las reglas de nuestra economía global.

Hasta su desaparición a principios de la década de 1970, el sistema monetario regulador de Bretton Woods presidió durante treinta años lo que algunos llaman «la edad de oro del capitalismo controlado».<sup>28</sup> Pero en los años ochenta el «capitalismo controlado» sucumbió ante la revolución del «neoliberalismo»: la desregulación y la eliminación de los aranceles y de otros

controles sobre el comercio internacional y los flujos de capitales. El movimiento neoliberal tuvo como adalides a la primera ministra británica Margaret Thatcher y al presidente estadounidense Ronald Reagan, pero tenía sus raíces en las ideas de Adam Smith.

A lo largo de las décadas de 1980 y 1990, el FMI, la OMC y el Banco Mundial adoptaron políticas agresivas de liberalización (desregulación) de los mercados por todo el mundo, tal y como urgía vigorosamente Estados Unidos.<sup>29</sup> Una táctica común era la de requerir que los países en vías de desarrollo que quisiesen optar a los créditos de la OMC o del Banco Mundial efectuaran reformas neoliberales. Esta táctica se resumió en el «Consenso de Washington», controvertida lista de severas reformas entre las que se incluían la desregulación del comercio, la apertura a las inversiones extranjeras directas y la privatización de las empresas estatales.<sup>30</sup>

En Estados Unidos, los presidentes de uno y del otro partido político procedieron también a dismantlar las barreras del comercio mundial. De particular importancia para este libro fue el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), propuesto en 1991 por el presidente George Herbert Walker Bush con el fin de eliminar las barreras comerciales entre Estados Unidos, México y Canadá. Dos años después, el presidente Bill Clinton hizo del TLCAN la piedra angular de su legado. En su discurso en la ceremonia de la firma del tratado, resaltó la importancia de «crear una nueva economía mundial», con los ex presidentes Bush, Jimmy Carter y Gerald Ford entre los asistentes. El sucesor de Clinton fue de la misma opinión: quince años después, citando una casi quintuplicación de los acuerdos de libre comercio durante su mandato, el presidente saliente George W. Bush afirmaba que la expansión comercial había sido una de las «mayores prioridades de su administración».<sup>31</sup>

Obsérvese que los orígenes de la gran integración global de hoy contradicen uno de los mitos más ampliamente propalados: que la globalización, nacida de las rápidas tecnologías de internet y de la «mano invisible» de los mercados libres, ha ido configurándose orgánicamente. La verdad es que esta fuerza global debe su existencia a una larga historia de decisiones, tomadas deliberadamente para conformar las políticas que se iban a seguir, cuyos adalides fueron sobre todo Estados Unidos y Gran Bretaña y que se remontan hasta los últimos días de la Segunda Guerra Mundial. Muchos de los que han escrito sobre la globalización consideran que su auge empezó de golpe, en los años setenta u ochenta, con lo que pasan por alto el fundamento institucional creado en Bretton Woods e impuesto al mundo en desarrollo por las instituciones que engendró (el FMI, la OMC y el Banco Mundial), y luego fomentado por todas y cada una de las administraciones presidenciales estadounidenses de ambos partidos. Sus fundamentos están ahora codificados en decenios de precedentes históricos y una plétora de tratados de libre comercio. Están grabados en generaciones de políticos y dirigentes empresariales, y se reafirmaron incluso durante el maremágnum de la crisis económica mundial de 2008-2009.<sup>32</sup> Las raíces de esta megatendencia se remontan a hace más de sesenta años, y es ahora una fuerza global profunda y poderosa que ya está moldeando la economía del siglo XXI.



La cuarta fuerza mundial es el cambio climático. Dicho con toda sencillez: es un hecho observado que la actividad industrial humana está cambiando la composición química de la atmósfera de manera tal que la temperatura global debe, en promedio, subir.

El poder de los gases de efecto invernadero está fuera de toda duda. El matemático francés Joseph Fourier dedujo su existencia en la década de 1820; se percató de que la Tierra estaba mucho más caliente de lo que debería, habida cuenta de su distancia al Sol. Sin los gases de efecto invernadero nuestro planeta sería un congelador, como la Luna y Marte; la temperatura sería unos 15 grados menor.<sup>33</sup> Esa capacidad se debe a que dejan que la radiación solar pase fácilmente hacia dentro pero no hacia fuera: viene a ser, en líneas muy generales, la misma razón por la que un coche cerrado se calienta más por dentro que por fuera a causa de la luz solar que atraviesa las ventanas.<sup>34</sup>

El químico sueco Svante Arrhenius elaboró la física básica del proceso en la década de 1890.<sup>35</sup> Como el vidrio, los gases de efecto invernadero son transparentes para las longitudes de onda cortas de la luz solar, así que dejan que atraviesen sin impedimento la atmósfera y acaben por lo tanto calentando la superficie de la Tierra (a no ser que las bloquee una nube). Pero son opacos para las invisibles longitudes de onda infrarrojas que la Tierra calentada devuelve al espacio: las absorben, con lo que se convierten en radiadores infrarrojos ellos mismos.

Arrhenius buscaba resolver el problema de las glaciaciones; en un principio, pues, le interesaba el enfriamiento global en vez del calentamiento, pero sus cálculos funcionaban igual de bien en ambas direcciones. Más tarde se preguntó si los seres humanos, al añadir dióxido de carbono al aire por medio de la combustión de combustibles fósiles, no podrían también influir en el clima del planeta. Hizo los números y vio que, sin duda alguna, podían, y bastante además, si la concentración del gas subía lo suficiente. Es notable lo cerca que cae su cálculo inicial hecho a mano, un aumento de 5 grados si se duplicaba la cantidad de CO<sub>2</sub>, de las cifras generadas por los modelos de ordenador más depurados que se ejecutan hoy. Pero Arrhenius no le dio por entonces mucha importancia a su propio cálculo; no podía imaginarse que los seres humanos fueran a emitir tanto dióxido de carbono. Para que los seres humanos duplicasen la cantidad de CO<sub>2</sub> atmosférico, razonaba, harían falta al menos tres mil años.<sup>36</sup>

Al parecer, es mucho más fácil entender la física del calentamiento por los gases de efecto invernadero que el ritmo de la industrialización humana. Ya hemos aumentado la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera casi un 40 por ciento, de unas 280 partes por millón en volumen (ppmv) en los tiempos preindustriales a unas 387 ppmv en 2009. Dos tercios de ese aumento están minuciosamente documentados desde 1958, el año en que Charles Keeling puso en marcha el primer programa continuo de mediciones de muestras de aire en el Observatorio de Mauna Loa, en

Hawai, dentro del Año Geofísico Internacional. Las mediciones atmosféricas de otros dos potentes gases de efecto invernadero emitidos también por la actividad humana, el metano y el óxido nitroso, han seguido una pauta ascendente parecida. Según lo que decidamos acerca de las emisiones de carbono, las predicciones de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico para finales del siglo XXI van de las 450 ppmv a las 1.550, lo que se corresponde con un aumento de la temperatura media mundial de 0,6 a 4,0 grados, que hay que sumar a los 0,7 grados ya experimentados en el siglo XX.<sup>37</sup> Muchos de quienes son pragmáticos en lo que se refiere a la adopción de políticas creen ahora que un aumento de 2 grados es casi seguro una vez que la Conferencia sobre el Clima en Copenhague no consiguió nada que se pareciese ni de lejos a un acuerdo internacional vinculante de reducción de las emisiones de carbono.

Puede que estos números parezcan pequeños, pero no lo son. En el momento más gélido de la última glaciación, cuando Chicago estaba enterrada bajo una capa de hielo de un kilómetro de espesor, la media de las temperaturas globales era solo 5 grados menor que la actual. De los datos históricos de las estaciones meteorológicas se sigue que la temperatura media mundial es ya 0,8 grados mayor que en los días de Arrhenius, y la mayor parte de ese aumento ocurrió a partir de la década de 1970. Un incremento de esa magnitud es ya mucho mayor que la diferencia entre un año cualquiera y el siguiente. Como cabe esperar, esta tendencia al calentamiento varía bastante con la geografía; puede haber hasta un enfriamiento local en algunos sitios (los detalles y las razones de esto son conocidos y hablaré de ellos en el capítulo 5). Pero la media mundial tiende a crecer junto con el constante aumento medido en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

No solo están subiendo las temperaturas medias; el *modo* en que lo están haciendo concuerda con el efecto invernadero y no con otros ciclos y procesos naturales de los que se sabe que también influyen en el clima. Las temperaturas están subiendo más de noche que de día, más en invierno que en verano, más en los océanos que en tierra y más a altas latitudes que en los trópicos, y la troposfera se está calentando, pero la estratosfera no. Todo ello concuerda con el forzamiento por gases de efecto invernadero y no con otras causas conocidas, como las islas de calor urbanas, el brillo del Sol, las erupciones volcánicas y los ciclos astronómicos. Todas ellas influyen en el clima, pero ninguna puede explicar por completo lo que estamos viendo hoy.

Aparte de los datos del clima y los números que se obtienen con ellos, hay un sinfín de indicios anecdóticos de que el clima empieza a actuar de manera extraña. Treinta y cinco mil personas, la cifra es escalofriante, murieron en Europa en 2003 cuando una tremenda ola de calor cayó sobre Europa. Olas de menor magnitud mataron a cientos en Japón, China, la India y Estados Unidos en los veranos siguientes. El mundo ha sufrido en estos años once de los doce más cálidos registrados, es decir, desde 1850, desde las primeras estaciones meteorológicas, cuando era presidente de Estados Unidos Zachary Taylor e Italia ni siquiera era todavía un país. El huracán Katrina anegó Nueva Orleans en 2005, año en que se batió el récord de tormentas tropicales.

Tiene su ironía que muchos de los desplazados se trasladasen a Houston, donde les golpearía en 2008 otro huracán, Ike, que mató a unos doscientas personas, puso un árbol en el tejado del que fue mi *best man*, mi caballero de honor, cuando me casé y luego produjo un apagón que afectó a un millón de hogares de Ohio, Indiana y Kentucky.

Como el oso pizzly, ninguno de esos acontecimientos permite concluir nada. Pero cuando han ocurrido tantos, el sector privado se mueve. Goldman Sachs y la *Harvard Business Review* se pusieron a escribir informes acerca de la contención del riesgo y de maximizar beneficios con el cambio climático.<sup>38</sup> Empresas multinacionales como General Electric, Duke Energy y Dupont empezaron a abogar por la tecnología verde y constituyeron el Consorcio Estadounidense por la Acción Climática, que pedía al gobierno federal de Estados Unidos que «ponga en vigor rápidamente una legislación nacional contundente que obligue a una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero».<sup>39</sup> En 2008, entre los miembros se contaban American International Group, Inc. (AIG), Boston Scientific Corporation, Chrysler LLC, ConocoPhillips, Deere & Company, la Dow Chemical Company, Exelon Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, Johnson & Johnson, Marsh, Inc., la National Wildlife Federation, Nature Conservancy, NRG Energy, Inc, PepsiCo, Rio Tinto, Shell, Siemens Corporation y Xerox Corporation.<sup>40</sup> Sin embargo, ya no eran tantas las grandes empresas que se incorporaban al Consorcio Estadounidense por la Acción Climática a finales de 2009, tras el fracaso de la Conferencia sobre el Clima en Copenhague, algunos tontos mensajes de correo electrónico que circularon entre una camarilla de científicos climáticos (el escándalo al que llamaron Climategate, una metedura de pata que, aunque solo afectaba a las relaciones públicas y tenía escasa importancia científica, era políticamente devastadora) y un moribundo proyecto de ley de limitación de emisiones y transacción de permisos en el Senado de Estados Unidos. En 2010, ConocoPhillips, BP America, Caterpillar y Xerox abandonaron el consorcio.

Las moléculas de los gases hacen caso omiso de la política, así que todo esto no es más que el principio. Para que quede claro lo grave que es el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, metano y óxido nitroso en la atmósfera, situémoslo en el contexto mucho más dilatado del tiempo histórico. Los gases de efecto invernadero siguen a los ciclos naturales —que bajan y suben con las glaciaciones y los períodos interglaciales templados, respectivamente— y a la actividad humana, que procede mucho más deprisa. Los ciclos naturales y la actividad humana operan en escalas de tiempo totalmente diferentes: las variaciones ligadas a las glaciaciones se producen a lo largo de decenas de miles de años. Los procesos naturales que impulsan los cambios en las concentraciones de los gases de efecto invernadero —la erosión de las rocas, los ciclos astronómicos, la expansión de los bosques o de los humedales, su circulación en los océanos y otros— tardan miles de años, mientras que la extracción y quema por los seres humanos del viejo carbón enterrado —como hemos visto antes con la historia de Estados Unidos— es una actuación masiva y breve. Y como esta explosión de las emisiones de carbono generada por los seres

humanos se alza sobre un pico interglacial ya grande y que se mueve con lentitud natural, resulta que estamos llevando la atmósfera a donde la Tierra no había estado en cientos de miles de años, o quizá millones.<sup>41</sup>

Lo sabemos gracias al recuerdo guardado en los glaciares, las profundidades oceánicas, los anillos de los árboles, los espeleotemas de las cuevas y otros archivos naturales. El más espectacular es el que se guarda en las diminutas burbujas de aire atrapadas en el hielo de Groenlandia y de la Antártida; cada una es una muestra de aire del pasado herméticamente sellada. El aire que hay dentro de la capa de nieve de la superficie de un glaciar queda encerrado en burbujas cuando el peso de nuevas precipitaciones de nieve la convierten en hielo. Las capas anuales de esas burbujas llevaban depositadas tranquilamente cientos de miles de años, hasta que una rara especie de científicos perforó el hielo y extrajo testigos de las entrañas de Groenlandia y la Antártida. Los niveles de gas en su interior demuestran que hemos hecho que las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra sean mayores de lo que han sido en al menos ochocientos mil años.

*Ochocientos mil años.* Jesús anduvo en la Tierra hace apenas dos mil, los faraones egipcios hace cuatro mil. Las primeras civilizaciones agrícolas surgieron hace diez mil años; veinte mil años antes todavía había neandertales vivos. Pero el mundo no había visto niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico como los de hoy desde hace ochocientos mil años, y ahora se están acercando a los de hace quince millones de años, en el Mioceno, cuando las temperaturas mundiales eran entre 3 y 6 grados mayores, los mares eran ácidos, los casquetes polares menguaron y el nivel del mar era entre veinticinco y cuarenta metros más alto.<sup>42</sup>

Esta es también una fuerza global con la que hay que contar.

Estas cuatro fuerzas globales —la demografía, la demanda de recursos, la globalización y el cambio climático— conformarán nuestro futuro y serán temas recurrentes de este libro. Uno de los iconos que han encabezado las cuatro secciones precedentes, alusivos a cada una de esas fuerzas, el que corresponda, encabezará también las secciones en que alguna de ellas vuelva a comparecer. Aunque las describa por separado, están, ni que decir tiene, íntimamente interrelacionadas. Los gases de efecto invernadero proceden de la explotación de los recursos naturales, que a su vez sigue el derrotero de la economía mundial, que a su vez guarda en parte relación con la dinámica de la población, y así sucesivamente.

Una quinta fuerza que se enhebra en las otras cuatro es la tecnología. Las comunicaciones mundiales rápidas facilitan las cosas a los mercados financieros globales y al comercio mundial. La asistencia sanitaria y la farmacología modernas están cambiando las estructuras poblacionales en el mundo en desarrollo. Los avances en biotecnología, nanotecnología y ciencia de los materiales afectan a la demanda de diferentes reservas de recursos. Las redes eléctricas

inteligentes, los paneles solares y la geoingeniería podrían combatir el cambio climático, etcétera. Conforme a nuestra regla de «no hay milagros en la recámara», los avances técnicos de este tipo son evaluados en cuanto propiciadores o frenos de las cuatro fuerzas globales, en vez de como una fuerza independiente en sí mismos.

El experimento mental ha empezado. Ya se han enunciado sus premisas y reglas fundamentales, ya se han definido sus cuatro temas dominantes. Dirijamos ahora la atención al primer objeto de pesquisa para el año 2050: nosotros mismos.

## Primera parte



# CAMBIOS QUE VIENEN

## La historia de las ciudades boyantes

*Mañana por la mañana publicaremos nuestros datos de ventas para el mes de noviembre, pero la ocasión ha quedado ensombrecida por la trágica muerte el 28 de noviembre de Jdimytai Damour en nuestro establecimiento de Valley Stream, Nueva York...*

Declaración del presidente de la división noroeste de Walmart USA (3 de diciembre de 2008)

*Italia, Francia, Reino Unido, Alemania, Japón y Estados Unidos.*

Las economías que Goldman Sachs prevé que serán superadas antes de 2050 por una o más de estas otras: China, la India, Rusia y Brasil.

*De aquí en adelante, el mundo es urbano.*

Joel E. Cohen, profesor de poblaciones, Universidad Rockefeller y Universidad de Columbia.

Era la una de la madrugada cuando Leana Lockley, de veintiocho años de edad y embarazada de cinco meses, se puso a hacer cola con su marido y dos parientes ante el gran almacén de Walmart en el centro comercial Green Acres, en Valley Stream, Nueva York. Perforaban la noche las luces y el aullido de los reactores que despegaban y aterrizaban en el cercano aeropuerto JFK. Era el 28 de noviembre de 2008, el día siguiente a Acción de Gracias, el llamado «viernes negro», el día de compras más activo en Estados Unidos de todo el año. La economía mundial se estaba yendo a pique, todo el mundo buscaba gangas y Walmart iba a rebajar los precios solo durante seis horas. A las cinco, la hora a la que abría la tienda, había dos mil personas nerviosas, hacinadas ante el frontal de vidrio, esperando a entrar.

Las puertas se abrieron y la gente se lanzó hacia dentro. A Lockley, entiéndase al pie de la letra, la llevaron en volandas hasta el interior. Al desencajarse los quicios de la puerta se oyeron fuertes ruidos de resquebrajaduras y de cristales que se rompían. Una mujer mayor se cayó. Lockley intentó levantarla, pero la tiraron y quedó de rodillas. Un hombre corpulento lo vio e intentó ayudarla. «Estaba de cara a la multitud y levantaba las manos, quería echarlos para atrás para que yo pudiese escapar —contaría después Lockley en las noticias de la Fox—. Intentaba impedir que la gente me tirase al suelo y me pisotease... él también estaba de rodillas, podía mirarle a los ojos, intentaba echar a la gente para atrás y entonces la gente le empujó a él, lo tiraron y cayó sobre mí.»<sup>1</sup> Cientos de compradores ávidos de rebajas pisotearon en su estampida hacia la tienda el cuerpo de aquel hombre que cubría el suyo.

Lockley y su hija aún no nacida sobrevivieron, como los otros tres compradores heridos que

fueron atendidos en hospitales. Pero el hombre que le salvó la vida, Jdimytai Damour, de treinta y cuatro años, murió. Mientras los servicios de urgencias intentaban reanimarle, al lado seguía pasando gente a empujones; luego montarían en cólera cuando se les anunció que se iba a cerrar la tienda.

Jdimytai Damour, hijo único de inmigrantes haitianos, era un hombre muy corpulento pero afable, que disfrutaba viendo partidos de fútbol americano y decía que quería ser maestro algún día. La razón de que estuviese allí esa mañana no era comprar, sino trabajar. A causa de su tamaño —medía 1,95 y pesaba 110 kilos—, le habían asignado la puerta principal. Pero no tenía formación de agente de seguridad. Era un trabajador temporal, subcontratado, al que Walmart pagaba para que nos ayudase a consumir más durante las rebajas de ese año.

Mucho menos trágico —y ciertamente llama mucho menos la atención— fue un segundo hecho, muy profundo, que ocurrió también en 2008. Nunca se sabrá en qué instante preciso ocurrió, pero en algún momento de ese año el número de personas que vivían en zonas urbanas llegó en su crecimiento a igualar, durante unos segundos, el de personas que vivían en zonas rurales. Entonces, en alguna parte, nació un niño de ciudad. Desde ese nacimiento, por primera vez en la historia, la raza humana vivía en su mayoría en núcleos urbanos.

Por primera vez tenemos a más gente en las ciudades que en el campo. Por primera vez, la mayoría carece de una capacidad apreciable de alimentarse o procurarse bebida por sí misma. Nos hemos vuelto dependientes de la técnica y del comercio para llevar a cabo esas funciones, las más primitivas. En algún momento de 2008, la especie humana cruzó el umbral en su camino a convertirse en un animal diferente: en una criatura urbana, divorciada geográficamente del mundo natural que sigue dándonos la comida y el combustible.

¿Qué tiene que ver la horrible muerte de Jdimytai Damour con nuestra transformación en una raza urbana? Aparte de que ocurriesen en el mismo año, ¿qué conexión se puede establecer entre esos dos hechos?

Desde una perspectiva macroeconómica, la horda frenética que mató al pobre señor Damour estaba contribuyendo —a su manera, por inconsciente que fuese— a construir ciudades en todo el mundo. La mayor parte de los artículos a la venta en el Walmart de Valley Stream habían sido fabricados en ultramar por trabajadores urbanos de los centenares de ciudades asiáticas, medianas y grandes, que no paran de producir teléfonos móviles, televisores de pantalla plana, netbooks y otros aparatos esenciales para la vida en el siglo XXI. Ciudades de todo el mundo habían ayudado a llenar los estantes de Walmart.

Hizo falta una red mundial de suministro para transferir las materias primas y los componentes básicos a núcleos como Shenzhen, Dongguan, Guangzhou y Bangalore. Luego, los artículos terminados fueron enviados a Estados Unidos, muy probablemente en cargueros y contenedores de acero construidos en lugares como Geoje (Corea del Sur), Nagasaki (Japón) y Ningbo (China). Estos buques se descargaron en los puertos estadounidenses de Long Beach o Los Ángeles, desde

donde se llevó la mercancía en camiones hacia el este, hasta Gloucester City, en New Jersey, para su distribución. Desde allí se la llevó, de nuevo con camiones, a Valley Stream, Nueva York. Al mismo tiempo tuvieron lugar transacciones económicas entre Nueva York y Hong Kong, así como con Chicago, Tokio, París, Frankfurt, Singapur y Seúl. De modo que cada vez que Walmart vende un televisor de pantalla plana, las aglomeraciones urbanas del mundo reciben un nuevo impulso, por pequeño que sea.

Estos lazos invisibles que atraviesan el bullicio global se aprietan más, las ruedas de la economía giran. El consumo alimenta el comercio y, por lo tanto, el crecimiento de las ciudades, y la base consumidora general se agranda aún más.<sup>2</sup> La economía urbana crece, como tiene que ocurrir, para mantener al número creciente de sus habitantes y los muchos servicios que necesitan ahora. Los salarios suben de tal modo que hasta los trabajos más modestos, para aprendices, están mejor pagados que los agrícolas.

La razón de que la gente del campo se esté trasladando en todo el mundo a las ciudades es que en ellas se puede ganar más dinero. Esto se debe en parte al crecimiento de las economías urbanas del que ya he hablado, y en parte a que la demanda de trabajo agrícola decrece a medida que la agricultura se comercializa, mecaniza y orienta a la exportación. El empleo mundial en la agricultura está cayendo deprisa: en 2006 fue superado por el empleo en el sector servicios.<sup>3</sup>

Y como cada nuevo habitante de las ciudades es también un nuevo consumidor urbano, el ciclo se refuerza a sí mismo. Más urbanitas compran más electrónica, más servicios y más comida procesada de importación, preparada y servida para ellos por otros. Se crean más trabajos de aprendiz para nuevos emigrantes. Se necesitan más puestos directivos. La escala llega más alto y la economía urbana crece.<sup>4</sup>

Este cambio urbano está impulsando grandes cambios demográficos en todo el planeta. Se espera que los habitantes de las ciudades más o menos doblen su número en 2050: de 3.300 millones en 2007 pasarán a ser 6.400 millones en 2050.<sup>5</sup> Pero la geografía de este proceso no es uniforme. Empezó a haber una mayoría urbana en Europa y Estados Unidos hace décadas, en la de 1960, en la de 1950 o incluso antes, y ahora Europa y Estados Unidos son urbanos en más de un 70 por ciento. La nueva tendencia resulta más impresionante en el mundo en desarrollo, sobre todo en Asia y África, los lugares más poblados de la Tierra.

En los últimos veinte años, las ciudades del mundo en desarrollo han estado creciendo a un ritmo de tres millones de habitantes por semana.<sup>6</sup> Equivale a añadirle al planeta un Seattle todos los días. Hoy en día, Asia es urbana en solo un 40 por ciento, pero en 2050 ese porcentaje llegará a ser del 70 por ciento en China, con más de mil millones de nuevos habitantes de las ciudades solo en ese país. En estos momentos ya, sitios como Chongqing, Xiamen y Shenzhen lo crecen a un ritmo de más de un 10 por ciento anual.

Alrededor del 38 por ciento de los africanos viven hoy en ciudades, pero en 2050 lo harán más de la mitad. Mientras que África seguirá estando por entonces menos urbanizada que Europa o

Norteamérica hoy en día, la transformación será profunda; al combinarla con la rápida tasa de crecimiento de la población, se ve que África triplicará el tamaño de sus ciudades durante los próximos cuarenta años.<sup>7</sup> Con 1.200 millones de personas, África contendrá casi una cuarta parte de la población urbana mundial.<sup>8</sup>

Al final de un informe publicado por la División de Población de las Naciones Unidas en 2008 se apiñan algunas tablas de datos asombrosas.<sup>9</sup> Clasifican nuestras «megaciudades» pasadas, presentes y futuras (las aglomeraciones urbanas de más de diez millones de habitantes) en los años 1950, 1975, 2007 y 2025. Las previsiones quizá le sorprendan:

#### MEGACIUDADES MUNDIALES DE DIEZ MILLONES DE HABITANTES O MÁS

*(población en millones)*

1950

Nueva York-Newark, Estados Unidos (12,3)

Tokio, Japón (11,3)

1975

Tokio, Japón (26,6)

Nueva York-Newark, Estados Unidos (15,9)

Ciudad de México, México (10,7)

2007

Tokio, Japón (35,7)

Nueva York-Newark, Estados Unidos (19,0)

Ciudad de México, México (19,0)

Mumbai (Bombay), India (19,0)

São Paulo, Brasil (18,8)

Delhi, India (15,9)

Shanghai, China (15,0)

Kolkata (Calcuta), India (14,8)

Dhaka, Bangladesh (13,5)

Buenos Aires, Argentina (12,8)

Los Ángeles-Long Beach-Santa Ana, Estados Unidos (12,5)

Karachi, Pakistán (12,1)

Al-Qahirah (El Cairo), Egipto (11,9)  
Río de Janeiro, Brasil (11,7)  
Osaka-Kobe, Japón (11,3)  
Beijing (Pekín), China (11,1)  
Manila, Filipinas (11,1)  
Moskva (Moscú), Rusia (10,5)  
Estambul, Turquía (10,1)

2025

Tokio, Japón (36,4)  
Mumbai (Bombay), India (26,4)  
Delhi, India (22,5)  
Dhaka, Bangladesh (22,0)  
São Paulo, Brasil (21,4)  
Ciudad de México, México (21,0)  
Nueva York-Newark, Estados Unidos (20,6)  
Kolkata (Calcuta), India (20,6)  
Shanghai, China (19,4)  
Karachi, Pakistán (19,1)  
Kinshasa, República Democrática del Congo (16,8)  
Lagos, Nigeria (15,8)  
Al-Qahirah (El Cairo), Egipto (15,6)  
Manila, Filipinas (14,8)  
Beijing (Pekín), China (14,5)  
Buenos Aires, Argentina (13,8)  
Los Ángeles-Long Beach-Santa Ana, Estados Unidos (13,7)  
Río de Janeiro, Brasil (13,4)  
Yakarta, Indonesia (12,4)  
Estambul, Turquía (12,1)  
Guangzhou, Guangdong, China (11,8)  
Osaka-Kobe, Japón (11,4)  
Moskva (Moscú), Rusia (10,5)  
Lahore, Pakistán (10,5)  
Shenzhen, China (10,2)  
Chennai, India (10,1)  
París, Francia (10,0)

El siglo de las megaciudades ya ha empezado. En 1950 solo había dos, y en 1975, tres; en 2007 ya había diecinueve, y se espera que haya veintisiete en 2025. Además, en lo que se refiere al puro tamaño, la cultura urbana mundial se está desplazando al este. De las ocho megaciudades nuevas que se prevé que habrá en los próximos quince años, cinco están en Asia, dos en África y solo una en Europa. No se espera ninguna nueva en América. Por el contrario, en algunos de los países más poblados está produciéndose una urbanización masiva: Bangladesh, China, la India, Indonesia, Nigeria y Pakistán. Nueva York era la segunda metrópoli del mundo en 1977, cuando Liza Minnelli le cantaba la famosa canción «New York, New York» (que luego popularizó Frank Sinatra) a Robert de Niro en una película de Martin Scorsese. A la «ciudad que nunca duerme» le costará estar entre las diez primeras en 2050.

La historia no acaba en las megaciudades. La gente se hacina en ciudades de todos los tamaños, grandes, medianas y pequeñas. Los crecimientos más rápidos se dan a veces en los centros urbanos de menos de quinientos mil habitantes. Según el modelo de las Naciones Unidas, el número de ciudades «grandes» —las que tienen entre cinco y diez millones— pasará de treinta en 2007 a cuarenta y ocho en 2025. Tres cuartas partes de ellas estarán en los países en vías de desarrollo. En 2050, Asia, el continente con más población y donde hoy siguen siendo mayoría los campesinos, estará casi tan urbanizada como Europa.<sup>10</sup>

¿Qué significa todo esto para la vida en el campo? Se prevé que la población rural mundial llegará a su máximo en 2018 o 2019 con 3.500 millones de personas, tras lo cual irá cayendo gradualmente hasta alrededor de 2.800 millones en 2050. Esta despoblación rural ocurrirá en su mayor parte en el mundo en desarrollo; los países de la OCDE ya han completado en muy buena medida este cambio. Si conduce por las zonas rurales de Estados Unidos, se verá que están salpicadas de restos fantasmagóricos de pueblos agrícolas que un día fueron boyantes. El mundo en desarrollo está repitiendo ahora —a una escala mucho mayor— el vaciamiento del campo que en los países desarrollados empezó en la década de 1920.

Si ha estado sumando y restando todo este surtido de números, ya se habrá dado cuenta de que la disminución de la población rural es demasiado pequeña para compensar el crecimiento urbano. La población humana total del mundo seguirá creciendo considerablemente en el próximo medio siglo. Seguimos ahora una trayectoria que añadirá casi un 40 por ciento más de población en el año 2050, lo que llevará nuestro número hasta unos 9.200 millones.<sup>11</sup> ¿Quiénes seremos en 2050? En ese año, de cada cien de nuestros futuros hijos y nietos 57 abrirán los ojos en Asia y 22 en África, y sobre todo en las ciudades.

¿DE QUÉ TIPO SERÁN LAS CIUDADES?

La gente de la Tierra, pues, se precipita hacia las ciudades. «El siglo XXI —se declaraba en las

Naciones Unidas— es el siglo de la ciudad.»<sup>12</sup> Pero ¿de qué tipo serán esas ciudades? ¿Serán prósperas o dickensianas? ¿El mejor de los tiempos, o el peor?

Ciertamente, hay razones para el optimismo. Pese al revés económico de 2008-2009, las tendencias a largo plazo apuntan hacia una globalización económica ininterrumpida, una mayor prosperidad urbana y un enjambre de tecnologías nuevas que contribuirán a que las ciudades sean más limpias, seguras y eficientes. Parece que hay verosimilitud en imaginar el ascenso en todas las partes del mundo de ciudades refulgentes, modernas y prósperas. Véase, por ejemplo, el éxito de Singapur.

Singapur es una ciudad portuaria situada en una gran isla, en la punta meridional de la península malaya. Nació en 1819 como colonia comercial británica y siguió bajo mandato colonial durante ciento cuarenta y un años, hasta que obtuvo la independencia en 1960. Desde entonces, pese a su pequeño tamaño (menos de 700 kilómetros cuadrados), a que cuenta con pocos recursos naturales y a que carece de suministro propio de combustibles fósiles, ha tenido un éxito extraordinario tanto por el crecimiento de su población como en lo económico.

Entre 1960 y 2005 su población creció rápidamente: en promedio, un 2,2 por ciento anual, o lo que es lo mismo, al ritmo de duplicarse cada treinta y seis años. Singapur, la que fuera un tranquilo puesto comercial británico, tiene ahora casi cinco millones de habitantes y se ha convertido en un palpitante centro de servicios, tecnología y finanzas para el sudeste de Asia. Es un suministrador mundial de componentes electrónicos. Su puerto es el más activo del mundo, con más de seiscientos líneas navales. Pese a no tener petróleo, es un centro de refinado y distribución. Está atrayendo grandes inversiones extranjeras en farmacia, medicina y biotecnología. Su economía, con un producto interior bruto en 2008 de 192.000 millones de dólares, es mayor que la de Filipinas, Pakistán y Egipto, países con poblaciones mucho mayores.

Geopolíticamente, Singapur se ha convertido en uno de los países más globalizados, estables y prósperos del mundo. La renta per cápita, medida con paridad de compra, es de más de 50.000 dólares, más alta que la de Estados Unidos. Tiene un gobierno elegido democráticamente y está clasificada en segundo lugar en el índice de libertad económica.<sup>13</sup> Es miembro del FMI, de la OMC, de la Unesco, de Interpol y de muchas otras instituciones mundiales. Desde los años setenta, la rentabilidad de sus fondos soberanos de inversión es legendaria. Gracias a sus abundantes inversiones a escala mundial, arrojan una rentabilidad de entre el 4 y el 10 por ciento anuales, con lo que de tener unos modestos millones de dólares han pasado a contar ahora con más de 200.000 millones.<sup>14</sup>

Singapur ha sabido manejar las pertinaces tensiones entre sus grupos étnicos (chinos, malayos e indios) y religiones. El transporte público es abundante, limpio y eficaz energéticamente.<sup>15</sup> Hay parques maravillosos, teatros y museos. El sistema sanitario de Singapur es excelente y la esperanza de vida es la cuarta más elevada del mundo (setenta y nueve años para los hombres y ochenta y cinco para las mujeres). La agresiva imposición de la ley —aunque ha conducido



también a protestas por el exceso de rigor, por un autoritarismo propio de un Estado policial— ha hecho que la corrupción, los crímenes violentos y el tráfico sexual y de drogas sean casi inexistentes.

Singapur es un buen ejemplo de cuán deprisa el crecimiento económico y poblacional bien gestionado crea ciudades que no solo son económicamente grandes, sino también tecnológicamente avanzadas y culturalmente vibrantes, y donde es placentero vivir. Tomando prestado un nombre acuñado por mi colega de la UCLA Allen Scott,<sup>16</sup> es una refulgente *tecnópolis*. El autor Henri Ghesquiere escribe lo siguiente acerca del éxito de Singapur:<sup>17</sup>

El crecimiento rápido fue a la par con un mayor bienestar. La calidad de vida mejoró para muchos. Singapur triunfó no solo desde la perspectiva del crecimiento, sino también desde la del desarrollo social. [...] En la trascendente decisión que tomó China en 1978 de revertir cinco siglos de aislamiento económico, influyó la visita de Deng Xiaoping a Singapur ese año. Su sueño de «plantar mil Singapures en China» puso en marcha a las numerosas delegaciones que efectuaron viajes de estudio por la isla. Corea del Sur quedó impresionada por el éxito que Singapur había tenido contra la corrupción. La maestría con que la ciudad-estado ha conseguido que la circulación no se atasque ha fascinado a los responsables del tráfico rodado de muchos países, y su programa de vivienda lo han estudiado planificadores de todo el mundo. Dubai no le pierde ojo a Singapur. [...]

Por desgracia, no hay una regla que diga que una ciudad, para atraer un aumento de la población y un crecimiento económico rápidos, tenga que ser un buen sitio para vivir. Los parques, la buena administración y un tráfico fluido son opcionales, no obligatorios. A veces, las ciudades crecen a un ritmo asombroso pese a que sean el infierno en la Tierra.

Fijémonos en Lagos, Nigeria. Como Singapur, es una ciudad costera y portuaria, está construida en una isla y fue en otro tiempo colonia británica. Guarda la boca de una inmensa albufera, y desde hace siglos es uno de los principales puertos comerciales de África occidental. A lo largo de los años ha ido exportando, según el momento, esclavos, marfil, pimientas y, más recientemente, petróleo. Como Singapur, consiguió su independencia de Gran Bretaña en 1960. Ambas ciudades se encuentran unos grados al norte del Ecuador; su clima es húmedo, tropical. En ambas gobiernan democracias civiles, pero la nigeriana aún es joven y frágil tras años de mando militar.

Desde la independencia, la población de Lagos ha crecido todavía más deprisa que la de Singapur: el promedio es de un 5 por ciento anual desde 1960. Entre 2000 y 2010 su población creció casi un 50 por ciento, de 7,2 millones de habitantes a 10,6. Los nigerianos se precipitan hacia ella desde el campo y los pueblos circundantes porque en Lagos se puede hacer dinero. Ahora se ha quedado sin sitio; ha colmado la isla, se desborda por sus congestionados puentes y llega hasta veinticinco kilómetros tierra adentro. Se prevé que para 2025 habrá crecido otro 50 por ciento, hasta los 16 millones de habitantes, con lo que será la duodécima mayor ciudad del mundo. Con un producto interior bruto en 2007 de 220.000 millones de dólares —mayor incluso que el de Singapur—, Lagos es el epicentro económico de Nigeria y de toda la parte occidental del continente.

Las semejanzas entre las dos ciudades acaban ahí. Al contrario que Singapur, Lagos no ha manejado bien sus dolores de crecimiento. Es una distopía demasiado poblada, con atascos de tráfico, deterioro, corrupción, muerte y enfermedad. La renta per cápita es de alrededor de 2.200 dólares al año. Millones de personas viven en embarcaciones sin electricidad ni servicios higiénicos. Cuatro de cada cinco mujeres son analfabetas. La policía no tiene efectivos suficientes, es ineficaz e impredeciblemente peligrosa. Las infraestructuras físicas están desbordadas. El geógrafo urbano Matthew Gandy escribe:<sup>18</sup>

La ciudad, con su dispersa expansión, se extiende ahora mucho más allá del emplazamiento original junto a la albufera. Comprende una vasta sucesión de construcciones de poca altura, con 200 suburbios distintos. [...] A lo largo de los últimos veinte años, ha perdido buena parte de su alumbrado urbano, su deteriorada red de calles está sumamente congestionada, ya no hay recogida regular de la basura, el crimen violento se ha convertido en un rasgo determinante de la vida diaria y muchos símbolos de la cultura cívica, como las bibliotecas y los cines, han desaparecido en gran medida. La red de alcantarillado es casi inexistente y al menos dos tercios de las enfermedades infantiles son atribuibles a que no se disponga de un suministro adecuado de agua potable segura. Cuando llueve mucho, más de la mitad de las viviendas de la ciudad sufren inundaciones que se repiten una y otra vez, y un tercio de las familias debe vérselas con agua que les llega hasta las rodillas dentro de su propia casa.

Las inundaciones citadas por el doctor Gandy son un grave problema. El extremo crecimiento de Lagos ha empujado las nuevas construcciones, en muy buena parte chabolas, a los últimos terrenos libres de la ciudad: a hondonadas cenagosas que apenas si sobresalen del nivel del mar. Los excrementos humanos flotan en zanjias abiertas. El drenaje es tan malo que cuando llueve las heces flotan hasta las casas. Menos de quince personas de cada cien tienen agua corriente; la mayoría dependen de grifos o fuentes comunes que están fuera de las viviendas. Casi todas las fuentes de agua están contaminadas de ordinario con *E. coli*, estreptococos y salmonela. No sorprende que las enfermedades cundan, entre ellas la fiebre tifoidea, la fiebre amarilla, la fiebre de Lassa, el paludismo, la leptospirosis, la esquistosomiasis, la hepatitis, la meningitis meningocócica, el VIH/sida y la gripe aviar H5N1. La esperanza de vida de las personas es de solo cuarenta y seis años para los hombres y de cuarenta y siete para las mujeres.

Y va a peor. Dos quintas partes de los que viven en Lagos son víctimas de la corrupción, sobre todo de la exigencia de sobornos por parte de los funcionarios públicos.<sup>19</sup> Robos, asaltos y asesinatos son una parte constante de la vida. Los ciudadanos, defraudados por la policía y los jueces, crean patrullas vecinales, con nombres del estilo de «los Bakassi Boys», que se enfrentan con machetes y escopetas a los criminales.<sup>20</sup> Cuando los responsables gubernamentales perciben que hay desórdenes, emiten la orden de disparar al que se mueva. En general, lo mejor es evitar en Nigeria a la policía y los soldados, ya que no es raro que los agentes de policía disparen sin más a los sospechosos en vez de arrestarlos. La Comisión Nacional de Derechos Humanos de Nigeria, organismo encargado de vigilar las violaciones de los derechos humanos en el país, compiló hace poco una lista conmovedoramente larga de abusos; en ella figuran estos tres incidentes:<sup>21</sup>

[2 de marzo de 2005] Un autocar, con matrícula XA 344, que hacía la ruta de NorthBank a Wadata fue detenido por el cabo de la policía (CP) Vincent Achuku, y sin efectuar registro alguno en el autobús, le pidió un soborno (dinero) al conductor, Godwin Anuka. El conductor le rogó al CP Achuku que le dejase continuar el viaje y que le pagaría a la vuelta. Esto enfureció al CP Achuku, quien inmediatamente amartilló su rifle de servicio, disparó y mató al conductor.

[28 de julio de 2006] En las primeras horas del 28 de julio de 2006, dos agentes de la brigada especial de robos [...] se presentaron en el poblado de Abdulkadir Azeez, de setenta años de edad, donde vive con diversos parientes. [...] El sonido de unos disparos le despertó y salió a ver cuál era la causa. En cuanto salió de la casa, lo mataron a tiros. Los policías fueron entonces a la casa de su hijo (Ibrahim Abdulkadir), forzaron la puerta y también lo mataron a tiros. Shehu Abdulkadir, segundo hijo del viejo, oyó los disparos, abrió la puerta y vio a su padre muerto en el suelo. Intentó averiguar qué pasaba y también a él lo mataron los policías a tiros.

[15 de septiembre de 2006] El viernes 15 de septiembre de 2006, alrededor de las tres de la tarde, un grupo de más de 200 policías, montados en ocho camiones de la Comandancia de Policía del Estado del Delta, se dirigieron al pueblo de Afiesere. [...] Al llegar, se pusieron a disparar arbitrariamente. Según lo que se contó en la prensa, los aldeanos, incluidos los niños y las mujeres, pusieron pies en polvorosa para escapar de las balas de los policías asaltantes. Los que no pudieron escapar murieron o quedaron heridos por los disparos. Los policías saquearon varias tiendas y casas antes de prenderles fuego. Cuando se retiraron por fin alrededor de las cinco y media de la tarde, yacían muertas 22 personas y habían ardido 60 casas y 15 vehículos. La policía prendió fuego también a dos cadáveres; otros se los llevaron y los arrojaron al monte. Otras cinco víctimas, en su mayor parte personas de edad, murieron, se dice, de la conmoción que les causó el incidente.

Aunque es verdad que no todo está perdido en Nigeria —en 2007 llevó a cabo el primer traspaso pacífico de poder entre gobiernos de civiles y las tasas de crímenes cayeron en Lagos considerablemente en 2009—, sigue siendo un lugar peligroso para vivir. Pese a que el producto interior bruto de Nigeria ha crecido hasta ser el segundo mayor del continente africano, Lagos es una ciudad de barrios de chabolas y —como otras ciudades chabolistas de África, Asia y Latinoamérica— una viva ilustración de un mundo que no queremos. Está claro que para construir tecnópolis refulgentes no basta con la urbanización y el crecimiento económico.

El África subsahariana es un grupo de países rebosantes de recursos naturales y agrícolas. Muchos tienen democracias efectivas, unas más y otras menos. Sin embargo, el colonialismo, unas fronteras absurdas, las lealtades tribales, el virus del sida y otros problemas los tienen empantanados en una cenagosa pobreza. Casi dos tercios de sus pueblos y ciudades son suburbios miserables. Recuérdese que, conforme a las presentes tendencias del crecimiento, esas poblaciones urbanas del experimento de Lagos se triplicarán en los próximos cuarenta años. Los resultados aún en gestación del experimento de Lagos no presagian nada bueno para ese nuevo urbanismo africano. Según las conservadoras normas fundamentales de nuestro experimento mental, cuesta concebir cómo podrán eliminarse tantos problemas de la noche a la mañana. Imagino que buena parte de la región subsahariana —la cuna de nuestra especie— será en 2050 un lugar degradado, ruinoso, hacinado y peligroso.

No solo está cambiando la geografía de la población mundial; también lo hace la de la riqueza. El impacto económico de casi dos mil millones de nuevos consumidores en Asia no ha sido pasado por alto por los economistas. Al contrario que en la situación de África, todo indica que las ascendentes ciudades de Asia serán modernas, globalizadas y prósperas. En una evaluación reflexiva, previsor, del Consejo Nacional de Inteligencia de Estados Unidos se escribe:<sup>22</sup>

El sistema internacional —tal y como quedó construido tras la Segunda Guerra Mundial— apenas si será reconocible en 2025. [...] La transformación está impulsada por una economía globalizadora, marcada por un desplazamiento histórico de la riqueza relativa de Occidente a Oriente y por el creciente peso de nuevos actores, en especial China y la India.

A China y la India —junto con Brasil y Rusia— se los considera gigantes económicos en ciernes de tal magnitud que se han ganado su propio acrónimo, los BRIC (las iniciales de Brasil, Rusia, India y China), acuñado en 2003 por la compañía de servicios financieros globales Goldman Sachs.<sup>23</sup> Según las proyecciones de los modelos econométricos de Goldman Sachs, PricewaterhouseCoopers, el Centro Japonés de Investigaciones Económicas, el Fondo Monetario Internacional y otros, los BRIC están en camino de desplazar a los actuales líderes económicos más deprisa de lo que cabía pensar, lo que redibujará el mapa del poder económico mundial a lo largo de los próximos cuarenta años.<sup>24</sup>

Las tres mayores economías del mundo son hoy Estados Unidos, Japón y Alemania. Pero para 2050 la mayoría de los modelos prevén que China y la India dejarán en nada a todos excepto a Estados Unidos. El modelo de Goldman Sachs, por ejemplo, prevé que el producto interior bruto de Estados Unidos habrá subido para entonces de 10,1 billones de dólares a 35,1, el de Japón de 4,4 billones de dólares a 6,7 y el de Alemania de 1,9 a 3,6. En cambio, se prevé que el producto interior indio crezca de 0,5 billones de dólares a 27,8 y el de China de 1,4 a nada menos que 44,4. Se espera que Brasil y Rusia pasen de 0,5 a 6,1 y de 0,4 a 5,9 billones de dólares, respectivamente.<sup>25</sup> China, pues, sobrepasaría a Estados Unidos como la mayor economía del mundo y la India sería la tercera.

La crisis económica mundial de 2008-2009 no ha hecho más que confirmar ese panorama. Mientras las economías de Estados Unidos, Japón y Alemania menguaban, las de Brasil, la India y China crecieron un 2 por ciento, un 6 por ciento y un 9 por ciento al año, respectivamente.<sup>26</sup> A finales de 2009, Brasil, uno de los últimos países en entrar en la crisis y uno de los primeros en salir, ya estaba creciendo al 5 por ciento anual y había cogido el paso para convertirse en la quinta economía mundial antes incluso de lo previsto por Goldman Sachs; a Gran Bretaña y Francia los va a sobrepasar algún tiempo después de 2014.<sup>27</sup> Las nuevas modelizaciones de la Fundación Carnegie para la Paz Internacional, efectuadas tras la crisis, confirman que el producto interior bruto de China sobrepasará al de Estados Unidos seguramente hacia 2032. En 2050, las tres mayores economías del mundo seguirían siendo China (45,6 billones), Estados Unidos (38,6 billones) y la India (17,8 billones).<sup>28</sup>

Puede que estas tasas de crecimiento parezcan impresionantes, pero en realidad son menos espectaculares que las que disfrutó Japón en los treinta años entre 1955 y 1985. Si estas extrapolaciones económicas de los modelos son válidas —y conforme a nuestra regla fundamental de que «los modelos son suficientemente buenos», supondremos que lo son—, el mundo pasará de tener una economía gigante a tener tres. De las tres originales, solo se mantendrá Estados Unidos, en un distante segundo lugar detrás de China. El peso relativo en la escena mundial de Japón, Alemania y demás miembros relegados del G-6 original (Francia, Italia y el Reino Unido) disminuirá.

Así pues, que China y la India se encaminen a destronar a las economías que originalmente formaron el G-6, ¿qué significará para usted? ¿Disfrutarán pronto los chinos y los indios de formas de vida más suntuosas que alemanes e italianos? ¿Emigrarán los parisinos a São Paulo en busca de una remuneración mejor y de un futuro más feliz para sus hijos?

Casi con toda seguridad, no. Recuerde que uno de los grandes impulsores de este crecimiento económico es el aumento de la población urbana y la modernización. Las economías de China y la India *han* de crecer para mantener eso. Si no lo hiciesen, la renta per cápita disminuiría. El coste de la vida tendría que disminuir, en vez de aumentar. Las cosas no funcionan así. ¿Se imagina que todos aquellos inmigrantes rurales, pobres, que llegaban a miles y miles a Nueva York a principios del siglo xx hubieran hecho que los precios de la alimentación y de la vivienda bajasen?

No. Las ciudades ascendentes de Asia exigen que las economías de China y la India crezcan hasta ser varias veces mayores, lo que multiplicará también las rentas per cápita en esos países. Sin embargo, ese progreso en la riqueza persona seguirá siendo relativo a las rentas per cápita bajísimas de hoy (que son de menos de 3.000 dólares al año en ambos países para 2010). Con la sola excepción de Rusia,<sup>29</sup> no se espera que las rentas por persona de los BRIC superen las de Francia, Alemania, Italia, Japón, el Reino Unido o Estados Unidos para 2050. Un indio de hoy gana en promedio menos de la trigésima parte de la renta media de un británico.<sup>30</sup> En 2050 ganará menos de un tercio que este. Es una mejora en un factor de diez, qué duda cabe, pero la diferencia seguirá siendo muy grande. El modelo de Goldman Sachs, por ejemplo, prevé que el trabajador chino mediano gane alrededor de 31.000 dólares anuales en 2050. Es mucho más que en 2010 (2.200 al año), pero sigue quedando considerablemente por debajo de las rentas per cápita de Italia (41.000 dólares), Alemania (49.000), Francia (52.000), el Reino Unido (59.000), Japón (67.000) y Estados Unidos (83.000).

En cuanto al nivel geopolítico nacional, sin embargo, que haya nuevas superpotencias supone que haya alianzas complicadas y cambiantes. Que haya más superpotencias presagia intensas rivalidades estratégicas por el comercio, la inversión extranjera y los recursos naturales. Significa que habrá más líderes políticos poderosos en el mundo, y la historia nos dice que las ideas importan. Las decisiones que tomaron Vladímir Lenin, Iósiv Stalin, Adolf Hitler, Mao Zedong,

Winston Churchill, Franklin D. Roosevelt, Harry Truman y George W. Bush tendrán eco durante muchos años. Las zonas de falla de las divisiones históricas, culturales y religiosas lo atraviesan todo. «Los malos resultados no son inevitables», concluye el informe del Consejo Nacional de Inteligencia, pero «las tendencias de hoy parecen encaminarse hacia un mundo que podría estar más fragmentado y ser más conflictivo».<sup>31</sup>

No cabe dentro de lo posible adivinar las decisiones que tomarán los líderes políticos del futuro. Pero lo que sí podemos predecir es que una variedad de presiones demográficas, económicas y relativas a los recursos conformarán el contexto y las opciones de que dispondrán. Vamos a toda velocidad hacia un mundo que en 2050 tendrá casi un 40 por ciento más de habitantes y una demanda duplicada de comida. Nos estamos transformando, de especie rural y pobre en especie urbana y próspera. Estamos en medio de una transferencia histórica de dinero y poder del oeste al este. La mala noticia, como hemos visto en Lagos, es que en algunas partes del mundo estamos mal preparados para vérnoslas con esos cambios. La buena nueva es que en nuestra prisa por urbanizarnos quizá hayamos dado con las pinzas de oro que desactivarán la bomba demográfica de Ehrlich.

## VEO VIEJOS

Estas megatendencias tienen consecuencias en las personas. Si soy sincero, he de reconocer que, con vistas al largo plazo, he empezado a invertir en acciones de farmacéuticas. Es que desde ahora mismo el mundo se va a ir llenando de viejos.

La demografía podría ser la disciplina académica más apasionante que haya usted estudiado nunca. Bajo su aburrido nombre y secas estadísticas se esconden emocionantes historias de sexo y muerte, del ascenso y caída de los pueblos, de las razones por las que los inmigrantes deciden hacer el petate e irse a otra parte, del futuro de las pensiones y de nuestros hijos. Desvela grandes sorpresas, como que el llamado «crisol» americano es un mito.<sup>32</sup> Combinar los bancos de datos del censo y de los registros nacionales con números de nacimientos, muertes y matrimonios quizá no parezca muy divertido, pero saca a la luz un mundo nuevo. En esos datos se encierra la hoja de ruta de nuestro futuro, inscrita ya en el presente.

Pensemos en el *baby boom*, es decir, en la abundancia de niños nacidos tras la Segunda Guerra Mundial en Estados Unidos. Como en una serpiente que engulle una presa grande, ese engrosamiento en la distribución de edades se ha ido propagando a lo largo de los años y ha desencadenado a su paso todo tipo de transformaciones económicas y culturales. Muchas de ellas —la demanda de médicos, los viajes de vacaciones y el consumo de Viagra a medida que esos niños iban cumpliendo sesenta años— estaban previstas desde hace mucho. Como a todas las

explosiones de la natalidad, a esta la siguió, una generación después, un «eco» más débil, lo que también era predecible.

«El impulso de la población» es otro ejemplo de cómo se puede predecir el futuro demográfico. Incluso cuando la tasa de fertilidad media de una sociedad<sup>33</sup> cae de repente, su población seguirá creciendo veinte años después como consecuencia de la abundancia de nuevos padres generada cuando las tasas de fertilidad eran grandes.<sup>34</sup> Lo mismo ocurre en el sentido opuesto: aunque suba la fertilidad, los países envejecidos seguirán menguando como consecuencia de la pequeñez de la cohorte de padres nacidos cuando las tasas de fertilidad todavía eran bajas.

La explosión sin precedentes del número de habitantes de la Tierra se produjo porque los nacimientos empezaron a ser más que los fallecimientos, pero no es eso lo único que cuenta. La noción de «transición demográfica», descrita en el capítulo 1, nace de lo sucedido en Europa y Estados Unidos. Y parece que ahora se está produciendo también en el resto del mundo. Recuerde que la transición demográfica tiene cuatro etapas:

1. tasas de natalidad y de mortalidad altas y parecidas (es, por ejemplo, el caso de la era preindustrial, con una población humana total pequeña y hasta cierto punto estable), tras lo que viene
2. una caída de los fallecimientos pero no de los nacimientos (empieza una explosión demográfica), tras lo que viene
3. una caída de los nacimientos (siguen la explosión, pero decelerada), y por último vienen 4. tasas de natalidad y mortalidad bajas y parecidas (la población se estabiliza en un nuevo número total, más alto).

La mayoría de los países de la OCDE ya han pasado por esas tres etapas y —excepto los que permiten niveles altos de inmigración, como Estados Unidos— tienen poblaciones estabilizadas, incluso decrecientes. La mayoría de las naciones en vías de desarrollo, en cambio, están todavía en la segunda fase o en los comienzos de la tercera. Por lo tanto, la escalada de la población mundial no ha terminado aún.

Una vez la población entra en la fase 3, su tasa neta de crecimiento empieza a disminuir, y eso es lo que en general ha venido ocurriendo, en diferentes momentos y en diferente grado, en la mayor parte del mundo. En promedio, las tasas de crecimiento de los países en vías de desarrollo han disminuido desde alrededor de un 2,3 por ciento al año en 1950 hasta un 1,8 por ciento en 2007. Expresada mediante el «plazo de duplicación» (el número de años que tarda una población en doblarse), significa que hemos frenado el paso y en 2007 doblábamos la población de los países en vías de desarrollo cada cuarenta años cuando en 1950 lo hacíamos, más o menos, cada treinta.

Como hemos visto en el capítulo 1, la urbanización, la modernización y el aumento del poder de

las mujeres hace que las tasas de fertilidad decaigan, lo que franquea el paso a la fase final de la transición demográfica. Dicho de otra manera, la urbanización de la sociedad —si además está asociada a la modernización y los derechos de las mujeres— ayuda a frenar la tasa de crecimiento. Hay, por supuesto, excepciones a esta tendencia, pero a medida que estos fenómenos sigan extendiéndose por el mundo en desarrollo se espera que la explosión de la población mundial que tanto temían Thomas Malthus y Paul Ehrlich se decelere. En los países que se encuentran en la última fase y reciben pocos inmigrantes, como Japón e Italia, y en regiones como el este de Europa, la población no solo se ha estabilizado, sino que está disminuyendo. Suponiendo que las tasas de fertilidad sigan disminuyendo como lo están haciendo ahora, nos encaminamos hacia una población mundial total de alrededor de 9.200 millones de habitantes en 2050, y a partir de ese momento seguiremos creciendo, pero a un ritmo más o menos la mitad del actual.<sup>35</sup>

Uno de los efectos a largo plazo más profundos de que las mujeres tengan menos hijos es el sesgo que así adquiere la distribución de las edades en la sociedad hacia una mayor presencia de las personas de edad (la pulsación que, a causa del impulso de la población, recorre la distribución a lo largo del tiempo solo es transitoria). Eso es precisamente lo que ahora ha empezado a pasar, en diversos estadios, a lo largo y ancho del mundo (la mejora de la asistencia sanitaria, claro está, también dilata la esperanza de vida, lo que aumenta aún más la proporción de personas mayores). Los demógrafos están de acuerdo en que nos estamos precipitando, no ya hacia un mundo más urbano, sino hacia uno más canoso. Tampoco esto tiene precedentes en la historia de la humanidad. Durante el 99,9 por ciento del tiempo que hace que los seres humanos estamos en la Tierra, nuestra esperanza de vida ha sido de treinta años o menos. Los arqueólogos no han desenterrado nunca los restos de nadie de más de cincuenta años.<sup>36</sup>

Este envejecimiento afectará a unos lugares antes y con más intensidad que a otros. Japón, con una edad mediana de 44,6 años,<sup>37</sup> es actualmente el país más viejo. Por el contrario, la edad mediana de Pakistán es de solo 22,1 años, ni la mitad de la de los japoneses. Pakistán es joven; Japón está lleno de gente mayor. Pero ambos países encanecerán en los próximos cuarenta años. En 2050, la edad mediana subirá en Pakistán doce años, hasta los 34; en Japón, diez años, hasta los 55.

Cuando era joven, recuerdo haber visto en las revistas anuncios dirigidos a personas que pensaban jubilarse a los cincuenta y cinco años. En cuarenta años, nada menos que la mitad de los japoneses tendrá, como poco, esa edad. En la página siguiente, una tabla muestra cómo se concretará la tendencia al envejecimiento en algunos otros países en los próximos cuarenta años.<sup>38</sup>

Como la tabla dejar ver claramente con solo dieciséis ejemplos, en el mundo hay hoy grandes contrastes de edad, y en el futuro los habrá aún mayores. Corea, Rusia y China se unirán a Japón como grandes naciones geriátricas del mundo. Los mexicanos serán más viejos que los estadounidenses. Las edades medianas serán mayores en todas partes, pero Corea, Vietnam,



México e Irán envejecerán radicalmente: quince años o más. Solo los países más pobres y menos desarrollados —como Afganistán, Somalia y la República Democrática del Congo— tendrán todavía en 2050 poblaciones jóvenes; pero incluso ellos serán algo más viejos que hoy.

ALGUNAS PAUTAS DE ENVEJECIMIENTO PARA 2050  
(edad mediana, en años)

País	2010	2050	Cambio
República de Corea	38,0	54,9	(+ 17 años)
Federación Rusa	37,9	45,3	(+ 7 años)
China	34,9	45,0	(+ 10 años)
Alemania	44,2	44,9	(+ 1 año)
Reino Unido	40,0	43,4	(+ 3 años)
México	27,5	43,1	(+16 años)
Chile	32,1	43,1	(+ 11 años)
Vietnam	26,9	41,6	(+ 15 años)
Estados Unidos	36,5	41,1	(+ 5 años)
Irán	25,9	40,6	(+ 15 años)
Brasil	28,5	40,4	(+ 12 años)
Argentina	30,2	40,3	(+ 10 años)
India	25,0	38,6	(+ 14 años)
Arabia Saudí	24,4	36,0	(+ 12 años)
Irak	19,6	31,1	(+ 12 años)
Afganistán	16,7	23,0	(+ 6 años)

FUENTE: División de Población de las Naciones Unidas.

Este centón de pautas de edad tan diferentes entre unas partes del planeta y otras deriva sobre todo del momento en que se producen las transiciones de la fertilidad: de cuándo las explosiones de nacimientos y sus ecos ocurren y, lo que es aún más importante, de cuándo las tasas de fertilidad empiezan a bajar.<sup>39</sup> En muchos países de la OCDE empezó a suceder a finales de la década de 1950, así que el envejecimiento está cerca ya de su final. Las edades medianas ya son bastante altas hoy y para 2050 solo habrán crecido en seis años. El mismo proceso está ahora en marcha en los países en vías de desarrollo, donde el descenso de la fertilidad que empezó en las décadas de 1960, 1970 y 1980 desencadenará sucesivas oleadas de envejecimiento a lo largo del planeta en los próximos años.

El director Ridley Scott imaginó en su película de 1982 *Blade Runner* que la ciudad donde vivo, Los Ángeles, estaría llena de japoneses en 2019. A la luz del poder económico de Japón en aquel momento, no cuesta ver de dónde venía la idea. Pero el señor Scott debería haber consultado a un demógrafo, porque no comprendo de dónde van a salir todos esos pobladores

japoneses. A lo largo de los próximos cuarenta años, Japón perderá alrededor del 20 por ciento de su población.

Una población entrada en años, ¿es algo bueno o malo? Está claro que reporta algunas ventajas: quizá una sociedad más sabia, menos violenta, por ejemplo. Pero también sobrecarga el sistema sanitario,<sup>40</sup> y desde una perspectiva económica eleva en términos absolutos la carga que recae sobre los trabajadores más jóvenes. Los economistas le prestan mucha atención a algo a lo que llaman «razón de dependencia de las personas de edad», que se suele calcular como el porcentaje de las personas de 65 años o más con respecto a las que están en «edad laboral», es decir, entre los 15 y los 64.<sup>41</sup> En 2050, la dependencia de las personas de edad será mayor en todas las partes del mundo. Hay lugares, como Corea, España e Italia, que tendrán razones de dependencia de las personas de edad de más del 60 por ciento; es decir, apenas 16 personas en edad laboral por cada 10 personas mayores. Japón, con una razón de dependencia del 74 por ciento, solo tendrá 13.

En otras partes, la razón de dependencia será menor, pero el choque de la transición será mayor. En comparación con 2010, las razones de dependencia se cuadruplicarán con creces en Irán, Singapur y Corea, y más que se triplicarán en China, México, Brasil, Cuba, Turquía, Argelia, Tailandia, Vietnam, Indonesia y Arabia Saudí. Muchos de estos países tienen hoy fuerzas laborales grandes y jóvenes que atraen a las empresas globales en su incansable búsqueda de mano de obra. Pero en 2050 Estados Unidos quizá se halle en la desacostumbrada circunstancia de ser incapaz de encontrar suficientes trabajadores agrícolas emigrantes en la envejecida fuerza laboral mexicana.

Está claro que la idea entera de «retiro» está a punto de sufrir una profunda reconsideración. Habrá que trabajar hasta más tarde en la vida, al menos a tiempo parcial, y quizá mientras se pueda. No es necesariamente algo malo, ya que hay indicios de que la mayor parte de la gente sería más feliz si la jubilación fuese gradual,<sup>42</sup> siempre y cuando perciban que pueden elegir.<sup>43</sup> Por otra parte, ya ha empezado una «oleada de crímenes de pelo blanco» en Japón: los arrestos de pensionistas en apuros de más de sesenta y cinco años se han duplicado —sobre todo por robos en las tiendas y por carterismo—, y el número de los encarcelados se ha triplicado, hasta comprender el 10 por ciento de la población penal japonesa.<sup>44</sup> Es también obvio que tendrá que haber algunos cambios culturales importantes en el modo en que se trata y valora a las personas de edad. «La sociedad tiene que aprender que la vejez y la juventud deben valorarse por igual — escribe Leonard Hayflick, de la Facultad de Medicina de la Universidad de California en San Francisco—, aunque solo sea por la razón de que la juventud de los países desarrollados tiene unas excelentes posibilidades de experimentar ese fenómeno que tiene ahora quizá en tan baja estima.»<sup>45</sup>

También habrá que reconsiderar profundamente el valor que los países les dan a los inmigrantes extranjeros y el modo en que los tratan. A medida que el mundo encanezca, los jóvenes cualificados serán un recurso cada vez más codiciado, tanto para la inmigración directa como para

las reservas de trabajo globalizadas de fuera. Esto crea la oportunidad de que emerjan nuevos tigres económicos cuando los actuales «engrosamientos de jóvenes de la distribución de edades» maduren y se conviertan en «engrosamientos de trabajadores» en Turquía, Líbano, Irán, Marruecos, Argelia, Túnez, Colombia, Costa Rica, Chile, Vietnam, Indonesia y Malaisia, países que ofrecen una mano de obra razonablemente bien instruida y un entorno propicio para los negocios.<sup>46</sup> Un mundo encanecido también augura que le irá bien al empleo femenino en lugares que actualmente lo desalientan, pues dejar que las mujeres entren en la fuerza de trabajo es la manera más rápida y segura de duplicarla. Los países donde las mujeres no trabajan por razones religiosas o culturales experimentarán un incentivo económico cada vez más poderoso para abandonar esa tradición antes de 2050.

El punto siguiente tendrá más adelante particular importancia en este libro. En un mundo que envejece, les irá mejor a los países que mejor sepan atraer a los trabajadores cualificados extranjeros. Los primeros signos de que este será un planeta de emigrantes ya están aquí. En 2008, unos doscientos millones de personas —el 3 por ciento de la población mundial— vivían fuera de sus países de origen. En la mayoría de los países de la OCDE, la proporción de personas nacidas en el extranjero era de más del 10 por ciento, incluso en aquellos, como Grecia e Irlanda, en los que los emigrantes salían en vez de entrar.<sup>47</sup> Los trabajadores extranjeros benefician tanto a su propia tierra como a las economías que los albergan: el Banco Mundial calcula que las remesas ultramarinas hacia los países pobres sumaron 283.000 millones de dólares en 2008 y constituyen una parte enorme del producto interior bruto de países como Tayikistán (46 por ciento), Moldavia (38 por ciento) y Líbano (24 por ciento).

Y en 2050, ¿qué pasará cuando las residencias de ancianos de México, China e Irán se abarrotan? ¿Quién se encargará de los ordenadores y del cuidado de los residentes? A no ser que el mundo entero haya entrado en una era robótica plenamente desarrollada para entonces, seguiremos necesitando jóvenes para hacer las cosas. Pero ¿de dónde van a salir?

Hacer una previsión demográfica de esto es difícil, ya que esos jóvenes no han nacido todavía. Sin embargo, según la actual estructura de las poblaciones, en 2050 los países más jóvenes serán aquellos donde las tasas de fertilidad son hoy mayores: los países menos modernizados. Somalia, Afganistán, Yemen, Cisjordania y Gaza, Etiopía y buena parte del África subsahariana ofrecerán juventud al mundo en 2050.

Una pregunta esencial, aún sin responder, es la de si los países más pobres podrán convertir su ventaja demográfica venidera en la nueva mano de obra cualificada que habrá de atender a un mundo de personas mayores. No basta con tener un montón de jóvenes corriendo por ahí. Se requieren además mejoras enormes en educación, buen gobierno y seguridad. En lugares donde hoy no es corriente, las mujeres tendrán que empezar a ir a la escuela y a trabajar. El terrorismo tiene que estar lo suficientemente aplacado para que los países que necesitan trabajadores jóvenes acepten inmigrantes de los países que los tienen. Tengo la esperanza de que podrán lograrse estas

cosas para el año 2050, así como de que se llevará a cabo un programa mundial de trabajadores cualificados. Yo tendré entonces ochenta y dos años, y no puedo imaginarme nada más solitario que un robot sea el que tenga que darme la vuelta en la cama.

## Hierro, petróleo y viento

*Todo lo que quiero hacer es darte las gracias  
aunque no sé quién eres.  
Me dejaste cambiar de carril  
cuando iba conduciendo en mi coche.*

Letra de «Whoever You Are», de Geggy Tah (1996)

Saco mi 4 × 4 compacto del tráfico y voy a la gasolinera de Mobil en Cahuenga Pass, junto a la autopista 101, en Los Ángeles. Las enormes letras blancas del letrero de Hollywood se ciernen bien por encima de mí, en los altos de las montañas de Santa Mónica. Las nueve letras destellan orgullosamente sobre una floreciente y joven megaciudad que apenas si existía hace cien años.

Veo un surtidor abierto y me bajo del coche. Saco garbosamente la tarjeta de crédito y marco el código secreto. Elijo el octanaje, levanto la boquilla de la manguera de su soporte y la introduzco en el orificio del depósito. Mientras agarro el mango, noto que su metal se enfría con el combustible que desde el tanque subterráneo sube hasta el depósito de mi coche. Es una operación simple, que se hace sin pensar y que he repetido miles de veces desde que tenía diecisiete años. No pienso en lo que hago más de lo que tengo que pensar al lavarme las manos o beberme un vaso de zumo de naranja. Pero la verdad es que debería apreciarlo más. En Los Ángeles el elixir de la vida no es el bótox: es la gasolina.



El hombre medio tendría que trabajar diez horas al día, durante dos meses completos, para hacer tanto trabajo físico como medio litro escaso de crudo de petróleo. No es extraño que hayamos abandonado los caballos y los carruajes por los vehículos movidos por petróleo. Esta materia prima, de la que se refinan todas las gasolinas, los diésels y los combustibles de los reactores, es una sustancia milagrosa. Es hoy el combustible del 99 por ciento de los vehículos a motor. Y es mucho más que solo un combustible para el transporte: es un ingrediente esencial de casi todo lo que hacemos. Nuestros plásticos, lubricantes, cosméticos y fármacos, y millones de otros productos, derivan de una u otra forma del petróleo. Los alimentos se cultivan con petróleo. Así

que, aparte de ese líquido que bombeaba a mi depósito de gasolina, en petróleo estaba sentado mientras conducía y petróleo bebía al tomar el café de mi taza

Desde la revolución industrial, el petróleo, el carbón, el gas natural y los metales han mejorado casi todos los aspectos de la vida humana. Antes, la norma era una existencia miserable, se viviese en el país que se viviese. Es ingenuo imaginar románticamente el siglo XVIII como un tiempo más sencillo y feliz: la vida de los campesinos y habitantes de las ciudades de entonces era una lucha constante. Sin combustibles fósiles y sin metales nuestra vida sería muy diferente. La actual megatendencia hacia la urbanización y las ciudades gigantescas ni siquiera existiría.

La ciudad moderna sobrevive gracias a que el mundo natural —los campos, bosques, minas, fuentes y ríos lejanos— la reavituallan sin cesar. Escudriñamos el planeta en busca de hidrocarburos para expedirlos a las centrales de energía, porque así estas podrán lanzar electricidad por kilómetros y kilómetros de hilo de cobre. Sacamos agua del curso de ríos cuyas lejanas cabeceras beben de nieves y hielos. Las plantas y los animales se cultivan o crían en otros lugares, se los mata y nos los envían para que los comamos. Vientos, ríos y mareas se llevan nuestras heces y desechos. Si este constante flujo de la naturaleza no llegase hasta nuestras ciudades, tendríamos que dispersarnos o morir.

Esta dependencia que las ciudades tienen del mundo natural en su exterior es un vínculo profundo sobre el que sus habitantes apenas si piensan, si es que piensan en él alguna vez. Al revés que un campesino uzbeko que se mata a trabajar, a los urbanitas modernos no les preocupa mucho si tendrán agua y comida, sino si tendrán buena salud y un puesto de trabajo. Pero el que no haya conciencia de esa dependencia no hace que esta sea menos profunda. Las ciudades suecas, por ejemplo, importan, como poco, veintidós toneladas de combustible fósil, agua y minerales por persona al año.<sup>1</sup> En un solo año, la creciente ciudad de Lisboa engulle alrededor de 11,2 millones de toneladas de materiales (en cosas como comida, gasolina y cemento) y segrega solo 2,297 millones de toneladas de material (en cosas como aguas residuales, polución del aire y basura).<sup>2</sup> Son veinte toneladas que entran y solo cuatro que salen por cada uno de los 560.000 habitantes de Lisboa. La diferencia —casi nueve millones de toneladas— se queda en Lisboa, en su mayor parte en la forma de nuevos edificios y vertederos más llenos. Por lo tanto, las ciudades no solo se *alimentan* de su base externa natural de recursos, sino que *retienen* lo que le toman y *crecen* gracias a ella.<sup>3</sup>

Está claro, pues, que nuestra carrera mundial por urbanizar no significa que se le dé un descanso al mundo natural. Como hemos visto en el capítulo anterior, cuando la gente se desplaza a las ciudades modernas el consumo no baja, sube. Y las ciudades importan todo tipo de materiales aparte de la comida, el agua y los bienes de consumo. Carreteras, edificios y centrales de energía necesitan grandes tonelajes de acero, productos químicos, madera, agua e hidrocarburos. Hasta en las zonas rurales: a los campesinos que se marchan los sustituyen tractores y petroquímicas.<sup>4</sup>

Tal y como se ha descrito en los dos capítulos anteriores, el mundo en desarrollo experimentará un crecimiento urbano y económico extraordinario a lo largo de los próximos cuarenta años. ¿Qué presagia para nuestra tercera fuerza mundial, es decir, para la demanda de recursos naturales? ¿Nos esperan guerras del petróleo y precios enloquecidos del acero? ¿Bosques talados y fuentes de agua secas? ¿Estamos a punto de quedarnos sin las materias primas que nuestras ciudades y campos mecanizados tan desesperadamente necesitan?

¿NOS ESTAMOS QUEDANDO SIN RECURSOS?

El debate sobre los recursos naturales, y sobre si se están agotando, es acalorado. Sorprende lo viejo que es. Hasta Aristóteles escribió sobre él. En 1798, la primera edición del *Ensayo sobre el principio de la población* de Thomas Malthus sostenía que el crecimiento exponencial de la población humana, comparado con el crecimiento aritmético del área de tierra cultivable, debe conducir en última instancia a que sobrepasemos el suministro de alimentos posible, y nos arrastrará de modo inevitable a un mundo brutal de hambrunas y violencia.<sup>5</sup> Entre las ideas más odiosas de Malthus estaba la de que los programas sociales carecían de sentido porque gracias a ellos los pobres podían tener más hijos, lo que empeoraba el problema.

No sorprende que las ideas de Malthus enfureciesen a muchos cuando aún vivía y después. Entre sus críticos más vehementes estuvieron John Stuart Mill, Karl Marx, Friedrich Engels y Vladímir Ilich Lenin; esgrimían sobre todo que era la iniquidad social, no la escasez de recursos, la causa raíz del sufrimiento humano. Más de dos siglos después de la publicación de aquel sucinto libro, la batalla no ha cesado; ahora enfrenta a los modernos «neomalthusianos», como Paul Ehrlich, de la Universidad de Stanford, contra adversarios como el ya fallecido Julian Simon, de la Universidad de Illinois.<sup>6</sup> El debate se ha ampliado hasta mucho más allá de la producción de alimentos; ahora se refiere a todo tipo de productos naturales.<sup>7</sup>

La manera más sencilla de introducir el debate consiste en empezar por las materias primas finitas y no renovables esenciales para los empeños humanos modernos, como los metales y los hidrocarburos fósiles (nos fijaremos en el agua, los alimentos y los hidrocarburos renovables más adelante). ¿Nos estamos quedando sin ellos?

Tabulemos las estimaciones de la magnitud de los depósitos geológicos ya descubiertos y de los que sabemos que tienen la calidad suficiente para que se puedan explotar rentablemente mañana mismo si fuese necesario. A estas cantidades se las llama «reservas demostradas», o simplemente «reservas». Es un cálculo simple, pues, que consiste en dividir las reservas totales mundiales por su actual ritmo de agotamiento (es decir, el ritmo anual de producción) para ver cuántos años nos quedan antes de que se agoten las reservas actuales. A esta medida simple se la llama el R/P (reserva/producción) o el «índice de vida» del recurso. En la página siguiente hay algunos

ejemplos de reservas mundiales demostradas (totales y per cápita) y los R/P de 22 recursos no renovables especialmente útiles.

De estos datos se desprenden dos observaciones. La primera, que la abundancia absoluta de una reserva no siempre predice bien cuándo se agotará. Está previsto que, al ritmo de producción de hoy, las reservas mundiales de petróleo actuales se agoten dentro de solo 42 años pese a que son las segundas de la tabla con cerca de 200.000 millones de toneladas (unas 24 toneladas por ser humano que vive sobre la Tierra), mientras que el suministro de magnesio parece que durará 4.481 años más pese a que su cantidad total solo es 1/75 veces la del petróleo. Parece que al platino le quedan 150 años pese a que es dos millones de veces más escaso (solo hay cien gramos por cada ser humano).

La segunda observación se refiere a la enorme variedad de los R/P: hay reservas de las que se espera que se agoten dentro de solo ocho años y otras que durarán cientos de años, miles incluso. Las reservas demostradas de magnesio, por ejemplo, parecen bastar para que mantengamos el presente ritmo de consumo durante 6.491 años. Llama la atención que los precios de las mercancías no tengan que reflejar eso por necesidad. Por ejemplo, la plata y el plomo se pueden comprar mucho más barato que el platino pese a que sus índices de vida son más cortos.

¿Por qué? ¿Es posible que los mercados se equivoquen? Antes de que corra a atesorar lingotes de plomo, comprenda que valerse de este enfoque simple, en el que las cantidades solo pueden disminuir, para prever en qué medida escasearán los recursos en el futuro está plagado de defectos. Uno obvio: no todos los recursos «no renovables» se destruyen irreparablemente al ser usados, sino que cabe reciclarlos. Esto es cierto en particular con los metales. Hoy se reciclan mucho el plomo y el aluminio, por ejemplo. Un segundo defecto es que las reservas demostradas no solo se consumen, sino que también reciben aportes, ya que con el tiempo se van descubriendo nuevos depósitos, las técnicas de extracción mejoran y los precios de las materias primas suben. Esto último puede hacer que un depósito de baja ley pase a ser económicamente viable, lo que le añade a la lista de las reservas demostradas aunque no haya habido ningún descubrimiento geológico nuevo. Y para un economista, un gran problema de las razones R/P es la suposición implícita de que el coste de producción de todas esas toneladas es el mismo en cualquier parte del mundo, cuando sabemos que no es así.



RESERVAS MUNDIALES DEMOSTRADAS DE ALGUNOS RECURSOS NATURALES IMPORTANTES

Recurso	Reservas demostradas (toneladas)	Toneladas por persona	R/P (índice de vida, en años)	Usos importantes
Carbón	847.488.000.000	124	133	energía
Petróleo	168.600.000.000	25	42	energía
Gas natural (en equiv. de gas natural licuado)	128.611.000.000	19	60	energía
Hierro	70.000.000.000	10	72	acero
Bauxita (aluminio)	23.000.000.000	3	148	muebles
Magnesio	2.200.000.000	0,3	4.481	aleaciones, refractarios, agricultura
Cobre	470.000.000	0,1	35	construcción, electricidad, electrónica
Titanio	470.000.000	0,1	90	industrial, catalizadores, almiración, aeroespacial
Zinc	220.000.000	0,03	24	recubrimientos, aleaciones, suplementos
Plomo	67.000.000	0,01	22	baterías, pigmentos
Níquel	62.000.000	0,01	21	acero inoxidable, superaleaciones, baterías
Cobalto	7.000.000	0,001	171	superaleaciones, imanes, sustancias químicas
Estanho	6.100.000	0,001	24	placado, electrónica, construcción
Litio	4.100.000	0,0006	291	cerámicas, baterías, fármacos
Uranio	3.537.000	0,0005	97	energía
Tungsteno	2.900.000	0,0004	63	herramientas cortantes, superaleaciones, eléctrico
Cadmio	600.000	0,0001	35	Baterías de NiCd, pigmentos, recubrimientos
Plata	270.000	0,00004	14	electrónica, joyería, imersiones
Platino (su grupo)	71.000	0,00001	157	catalizadores, joyería, electrónica
Oro	43.000	0,000006	17	joyería, industrial, inversiones
Telurio	21.000	0,000003	123	aleaciones, catalizadores, semiconductores
Indio	2.500	0,0000004	8	paneles LCD, semiconductores

Fuentes: BP 2008; Servicio Geológico Británico 2005.<sup>8</sup>

En principio, hay aluminio, hierro, zinc y cobre en la corteza terrestre en cantidad suficiente para que le duren a la humanidad millones de años si tuviésemos la energía, la técnica y el deseo necesarios para extraer materiales tan diluidos y no nos importase convertir bajo nuestros pies en minas grandes partes del planeta. Hablar del «agotamiento» de los minerales, al menos en un sentido físico estricto, carece, pues, de sentido.<sup>9, 10</sup> La mejor pregunta, pues, no es «¿Nos quedaremos sin aluminio?», sino «¿Hasta dónde estamos dispuestos a llegar para conseguirlo?».

Estos defectos —no tener en cuenta el reciclado y la tendencia de las reservas demostradas a aumentar con el tiempo al subir los precios, mejorar la tecnología y producirse nuevos descubrimientos— hace que los cálculos del índice de vida R/P, como los tabulados en la página 82, sean demasiado pesimistas. Sin embargo, otros dos factores tienden a hacer que sean demasiado de color de rosa. El primero es que a los gobiernos y las empresas propietarias de un recurso a veces les parece que lo que más les conviene es ser optimistas al evaluar el tamaño de sus reservas demostradas. Esto es particularmente cierto con el petróleo y suscita una gran

preocupación en el caso de Arabia Saudí, que es hoy en día el mayor productor de petróleo del mundo.<sup>11</sup> El segundo problema de los cálculos de los índices de vida es que presupongan que el ritmo actual de consumo no cambiará en el futuro. Como hemos visto en el capítulo anterior, se prevé un crecimiento enorme de la economía y la población de los países en vías de desarrollo. Se espera que el consumo de recursos aumente consiguientemente, lo que abreviaría los índices de vida. A la luz de estas deficiencias, el mejor modo de usar los valores del índice de vida R/P es como ilustración de la situación actual en vez de para hacer previsiones de futuro.

Un enfoque más refinado es el que relaciona el consumo de recursos con el PIB o con algún otro indicador económico, de modo que aumente conforme al crecimiento económico previsto. Los estudios con modelos que añaden este paso indican sin excepción que en 2050 las reservas en el terreno de ciertos metales clave, sobre todo la plata, el oro, el indio, el estaño, el plomo, el zinc y, posiblemente, el cobre estarán esquiladas en un grado muy considerable.<sup>12</sup> También está aumentando la presión sobre algunos metales exóticos (aparte del indio) necesarios para las industrias de la electrónica y la energía, en especial el galio y el germanio para la electrónica, el telurio para la energía solar, el torio para la próxima generación de reactores nucleares, el molibdeno y el cobalto para los catalizadores, y el niobio, el tántalo y el tungsteno para construir materiales sintéticos endurecidos. Está claro que nos encontramos en la transición a un mundo donde algunos metales de uso industrial o bien serán geológicamente raros y estarán sometidos cada vez más a reciclado, o bien no se utilizarán en absoluto y los sustituirán materiales artificiales más baratos.<sup>13</sup> Así que, si bien el agotamiento físico de los minerales no ocurrirá enseguida —y si ocurre lo veremos venir—, quizá quiera guardar bien guardado, pese a todo, un poco de plata y de zinc. Podrían rendirle unos beneficios sustanciosos dentro de cuarenta años.

### ¿QUÉ PASA CON EL PETRÓLEO?

Mucho menos ambiguas son las perspectivas a largo plazo del petróleo convencional. «Convencional» quiere decir que se trata de petróleo en el sentido tradicional de la palabra: un líquido de viscosidad baja que se puede bombear sin demasiadas dificultades desde el subsuelo.<sup>14</sup> Al contrario que los metales, el petróleo no puede reciclarse porque alrededor del 70 por ciento de cada barril lo quemamos como combustible para el transporte. Y al contrario que los filones metálicos, repartidos con distinta ley o concentración por la corteza terrestre, el petróleo convencional es un puro líquido y solo puede hallarse en una variedad muy restringida de conformaciones geológicas. Por lo tanto, una vez se empieza a explotar un nuevo yacimiento, es inevitable que en el curso de varios decenios su producción crezca, llegue a un máximo y decaiga. Esta secuencia es normal y predecible, y es lo que se observa en todos los yacimientos petrolíferos que se han perforado en el mundo.<sup>15</sup>

Durante más de cien años, Estados Unidos fue el mayor productor de petróleo del mundo. En octubre de 1970 su producción nacional llegó a un máximo de algo más de diez millones de barriles al día —viene a ser la producción actual de Arabia Saudí—, y a partir de ahí iría declinando.

Las compañías petroleras estadounidenses emprendieron una búsqueda épica de nuevas reservas en su país. A los diez años, Estados Unidos estaba perforando cuatro veces más pozos que cuando se alcanzó el máximo, pero la producción siguió disminuyendo de todas formas, hasta 8,5 de barriles por día, y cayendo. En diciembre de 2009 era ya solo de 5,3 millones de barriles al día.<sup>16</sup> Eso es lo que vale el «perfora, chico, perfora» como solución a los problemas del suministro de energía.

No se trata solo de una historia americana. Los pozos de petróleo de Bakú, en Azerbaiyán, que fueran los mayores suministradores de Rusia y el objetivo de la invasión del frente oriental por Hitler durante la Segunda Guerra Mundial, están ahora casi vacíos, salvo por las dispersas carcacas de corroídas instalaciones en ruinas. La enorme cuenca del lago Maracaibo, en Venezuela, está en declive. La producción de petróleo llegó a su máximo en Irán en 1978 y ahora apenas si produce la mitad de los seis millones de barriles por día que ofrecía entonces.

La mayor parte del petróleo del mundo procede todavía de yacimientos gigantes y supergigantes descubiertos hace más de cincuenta años. Muchos han empezado ya su declive, entre ellos los de la región de North Slope en Alaska, de Burgan en Kuwait, del mar del Norte y, en México, Cantarell. Arabia Saudí está manteniendo por ahora la producción de su enorme yacimiento de Ghawar, que actualmente proporciona más del 6 por ciento del petróleo mundial, pero al final también entrará en declive.<sup>17</sup>

Un debate común, que no me resulta muy interesante, es el de si la producción mundial de petróleo convencional ha alcanzado ya su máximo, su «pico», o si ese día no ha llegado todavía, si todavía faltan treinta o cuarenta años, digamos. Más allá de ese plazo, las posibilidades de descubrir nuevos yacimientos de petróleo convencional que sean inmensos —del tamaño necesario para mantener aunque sea nuestro ritmo actual de consumo de petróleo, no digamos ya de satisfacer el crecimiento previsto de la demanda— son nimias. Se sigue encontrando petróleo y las técnicas de prospección y extracción siguen mejorando, pero a estas alturas está claro que la producción de petróleo convencional no puede crecer lo suficientemente deprisa como para seguir el paso de los incrementos previstos de la demanda en los próximos cuarenta años.

Las razones de esto van más allá incluso de la escasez geológica; hay también dificultades «por encima del suelo», geopolíticas, infraestructurales, de protección medioambiental y relativas al envejecimiento de la fuerza de trabajo en la industria del petróleo. Muchos de los yacimientos que esperan a ser explotados se encuentran en zonas del Cáucaso y de África peligrosamente inestables.<sup>18</sup> Para que se llegue a explotar un yacimiento hacen falta muchos años y unas inversiones enormes de capital, y cada vez costará más en sudor y en bienes de lo que los

inversores en la energía están acostumbrados. El suministro se restringirá aún más por el hecho de que los productores de petróleo tienen un incentivo económico a largo plazo para limitar la producción de algo que, al fin y al cabo, es un recurso finito. Una gran parte del petróleo mundial está ahora bajo el control de compañías nacionales en vez de transnacionales. Esas compañías, señala el ex secretario de Energía de Estados Unidos Samuel Bodman, empiezan a preguntarse por qué deben producir ahora cuando el mismo petróleo podría reportarles más dinero en el futuro.<sup>19</sup>

El mundo consume actualmente unos 85 millones de barriles de petróleo al día y se predice que la demanda será de 106 millones al día en 2030, pese a la contracción económica de 2008-2009 y la adopción de nuevas políticas gubernamentales que fomenten las fuentes de energía alternativas.<sup>20</sup> Para satisfacer esa demanda, como señalaba no hace mucho otro ex secretario de Energía de Estados Unidos, James Schlesinger, tendremos que encontrar y explotar el equivalente a nueve Arabias Saudíes. La probabilidad de que ocurra tal cosa es absolutamente insignificante.

Y aunque se pudiera aumentar la producción mundial de petróleo, si la producción no pudiese seguir el ritmo de la demanda seguiría habiendo un declive de la oferta. Varios libros describen las situaciones que se podrían dar en el siglo XXI de competencia intensa por el petróleo, hasta llegar al hundimiento económico y la guerra abierta: *Out of Gas*, de David Goodstein, *Guerra por los recursos: el futuro escenario del conflicto global* y *Planeta sediento, recursos menguantes: la nueva geopolítica de la energía*, de Michael Klare, y *Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy*, de Matt Simmons.<sup>21</sup> Estos autores no son escritoruelos, no son alarmistas. Simmons es, de toda la vida, un conocedor de las interioridades del Partido Republicano y de la industria del petróleo, y se le considera por lo general uno de los analistas de datos más inteligentes del ramo. Goodstein es un físico del Caltech y Klare tiene una larga experiencia en políticas militares. «De todos los recursos de que se habla en este libro —escribe Klare en *Guerra por los recursos*—, no hay otro que con más probabilidad pueda provocar conflictos entre estados en el siglo XXI que el petróleo.» Hay abundantes indicios empíricos que respaldan esta aseveración, entre ellos la invasión de Irak en 2003 por Estados Unidos y la guerra en 2008 entre Rusia y Georgia por Osetia del Sur, república secesionista cercana a un corredor de gran importancia estratégica para el transporte del petróleo y el gas del Caspio. La lucha por el control de los yacimientos de petróleo del centro-sur de Sudán ha contribuido a la continua inestabilidad de un país que ha visto quizá trescientos mil muertos y dos millones de desplazados desde 2003.

Es verdad que siempre estamos a solo una perforación del descubrimiento de un nuevo yacimiento petrolífero enorme. Pero si se habla con realismo, hay que reconocer que, pese a los grandes progresos de las técnicas de la prospección geofísica, hemos dejado de encontrar de esos desde hace unos cincuenta años. Todos los yacimientos supergigantes del mundo que siguen teniendo hoy una producción significativa fueron descubiertos a finales de la década de 1960. La producción mundial sigue subiendo, pero se está haciendo un esfuerzo muchas veces mayor para

dar con menos yacimientos de petróleo, y más pequeños. Para empeorar las cosas, no solo contienen esos yacimientos más pequeños menos petróleo, sino que además decaen más deprisa que los grandes tras haber alcanzado el máximo.<sup>22</sup> Según las investigaciones de Simmons en *Twilight in the Desert*, tras años de que se haya estado exagerando el tamaño de las reservas saudíes es mucho más probable que se produzca una gran crisis petrolera en Oriente Próximo — de donde proceden dos terceras partes de la oferta mundial de petróleo convencional— que un gran hallazgo.

También es mucho más probable que un nuevo yacimiento gigante el que haya problemas con las reservas que ya tenemos. Hay un sinfín de problemas geopolíticos con el petróleo, aparte de la ya citada tendencia a la nacionalización. En todos los países importadores de petróleo es incesante la preocupación por las interrupciones y los puntos vulnerables del suministro. La infraestructura petrolera está bajo la constante amenaza de los vertidos de petróleo y del terrorismo, por ejemplo en la refinería de Abqaiia, en Arabia Saudí, donde las fuerzas saudíes frustraron un ataque de al-Qaeda en 2007.<sup>23</sup> Más de dos tercios del petróleo que se embarca en el mundo pasa por los cuellos de botella fuertemente militarizados del estrecho de Ormuz y del estrecho de Malaca. Cuando los precios llegan a los cien dólares el barril, Estados Unidos manda alrededor de medio billón de dólares al año a los países productores de petróleo —incluidos enemigos políticos como Venezuela— solo para hacerse con el combustible que necesita para el transporte. Pocos pondrán en duda que el deseo de garantizarse un acceso estable a los suministros de petróleo es una fuerza motriz de las acciones militares dirigidas por Estados Unidos en Oriente Próximo.

A la luz de todo esto, los líderes mundiales, los mercados financieros e incluso las compañías petroleras han decidido que ya es hora de añadir otras opciones a la cesta de la energía. Saben que el mundo está entrando en una época con una demanda de energía sin precedentes precisamente cuando los yacimientos de petróleo están envejeciendo y más difícil resulta dar con otros nuevos y explotarlos. La producción futura irá procediendo cada vez más de nuevos descubrimientos más pequeños, profundos y arriesgados, de los remanentes de gigantes esquilados y de fuentes no convencionales, como las arenas bituminosas. Parece probable que el mundo acabe por regular las emisiones de carbono de una forma o de otra, al menos simbólicamente. Por todas estas razones, se espera que el coste *de usar* el petróleo —con independencia del suministro geológico— aumente.

Claro está, las medidas de conservación de la energía son el modo más barato e inmediato de suavizar el golpe, y en ellas estará comprendida una parte fundamental de la solución. Pero, sea cual sea la manera en que impulsemos nuestros vehículos en 2050, no será la misma que en 2010. Estamos pasando de una economía estrechamente ligada a los combustibles fósiles a algo mucho más diverso, y seguramente más seguro y flexible, que lo que hoy tenemos. Vamos a explorar a continuación esta apasionante diversidad de los posibles futuros de la energía

«¿Tienes cinco minutos?»

Eran las dos de la tarde y mi vecino levantador de pesas, que tiene por afición conducir coches de carreras, ahí estaba, ante mi puerta, sonriendo aviesamente de oreja a oreja.

Poco después, mi feliz excitación se había retorcido hasta no ser sino pura adrenalina y miedo y una sensación de estar a punto de morir. Mi vecino apretaba el acelerador y ahí estaba de nuevo la estremecedora sensación de que el corazón y los pulmones se aplastan contra el dorso de la cavidad pectoral. El cuerpo se me hundía en el habitáculo al aire, a unos centímetros solo sobre las montañosas curvas de Mulholland Drive, mientras el Tesla Roadster gemía calladamente por ellas a 150 kilómetros por hora. El fragante olor a flores del sur de California subía por mi nariz. Huele como en un funeral, pensé a duras apenas, y me agarré al marco del parabrisas con más fuerza. Alguien estaba gritando, seguramente yo. Estaba atrapado en la montaña rusa más veloz de mi vida, y no había raíles que nos mantuviesen sujetos al suelo.

Me pareció una hora, pero, fiel a su palabra, el maníaco de mi vecino me trajo de vuelta a casa sano y salvo en solo cinco minutos. Iba a los estudios de la Universal a llevar al consejero delegado a dar una vuelta. El día antes había llevado a Anthony Kiedis, el cantante de Red Hot Chili Peppers. «¡Es más rápido que un Ferrari acelerando de treinta a sesenta y solo por dos céntimos la milla!», decía mientras conducía con una sonrisa resplandeciente y manoteando. Me metí dentro y me derrumbé sobre el sofá preguntándome si no estaría sufriendo un ataque cardíaco. Fue entonces cuando comprendí que los coches eléctricos no eran ya para econenazas.

Cada día que pasa está más claro que los coches eléctricos enchufables serán la gran tecnología-puente entre los coches de hoy y los coches de pilas de hidrógeno de un momento posterior en este siglo (si es que llega ese momento).<sup>24</sup> Los coches enchufables se diferencian de los ordinarios y de los híbridos (como el Toyota Prius, que empezó a venderse en Japón en 1997) en que sacan su energía principal o exclusivamente de la red eléctrica, no de la gasolina. Y como los enchufables emiten muy pocos residuos por el tubo de escape (ninguno en el caso de los coches plenamente eléctricos sin motor ordinario híbrido), quiere decir que la calidad del aire de las ciudades va a mejorar.

Una de las mayores razones para sentirse feliz por el advenimiento de los coches eléctricos enchufables tiene menos que ver con la solución del problema del cambio climático o con reducir la dependencia del petróleo extranjero que con la calidad de vida de los nuevos habitantes de las ciudades. Pensemos, por ejemplo, en mi casa. Mide solo cien metros cuadrados y no tiene más que un dormitorio y un baño, pero a mi esposa y a mí nos encanta. Está en las colinas de Hollywood, bien por encima de todo, con amplias vistas del perfil urbano del centro de Los Ángeles y de más allá. No hay mañana en que salir a la terraza para inspeccionar la vista no sea una de las primeras cosas que haga. La vista suele estar sucia; el smog anaranjado de diez millones de tubos de escape oscurece los rascacielos y las montañas distantes. Pero los días buenos, cuando los vientos se llevan los humos, nos regalan una vista sobrecogedora que abarca ochenta kilómetros, del océano

azul al oeste a los picos cubiertos de nieve del este. Es asombrosa, y me regodeo pensando en que vistas así se vayan a convertir en normales y corrientes en los próximos cuarenta años. Los beneficios para la salud pública son también evidentes. Hoy, como vecino de Los Ángeles, tengo una probabilidad de morir de una enfermedad respiratoria entre un 25 y un 30 por ciento mayor que la que tienen mis padres, que viven en las Grandes Llanuras.<sup>25</sup>

No digo esto para dar a entender que los coches eléctricos son benignos para el medio ambiente, porque no lo son. Toda esa nueva electricidad ha de salir de alguna parte, y en el futuro previsible vendrá sobre todo de centrales de energía que quemarán carbón y gas natural. Y aunque los vehículos mismos no emiten apenas contaminación, esas centrales sí lo hacen.<sup>26</sup> Fabricar millones de baterías eléctricas requiere además que se extraigan volúmenes enormes de níquel, litio y cobalto. Sigue habiendo muchos obstáculos técnicos relativos a la vida media, la eliminación y el precio de las baterías. Las autonomías están mejorando (el Chevrolet Volt recorre 64 kilómetros; el Tesla, en 2010, 400), pero siguen estando muy por debajo de lo que puede hacer un coche corriente. La recarga lleva varias horas, a no ser que se puedan crear estaciones de servicio que recambien baterías. Por estas razones, entre otras, lo más probable es que la primera generación de coches eléctricos enchufables sea híbrida, con un pequeño motor de gasolina o diésel que se ponga en marcha cuando el alcance de la batería se supere. En la medida en que sobrepasen ese alcance, los coches seguirán emitiendo contaminación y gases de efecto invernadero por sus tubos de escape.

Está además el problema de los «combustibles líquidos»: no se pueden electrificar todos los medios de transporte. No hay batería que se avizore en el horizonte que impulse aviones, helicópteros, barcos mercantes, camiones pesados y generadores de emergencia. Todos estos medios necesitan la potencia, el largo alcance o la portabilidad que ofrecen los combustibles líquidos. Para estas formas de transporte, la gasolina, el diésel, el etanol, el biodiésel, el gas natural licuado o el gas sintético derivado del carbón seguirán siendo necesarios durante decenas de años. Sin embargo, la electrificación de la flota de turismos ayudará a que siga habiendo un suministro adecuado de esos combustibles líquidos. Y quizá un día nuestros descendientes nos agradecerán que les hayamos dejado petróleo suficiente para que el plástico siga siendo asequible.

Así que mirando hacia 2050 nos encontramos un mundo más electrificado que el actual y un surtido de extraños y nuevos combustibles líquidos. ¿De dónde saldrán estas fuentes de energía? La electricidad limpia, renovable, ¿sustituirá a las centrales de energía que queman hidrocarburos? ¿Y qué pasará con la energía del hidrógeno, el combustible de las naves espaciales, de las películas de ciencia ficción y del Humvee especialmente diseñado para Arnold Schwarzenegger?

Empecemos por la última de esas preguntas. En primer lugar, es importante que recordemos que el hidrógeno no es en realidad una *fuentes* de energía sino, como la electricidad, un *transportador*

de energía. El hidrógeno puro es un combustible maravilloso, pero no está ahí a nuestra disposición sin más.<sup>27</sup> Como ocurre con la electricidad, hay que generarlo primero valiéndose de la energía de otra fuente.<sup>28</sup> Se necesita además un material que sirva de materia prima, un material del que se puedan extraer átomos de hidrógeno. Los que más se usan hoy en día son el gas natural y el agua, pero también hay otras fuentes de hidrógeno viables, como el carbón o la biomasa. La energía es necesaria para arrancar el hidrógeno de la materia prima —mediante electrólisis del agua, por ejemplo—<sup>29</sup> y obtener así un combustible portátil en forma gaseosa o líquida. Un kilogramo almacena tanta energía como cuatro litros de gasolina.

Pero a diferencia de la gasolina, el hidrógeno no se quema en un motor de combustión, sino que con él, al cargarlo en una pila de hidrógeno, se crea electricidad en el vehículo mismo. En esencia, las pilas de hidrógeno invierten la reacción de hidrólisis al combinar el hidrógeno con el oxígeno para crear electricidad y agua. La electricidad así producida se usa para propulsar el coche (o alimentar el aparato, horno o lo que sea), y el agua que se genera como producto secundario se libera en forma de vapor de agua o se recicla. Como los coches eléctricos enchufables, los de pilas de hidrógeno no desprenden contaminantes o gases de efecto invernadero por el tubo de escape (aparte del vapor de agua).<sup>30</sup> Sin embargo, las plantas donde se fabrica el hidrógeno sí los desprenden, a no ser que se pueda evitar que los combustibles fósiles o la biomasa proporcionen la energía o la materia prima. En principio, se podría echar mano de la energía solar, del viento o de la energía hidroeléctrica para desgajar el hidrógeno de su materia prima, con lo que se tendría un proceso libre de principio a fin de polución.

Parece maravilloso, y muchos expertos en la energía y futurólogos creen que algún día tendremos una economía del hidrógeno plenamente desarrollada. El sueño de sueños sería que el hidrógeno se generase a partir del agua del mar gracias a la energía solar, con lo que el mundo tendría un suministro infinito de limpio combustible de hidrógeno —y hasta con un poco de agua dulce de regalo— sin contaminar el aire o arrojar gases de efecto invernadero. Pero para 2050 no estará ocurriendo nada de eso.

Se necesitan años de investigación para resolver una intrincada madeja de dificultades ocultas en los dos párrafos precedentes; se requerirán grandes avances tecnológicos y reducción de costes en todas las áreas.<sup>31</sup> La investigación básica en la fabricación y el transporte del hidrógeno y en sus pilas sigue quedándose corta. El coste de fabricar un vehículo de pilas de combustible sigue siendo altísimo. Se requiere una infraestructura física completamente nueva formada por plantas de fabricación, conductos para el hidrógeno, centros de distribución y embotellado y estaciones de servicio. El hidrógeno es explosivo, así que hay que resolver muchas cuestiones de seguridad, además de la de cómo se puede cargar en un coche de manera segura una cantidad suficiente para recorrer quinientos kilómetros, una autonomía parecida a la de los coches de hoy. Una forma de hacerlo es usar hidrógeno muy presurizado, pero la seguridad en caso de colisión de los depósitos de diez mil psi sigue sin estar demostrada. Es casi seguro que los primeros suministros de



hidrógeno se harán con combustibles fósiles, así que contribuirán poco a reducir las emisiones de carbono.

A la vista de estas dificultades, la mayoría de los expertos coinciden en que la economía del hidrógeno habrá de aguardar todavía de treinta a cuarenta años, momento en el cual los coches de pilas de hidrógeno quizá se conviertan en la próxima «nueva generación» tecnológica, tal y como los híbridos enchufables lo son hoy. Conforme a las reglas conservadoras de nuestro experimento mental, supondremos que el mundo no se habrá convertido todavía en una economía del hidrógeno para el año 2050.

#### IMPULSADOS POR EL LICOR Y LA MADERA

Al contrario que el hidrógeno, los biocombustibles ofrecen una solución rápida a los problemas de los combustibles líquidos. Como la gasolina, son hidrocarburos refinados que se queman en un motor de combustión interna. Usan las mismas estaciones de servicio y, con modificaciones menores nada más, los mismos motores de coches y camiones de hoy.<sup>32</sup> La única verdadera diferencia entre los biocombustibles y los combustibles actuales es que se hacen con materia orgánica contemporánea en vez de con materia orgánica antigua y que son un poco más limpios. Emiten unos niveles parecidos de dióxido de carbono por el tubo de escape que un vehículo de gasolina o diésel, pero menos partículas y óxidos de azufre. En principio, las cosechas para combustibles detraen mientras crecen una cantidad parecida de nuevo carbono de la atmósfera, lo que compensa las emisiones de gases de efecto invernadero, pero hay que tener en cuenta las añadidas al cultivar, recoger y transportar la cosecha. El mayor atractivo de los biocombustibles, pues, es que ofrecen una fuente de combustibles líquidos alternativa al petróleo y nacional, y, en potencia, menos emisiones de gases de efecto invernadero, dependiendo de la eficiencia con que se pueda producir el biocombustible.

La fuente de biocombustible más común hoy es el etanol hecho con maíz (en Estados Unidos), caña de azúcar (Brasil) y remolacha azucarera (Europa). El de hacer etanol es, básicamente, el viejo arte de fermentar azúcares para hacer bebidas alcohólicas: el combustible para automóviles basado en cereales se parece mucho, pues, a los licores. Se suele mezclar con gasolina; en Brasil, los coches utilizan mezclas de combustible flexible que contienen un cien por cien de etanol. El etanol tiene un octanaje mayor que la gasolina; por esa razón se utilizó en viejos coches de carreras, y cuando se empezó a fabricar automóviles hace unos cien años, los fabricantes tuvieron muy en cuenta la posibilidad de que el etanol fuese su combustible.<sup>33</sup>

Los dos mayores productores de etanol son Estados Unidos y Brasil; entre los dos países producen más de cuarenta mil millones de litros al año. Parecerá mucho, pero no llega ni al 1 por ciento del mercado de combustibles líquidos. La buena noticia es que Brasil se está convirtiendo

en un experto en la fabricación de etanol de caña de azúcar. La producción está creciendo deprisa y se espera que se haya duplicado en 2015.<sup>34</sup> Las plantaciones de caña de azúcar se están extendiendo y, en contra de la creencia popular, no suponen una amenaza deforestadora importante para las selvas húmedas del Amazonas, ya que se encuentran sobre todo en el sur y en el este de Brasil.<sup>35</sup> La mejora de los métodos agrícolas ha doblado con creces la producción de etanol por unidad de superficie y un nuevo método genético —la «mejora asistida por marcadores»— promete nuevos aumentos de hasta el 30 por ciento en el futuro. El precio que los brasileños pagan por el etanol ha disminuido constantemente en los últimos veinticinco años, aunque el precio de la gasolina haya subido.<sup>36</sup> En 2008, por primera vez en la historia, los brasileños compraron más etanol que gasolina.<sup>37</sup>

También está creciendo mucho la producción de etanol en Estados Unidos. La Ley de Independencia y Seguridad Energética de 2007 pide una triplicación de la producción de etanol a partir del maíz para 2022, meta reiterada por la administración de Obama en 2010. Al etanol le corresponde también una gran parte del objetivo oficial del Departamento de Energía de Estados Unidos de reemplazar un 30 por ciento del consumo de gasolina para el 2030. La Unión Europea espera que para ese mismo año los biocombustibles supongan una cuarta parte del combustible que necesitará para el transporte.<sup>38</sup>

Por desgracia, hay enormes diferencias en la eficiencia de los diferentes cultivos que se emplean para hacer etanol. La caña de azúcar es una materia prima valiosa: rinde de ocho a diez veces la cantidad de energía de los combustibles fósiles necesarios para cultivarla, cosecharla y refinarla en etanol. El etanol creado a partir del maíz, por el contrario, es terriblemente ineficiente: suele requerir tanto o más combustible fósil para fabricarlo que el entregado en el producto final. Por lo tanto, el beneficio del etanol de maíz en comparación con el petróleo, en lo que se refiere a la emisión de gases de efecto invernadero, es insignificante.<sup>39</sup> Aunque la propaganda diga a menudo otra cosa, entre los objetivos que persiguen las subvenciones que recibe en Estados Unidos no está la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para esta meta, una inversión en biocombustibles mucho más inteligente sería producir etanol de caña de azúcar en el Caribe, un potencial «Oriente Próximo» de las exportaciones de etanol a Estados Unidos.<sup>40</sup>

Otro problema es que la tecnología actual necesita de azúcares y almidones simples para hacer etanol, con lo que las plantaciones para biocombustibles entran en competencia directa con los cultivos para alimentos. En 2007 muchos le echaron la culpa del encarecimiento mundial del precio de los alimentos al programa estadounidense de fabricación de etanol a partir del maíz, pues subvencionaba a los agricultores para que plantasen en sus campos maíz para combustible en vez de trigo y soja para comer.<sup>41</sup> Esta idea de que los biocombustibles son una amenaza para la oferta mundial de alimentos reapareció en 2008 con ocasión de una serie de motines en Haití por la comida.<sup>42</sup> Si bien es posible que ese temor esté un tanto sacado de quicio —el porcentaje de

tierra cultivable que hoy se usa para la producción de biocombustible es pequeño y los modelos geográficos indican que hay tierras adecuadas para que coexistan los cultivos destinados a la energía y los destinados a la alimentación—,<sup>43</sup> no deja de ser turbador imaginarse, en un mundo de 2050 con la mitad más de la gente que tiene hoy, que grandes extensiones de tierra fértil se dediquen a dar de beber a los coches en vez de a dar de comer a las personas.

Una alternativa atractiva sería hacer etanol a partir de la celulosa extraída de desechos de poco valor y de material leñoso. La verdad es que la adopción a gran escala de los biocombustibles ha de incluir la tecnología celulósica.<sup>44</sup> La celulosa se encuentra en productos de desecho como el serrín y la paja, o en hierbas y arbustos leñosos que crecen en tierras poco productivas, inadecuadas para los cultivos alimenticios. Es además la única forma de lograr una gran reducción de los gases de efecto invernadero por medio de los biocombustibles: como la celulosa apenas si requiere cultivos mecanizados, fertilizantes o pesticidas, si es que los requiere, la cantidad de combustible fósil necesario para producirla disminuiría mucho.

Por el momento, sin embargo, no tenemos todavía la tecnología que produzca el etanol celulósico a un precio lo bastante bajo y a una escala lo bastante grande para que penetre en el mercado de los combustibles fósiles. Los materiales leñosos contienen lignina, un polímero tenaz que rodea la celulosa para fortalecer y proteger la planta. La lignina impide que las enzimas lleguen hasta la celulosa y la descompongan en azúcares que puedan convertirse entonces en etanol. Los métodos actuales para conseguirlo requieren ácidos fuertes o temperaturas altas, por lo que no son rentables. Pero las vacas y las termitas, gracias a una relación simbiótica con las bacterias intestinales, no tienen problema alguno en descomponer la celulosa, y hay investigaciones prometedoras en marcha para descubrir cómo podríamos nosotros hacer lo mismo.<sup>45</sup> Otra fuente potencial de biocombustibles líquidos son las algas (el algenol), que se pueden cultivar en lugares no agrícolas y no forestales, en los desiertos, y puede que incluso con aguas residuales y de mar.

Un efecto negativo de todos los biocombustibles, sea por una mayor competencia con los cultivos alimenticios, sea por recoger matas y madera por su celulosa, es que tienden a propiciar que se cultive más, lo que a su vez aumenta la presión sobre los hábitats naturales. Como consumen tanto terreno, de todas las fuentes de energía los biocombustibles son los que tienen la mayor «huella ecológica».<sup>46</sup> Otra dificultad es puramente logística. La mayor parte de la biomasa vegetal está dispersa por el paisaje. ¿Cómo vamos a conseguir una cantidad suficiente y enviarla a las plantas de procesamiento con un coste razonable sin quemar para ello grandes cantidades de combustible? La ausencia de una infraestructura procesadora a gran escala sigue siendo, como pasa con el hidrógeno, una dificultad pendiente para una producción verdaderamente significativa de biocombustibles líquidos.

De las fuentes de combustible no fósiles, la biomasa es la más importante hoy en el mundo: comprende alrededor de un 9 o un 10 por ciento del consumo primario de energía. En su mayor

parte procede de la quema en los países en vías de desarrollo de madera y excrementos para calentar y cocinar. Menos de un 1 por ciento de la producción mundial de electricidad proviene de la biomasa, pero se espera que su papel crezca en todos los sectores energéticos en los próximos cuarenta años: el consumo total de biomasa aumentará entre un 50 y un 300 por ciento en 2050.<sup>47</sup> El etanol de caña de azúcar tiene ya éxito, y la mayoría de los expertos creen que se encontrará una técnica económicamente viable para la fabricación de etanol celulósico. Si se pudiesen superar las dificultades, ya mencionadas, que plantean a la agricultura, la gestión del suelo y las infraestructuras, sería posible que los biocombustibles suministrasen en 2050 hasta una cuarta parte de los combustibles líquidos.<sup>48</sup> Pero no es una tarea pequeña: como la población mundial habrá crecido en un 50 por ciento en ese período, habría que triplicar la productividad agrícola actual. El uso total de la bioenergía en 2050 tendría que acercarse al consumo de petróleo de hoy.

### ¿FASTIDIÓ EL OSCAR DE JACK LEMMON A ESTADOS UNIDOS?

El 16 de marzo de 1979 se estrenaba la película *El síndrome de China*, protagonizada por Jack Lemmon, Michael Douglas y Jane Fonda. Trataba de un accidente nuclear, que se complicaba por una serie de errores humanos y de actos criminales, en una central nuclear ficticia de California. Por mera coincidencia, solo doce días después el núcleo de un reactor nuclear sufrió grandes desperfectos en la central de Three Mile Island, cerca de Harrisburg, Pensilvania. El nivel de radiactividad que escapó a la atmósfera fue demasiado bajo para perjudicar a alguien, pero el momento en que ocurrió el accidente hizo que produjese escalofríos. El accidente real, aunque se contuvo con rapidez, llamó inmediatamente la atención hacia la película, que se convirtió en un éxito de taquilla.

Jack Lemmon ganó un Oscar por su interpretación del atormentado director de la central que se atrincheraba en la sala de control para impedir un encubrimiento criminal por parte de los dueños de la central. No quiero estropear el final, pero la historia sigue impresionando hoy en día. *El síndrome de China* horrorizó a un público de millones de personas y, junto con el accidente de Three Mile Island, contribuyó a que el tribunal de la opinión pública estadounidense se volviese contra la energía nuclear. El último año en que se concedió un permiso de construcción de una nueva central nuclear en Estados Unidos fue 1979.<sup>49</sup>

Luego se produjo una segunda catástrofe, muchísimo más letal. El 26 de abril de 1986 estallaba un reactor nuclear, la unidad número 4 de la central nuclear de Chernóbil, en Ucrania, por entonces integrada en la Unión Soviética. La explosión y el incendio subsiguiente, que duró varios días, liberaron una nube radiactiva que se detectó en buena parte de Europa y se precipitó sobre todo en Bielorrusia, Ucrania y Rusia. Dos personas murieron en la explosión de la central y

veintiocho de quienes actuaron durante la emergencia murieron por envenenamiento radiactivo agudo. Unos cinco millones de personas quedaron expuestas a algún nivel de radiación.

Al principio las autoridades soviéticas le quitaron hierro al accidente. Pasaron dieciocho días antes de que el por entonces secretario general Mijaíl Gorbachov reconociese el desastre en la televisión soviética, pero para entonces ya había movilizó una respuesta masiva. Helicópteros soviéticos arrojaron más de cinco mil toneladas de arena, arcilla, plomo y otros materiales en el ardiente núcleo del reactor para sofocar las llamas. Fueron evacuados unos cincuenta mil vecinos de la cercana ciudad de Prípiat, que hoy sigue abandonada; muchas posesiones personales todavía están allí, donde las dejaron. En 1986 se realojó a unas 116.000 personas, y en los años subsiguientes a otras 220.000. Alrededor de 350.000 trabajadores acudieron a Chernóbil entre 1986 y 1987 para las labores urgentes; en la contención acabarían interviniendo 600.000. Hoy, una «zona de exclusión» de treinta kilómetros de radio rodea el lugar del desastre y el gobierno de Ucrania gasta todos los años alrededor del 5 por ciento de su presupuesto en las secuelas del accidente.<sup>50</sup> Aunque las aseveraciones de que ha habido decenas de miles, centenares de miles incluso, de muertos son exageradas —según cálculos conservadores han sufrido cáncer a causa de Chernóbil quizá 8.000 personas—,<sup>51</sup> y aunque es improbable que los fallos que condujeron a la explosión se repitan, se trató de una catástrofe de proporciones colosales de la que no se han recuperado del todo ni la Unión Soviética ni la industria nuclear. En Estados Unidos y en muchos otros países, el contumaz apoyo que todavía le quedaba a la energía nuclear tras el accidente de Three Mile Island fue enterrado con las víctimas de Chernóbil.

Hoy parece que la situación está a punto de cambiar. A finales de 2008, la empresa estadounidense Northrop Grumman y la francesa Areva, la mayor constructora mundial de reactores nucleares, anunciaban un plan de 360 millones de dólares para la construcción de componentes principales de siete reactores propuestos en Estados Unidos. Veintiuna compañías estaban buscando el permiso para construir treinta y cuatro nuevas centrales nucleares a lo largo y ancho de Estados Unidos, de Nueva York a Texas. En 2009, la firma francesa EDF Group planeaba construir once nuevos reactores en Gran Bretaña, Estados Unidos, China y Francia, y estaba considerando la construcción de varios más en Italia y en los Emiratos Árabes Unidos. En 2010, el presidente de Estados Unidos Barack Obama concedió más de 8.300 millones de dólares en préstamos condicionales para construir el primer reactor en suelo estadounidense en más de treinta años y pretendía triplicar en su presupuesto de 2011 las garantías de préstamos (hasta 54.500 millones de dólares) para entre seis y nueve reactores más. En un artículo de opinión publicado en el *Wall Street Journal*, el secretario de Energía de Estados Unidos Steven Chu pedía que se construyesen «pequeños reactores modulares» de un tamaño de menos de un tercio del de las centrales nucleares anteriores; la construcción se efectuaría en fábricas y se transportarían a los lugares correspondientes con camiones o trenes. Y por primera vez, casi dos terceras partes de

los estadounidenses eran partidarios de la energía nuclear, el mayor nivel de apoyo desde que Gallup empezó a hacer encuestas sobre la cuestión en 1994.<sup>52</sup>

Una razón de esta renovación del interés por la fisión nuclear es que esta es una de las dos únicas formas de energía sin carbono que ya está aportando una fracción significativa de la oferta de energía del mundo.<sup>53</sup> Pese a la amenazante apariencia de los blancos y turbulentos penachos que manan de sus torres de hormigón, las centrales nucleares no emiten gases de efecto invernadero directamente,<sup>54</sup> lo que les ha ganado el apoyo de un número sorprendente de activistas que luchan contra el cambio climático. Hoy por hoy, los reactores nucleares se han utilizado sobre todo para producir electricidad, pero tienen también otros usos potenciales: la desalinización del agua de mar, la calefacción de distrito y la fabricación de hidrógeno como combustible.<sup>55</sup> Las centrales nucleares son muy costosas y se tarda años en construir las, pero una vez están funcionando proporcionan electricidad a precios comparables a los de quemar combustibles fósiles. Hay países, como Japón, donde la energía nuclear es más barata que la producida con combustibles fósiles.<sup>56</sup> Los defensores de la energía nuclear señalan a Francia, que obtiene el 80 por ciento de su electricidad de centrales nucleares sin que por ahora haya habido accidentes. Bélgica, Suecia y Japón también obtienen grandes cantidades de electricidad de los reactores nucleares, sin que de momento se hayan producido contratiempos graves.

El efecto en la salud pública sigue siendo la mayor de las inquietudes que suscita la energía nuclear. Aunque se han dado grandes pasos en la mejora de la seguridad de los reactores,<sup>57</sup> los accidentes y el terrorismo siguen siendo preocupaciones legítimas. Preocupa mucho la eliminación de los residuos radiactivos, que tienen que ser enterrados de una manera segura durante decenas de miles de años. La forma más viable de hacerlo es, probablemente, el enterramiento subterráneo en una formación geológica estable. Pero certificar la «estabilidad geológica» durante cien mil años es demasiado difícil. Tras más de veinte años de investigaciones y haberse gastado 8.000 millones de dólares, el gobierno de Estados Unidos acabó hace poco con los planes de excavar un depósito de residuos nucleares para el largo plazo en el monte Yucca, una formación volcánica de Nevada. Aun en medio del desierto, había demasiadas pruebas de la existencia de tablas de agua fluctuantes, de terremotos y de actividad volcánica potencial como para declarar que el sitio era «seguro» durante cien mil años.

Finalmente, está el problema del suministro de combustible. Los cálculos del índice de vida R/P del uranio ordinario arrojan menos de cien años, y casi todos alrededor de cincuenta. Por lo tanto, a largo plazo la adopción de la energía nuclear requeriría el reprocesamiento de las barras de uranio gastadas de los reactores nucleares ordinarios, que recorren el ciclo del combustible solo una vez, para reprocesar el material fisible utilizable. Pero el reprocesamiento del combustible gastado ofrece plutonio de alta ley: contar aun con pequeñas cantidades del mismo es la principal barrera para hacer una bomba atómica. Por lo tanto, cualquier expansión de la energía nuclear que suponga el reprocesamiento del combustible gastado o el uso de reactores

reproductores eleva la amenaza de la proliferación de armas nucleares y crea blancos atractivos para el terrorismo.

La energía nuclear genera hoy alrededor del 15 por ciento de la electricidad mundial. En un análisis reciente del futuro de la energía nuclear, el Instituto de Tecnología de Massachusetts llegaba a la conclusión de que si se daban pasos decididos para abordar los problemas de la eliminación de residuos y de la seguridad, sería viable triplicar con creces la actual capacidad nuclear mundial hasta 1.000 o 1.500 reactores ordinarios, de un solo recorrido del ciclo, cuando hoy en día hay el equivalente a 366 reactores de ese tipo.<sup>58</sup> Se dispone de suficiente uranio natural para mantener este parque nuclear hasta al menos mediados de siglo o así. Según las decisiones que se tomen,<sup>59</sup> se prevé que la capacidad de la energía nuclear se estancará o se quintuplicará, y por consiguiente que producirá solo un 8 por ciento o hasta un 38 por ciento de la electricidad mundial para el año 2050.

#### ELECTRICIDAD RENOVABLE Y SIN CARBONO: LA SANTÍSIMA TRINIDAD

Aparte de la fisión nuclear, solo hay otras tres fuentes de energía libres de carbono de las que queda esperar que dejen una marca apreciable en las necesidades energéticas de la humanidad para 2050.<sup>60</sup> Al contrario que la energía nuclear (que consume uranio), son renovables de verdad. Una de ellas, la hidráulica, ya es importante: genera hoy alrededor del 16 por ciento de la electricidad mundial. Las otras dos fuentes —la eólica y la solar— proporcionan apenas el 1 por ciento entre las dos. Pero este reparto está a punto de cambiar.

La energía hidráulica es una técnica madura que ya ha llegado a su máximo potencial, o casi, en buena parte del mundo. Solo hay los ríos grandes que hay, y todavía menos sitios apropiados para construir presas. Salvo en África, Sudamérica y partes de Asia, la mayor parte de las localizaciones buenas ya han sido aprovechadas. Las presas grandes además crean muchos problemas en su entorno. Las enormes reservas que embalsan desplazan tierras de labor, animales, plantas y gente. Cambian de manera radical las condiciones hidrológicas aguas abajo —lo que supone una causa importante de enfrentamientos entre los países que comparten ríos transfronterizos— y se rellenan de cieno, así que se requieren drenados. Los dispositivos de la «pequeña energía hidráulica», que no necesitan presas, las norias hidráulicas por ejemplo, tienen un gran potencial de crecimiento, pero las grandes presas no. Por esta razón, y sean cuales sean las decisiones que tomemos,<sup>61</sup> se espera que la energía hidráulica pierda cuota de mercado aunque en términos absolutos se duplique. Se prevé que en 2050 suministre entre el 9 y el 14 por ciento de la electricidad mundial.

El eólico y el solar, en cambio, son los sectores energéticos que más deprisa están creciendo

hoy en día. Aunque la energía eólica apenas si aporta el 1 por ciento de la electricidad mundial, esa cifra oculta diferencias enormes a través del planeta. Casi el 4 por ciento de la electricidad de la Unión Europea y casi el 20 por ciento de la de Dinamarca y la provincia canadiense de la isla del Príncipe Eduardo procede del viento.<sup>62</sup> Se debe en parte a la geografía —las latitudes entre medias y altas son más ventosas que los trópicos, por ejemplo—, pero en gran medida hay que atribuirlo a las inversiones.

La tendencia favorable a la energía eólica despertó en los años ochenta, en California, y en los noventa, en Dinamarca. Hoy, Alemania, Estados Unidos y España están desarrollando vigorosamente la energía eólica y van a la cabeza del mundo en potencia instalada total: cada uno de estos países tiene 15.000 megavatios o más (una central de carbón típica produce 500.000 megavatios; 1.000 megavatios pueden alumbrar un millón de hogares). La India y China las siguen no demasiado lejos: tienen de 6.000 a 8.000 megavatios. Canadá, Dinamarca, Italia, Japón, los Países Bajos, Portugal y el Reino Unido han instalado 1.000 megavatios o más. En total, más de cuarenta países del mundo poseen hoy parques eólicos.<sup>63</sup> Todos estos números están creciendo deprisa.

Hay muchas razones para ese crecimiento rápido. Para empezar, el viento es gratis. Las turbinas eólicas son hasta cierto punto baratas, no consumen combustibles ni agua, no emiten gases de efecto invernadero y, dejando aparte la concesión de los permisos, se instalan rápidamente. Como los parques eólicos constan de muchas turbinas, es posible empezar modestamente e ir añadiendo capacidad con el tiempo. En el presente, la energía eólica es una de las más baratas entre las renovables: la media es de unos 0,05 dólares por kilovatiohora,<sup>64</sup> cerca de los precios de la electricidad generada con combustibles fósiles (0,02-0,03 dólares/kWh). Las mayores inquietudes que suscita la energía eólica son las muertes de pájaros y murciélagos, los conflictos por el uso de la tierra y las objeciones estéticas. La mayor parte de los parques eólicos actuales están en tierra, pero las instalaciones en el mar también están interesando a los inversores. Es más difícil instalar en el mar las turbinas y las conexiones a la red eléctrica, pero los vientos son allí más fuertes, así que se produce más electricidad, y hay menos competencia por el espacio. En 2010, la administración de Obama aprobó el primer parque eólico marino de Estados Unidos, cerca de Cape Cod, en Massachusetts.

El sector de la energía eólica tiene ya un legado de treinta años y está cosechando ahora crecimientos de más del 10 por ciento. Según las decisiones que tomemos,<sup>65</sup> se espera que la capacidad eólica mundial haya aumentado para el año 2050 entre diez y cincuenta veces, con lo que abarcará entre un 2 y un 17 por ciento del mercado eléctrico mundial.

Ya solo falta la energía solar. El Sol, en principio, nos ofrece más energía limpia e inagotable de la que podamos concebiblemente usar. Una hora de la luz solar que incide en nuestro planeta contiene más energía que la usada por la humanidad en un año. Deja en nada a cualquier otra posible fuente de energía, aun sumando todo el carbón, todo el petróleo, todo el gas natural, todo



el uranio, todos los saltos de agua, todo el viento y toda la fotosíntesis. No contamina, no emite carbono y es gratis. Los paneles de células fotovoltaicas solares llevan dando energía a los satélites artificiales desde hace más de medio siglo, y vemos su bien conocida forma por todas partes, hasta en farolas, lámparas de jardín y calculadoras de bolsillo. ¿Por qué, entonces, la producción mundial de electricidad fotovoltaica solar equivale a la de una sola central eléctrica de carbón, muy grande, eso sí?

Pese a su generosidad, la luz solar tiene un problema fundamental. Aunque su energía sea en total inmensa, tiene una densidad baja. Al revés que un pedazo de carbón rebosante de energía, la luz solar es difusa, de baja ley. Para obtener una buena potencia con ella hay que cubrir una gran superficie, sea con espejos que la concentren, sea con paneles de células fotovoltaicas que conviertan directamente los fotones solares en electricidad. Lo uno y lo otro es caro (sobre todo las células fotovoltaicas), y los rendimientos, bajos.

En teoría,<sup>66</sup> las células fotovoltaicas pueden convertir la luz solar en electricidad con rendimientos de hasta un 31 por ciento, pero casi todas las células rinden bastante menos, alrededor de un 10 o un 20 por ciento. Si le parece patético, tenga en cuenta que el rendimiento de la fotosíntesis de las plantas, después de tres mil millones de años de evolución, es del 1 por ciento. No obstante, el típico panel fotovoltaico basado en silicio, con un rendimiento del 10 por ciento y un coste en fábrica de alrededor de trescientos dólares por metro cuadrado, produce una electricidad que cuesta unos treinta y cinco céntimos por kilovatio-hora, de siete a diecisiete veces más que la electricidad generada con carbón. La luz solar, pese a ser, con mucho, la mayor fuente de energía del mundo, también es la más cara.

Dar con una forma más barata de captar la luz solar es la mayor barrera para el uso generalizado de la energía solar. La mayoría de los paneles fotovoltaicos están hechos de obleas laminadas de silicio purísimo, muy pulidas, a las que se añaden contactos eléctricos, se sellan en un módulo y encapsulan en vidrio transparente. Son pesados, estorban, hacerlos es caro, y aún más cuando sube el precio del silicio. Como señala un ardiente entusiasta de la energía renovable, Chris Goodall, instalar grandes paneles solares en el tejado de su casa de Oxford costó unas 12.000 libras; sin embargo, el valor total de mercado de la electricidad que produjeron pasados cuatro años era de solo 300 libras. Tiene sentido que los gobiernos subvencionen inicialmente esas inversiones, pero al final esta tecnología tendrá que llegar a ser competitiva comparada con los combustibles fósiles para que arraigue.

Eso significa que el coste de las células fotovoltaicas tiene que caer alrededor de una quinta parte de su precio actual, todo un reto. Es un problema de ciencia de los materiales; están en marcha muchas investigaciones apasionantes, sobre todo en el área de la fotovoltaica de «película delgada», que abandona los pesados paneles de silicio por exóticos recubrimientos de semiconductores como el telururo de cadmio o incluso de nanotubos de carbono.<sup>67</sup> El rendimiento de la conversión quizá será menor en estos materiales que en las células fotovoltaicas ordinarias

de silicio (del 8 al 12 por ciento), pero si se pudiese fabricarlos económicamente —si se pudiese incluso imprimirlos como celofán para edificios, por ejemplo—, el coste de la electricidad fotovoltaica bajaría drásticamente y empezáramos a forrar el planeta con pinturas y películas que generarían electricidad.

De momento, la pintura fotovoltaica existe solo en los febriles sueños de los que están haciendo un doctorado en nanotecnología. Más seguro es apostar por la expansión para 2050 de la llamada energía térmica solar concentrada. Como la energía eólica, se aplica desde hace años y ya está ofreciendo una electricidad económicamente viable en un puñado de instalaciones piloto. Al contrario que la fotovoltaica, la energía térmica solar no intenta convertir la energía solar en electrones directamente. De manera muy parecida a como fríen los niños hormigas con una lupa, concentra con espejos o lentes los rayos solares para calentar un fluido —agua, un aceite mineral o sal fundida— dentro de un tubo o un tanque metálicos. El fluido hierve o se expande, y así obliga a una turbina mecánica o a un motor de Stirling a moverse y a generar electricidad. ¿Le suena? Es pura generación de electricidad a la vieja usanza,<sup>68</sup> pero impulsada por una fuente nueva. Y como las plantas de energía térmica solar concentrada trabajan mejor en días cálidos y soleados, en los días en que millones de aparatos de aire acondicionado suben el precio de la electricidad, su producto vale sus buenos dólares. A diferencia de la fotovoltaica, la energía térmica solar no necesita obleas de silicio ni telururos de cadmio u otros semiconductores de fantasía, sino solo muchos espejos bien pulidos, los armazones de acero motorizados donde van montados y una central ordinaria para producir la electricidad.

Para que tengan más sentido, las centrales térmicas solares deberían estar situadas en desiertos. Entre las hoy existentes, varias están en España y en los estados de California, Nevada y Arizona. Está en marcha el proyecto de diseminar espejos en unos ocho kilómetros cuadrados de desierto, ciento diez kilómetros al sur de Phoenix; costará 1.000 millones de dólares y dará energía a setenta mil familias.<sup>69</sup> Hay otras instalaciones, funcionado ya o en proyecto, en Argelia, Egipto, Marruecos, Jordania y Libia.<sup>70</sup> En lo que se refiere al puro potencial desaprovechado, los países norteafricanos son la Arabia Saudí en ciernes de la energía solar (como la propia Arabia Saudí lo es). Lo mismo vale para Australia, buena parte de Oriente Próximo, el sudoeste de Estados Unidos y, en Sudamérica, el Altiplano y el este de Brasil.

¿Por qué, entonces, no hemos cubierto el desierto con plantas de energía térmica solar concentrada? Una razón es que hasta ahora se han construido tan pocas que los espejos y otros equipos necesarios siguen siendo artesanales y, por lo tanto, bastante caros. Se espera que esos costes disminuyan cuando este sector crezca, pero de momento, con unos precios de la electricidad de al menos doce céntimos por kilovatio-hora, esta forma de generar electricidad es menos económica que hacerlo con las centrales ordinarias. Otra dificultad es la inexistencia de líneas de transmisión de alto voltaje que conecten los cálidos y vacíos desiertos con los sitios donde de verdad vive la gente. La producción eléctrica mundial no vale nada si no se puede

distribuirla a los clientes. Para ello hay que tender cientos de kilómetros de cable conductor de corriente continua a alto voltaje, que sufre menos pérdidas de transmisión que las líneas de transmisión ordinarias de corriente alterna. Las líneas de corriente continua a alta tensión ya se usan para transmitir electricidad a lo largo de grandes distancias en África, China, Estados Unidos, Canadá y Brasil, pero, como todas las grandes infraestructuras, son bastante caras. Un cable de corriente continua a alta tensión submarino entre Noruega y los Países Bajos costó en 2008 alrededor de un millón de euros por kilómetro.<sup>71</sup> Así que, si bien es factible, la transmisión de la energía solar desde los desiertos del mundo hasta las ciudades requerirá grandes inversiones de capital en infraestructuras.

Una desventaja que afecta no solo a las líneas de corriente continua a alta tensión, sino a todas las formas de energía solar y eólica, es el almacenamiento de la energía. A pocos nos maravilla que aparezca un haz de luz en cuanto se aprieta el interruptor de una linterna. Sin embargo, imagínese que la linterna no estuviese alimentada por una pila, sino por una manivela, sin que hubiera almacenamiento alguno en pilas. El uso de esa linterna obligaría a estar dándole a la manivela continuamente (yo lo dejaría y me quedaría a oscuras). Además, para que rindiese lo más posible, la mano tendría que dar vueltas a la manivela siempre a la velocidad que genere exactamente la electricidad requerida. Sin el almacenamiento en la pila, todo exceso de potencia generado (es decir, más allá de los vatios de la bombilla) se perdería y todo déficit haría que brillase menos.

Llevando este problema a una escala mayor, veremos que satisfacer la volátil demanda de electricidad de la sociedad sin desperdiciar energía presenta enormes dificultades. La demanda fluctúa cada semana, hora y minuto en respuesta a todo tipo de cosas, de los ciclos económicos a los anuncios en los programas de televisión más populares. En consecuencia, las compañías eléctricas han de ajustar continuamente su producción de electricidad. Un exceso de capacidad desperdicia el dinero, ya que las centrales generan electricidad que no se usa; si se quedan cortas, se producen apagones de la luz o cortes en cadena.

Es bien difícil predecir las fluctuaciones de la demanda. Las fuentes solares y eólicas, como se debilitan o anulan en los días calmos o en los días nubosos y de noche, añaden una nueva volatilidad, por el lado de la oferta. En un mundo que recibiese una parte considerable de su electricidad de las fuentes solares y eólicas, para evitar los apagones de la corriente se necesitarían grandes «redes eléctricas inteligentes», es decir, redes de transmisión muy interconectadas y comunicativas, servidas por una abundante capacidad de emergencia procedente de centrales ordinarias<sup>72</sup> y por nuevas formas de almacenar la electricidad excedente para cuando falte.

Almacenar los excedentes eléctricos es difícil. Una manera de hacerlo es el «almacenamiento bombeado», que se vale de agua. Si hay disponible electricidad de más, se usa para bombear agua cuesta arriba, de un embalse o depósito a otro que esté más arriba. Cuando se quiera electricidad,

se suelta el agua del receptáculo superior para que caiga al inferior y circule gracias a la fuerza de la gravedad por unas turbinas para generar electricidad. El almacenamiento bombeado tiene un rendimiento hasta cierto punto bueno, es barato y se aplica desde hace tiempo, pero requiere mucha agua y mucho embalse.<sup>73</sup>

Una idea apasionante para el almacenamiento consiste en aprovechar las baterías de millones de coches eléctricos aparcados que estén enchufados a la red eléctrica. La comunicación con la red permite a los dueños de los coches elegir que se carguen cuando la demanda sea baja y se descarguen de nuevo en la red cuando sea alta. Google está desarrollando una técnica de ese tipo «V2G» (*vehicle-to-grid*, de vehículo a red eléctrica) en su iniciativa RechargeIt (RecargaLo).<sup>74</sup> Así, el parque entero de coches de una ciudad se convertiría en un gigantesco banco de baterías que amortiguaría las fluctuaciones del suministro eléctrico y la protegería de los apagones. A cambio, los coches obtendrían un beneficio al comprar electricidad cuando fuese barata y venderla cuando fuese cara. De ahí la idea de un «híbrido que devuelve dinero». Jeff Wellen, presidente de la Comisión Reguladora Federal de la Energía de Estados Unidos, calcula que, si la red eléctrica dispusiese de millones de coches, los híbridos que devuelven dinero reportarían a sus dueños de 2.000 a 4.000 dólares por vehículo.

La energía solar es un campo apasionante en rápida evolución y está en condiciones de lograr avances técnicos en múltiples frentes.<sup>75</sup> Con la inversión en líneas de transmisión hay una buena posibilidad de que la energía térmica solar concentrada florezca en desiertos apropiadamente situados; cabría aprovechar el norte del Sahara, por ejemplo, para suministrar electricidad a Europa. Mundialmente, la industria de la energía solar factura más de 10.000 millones de dólares al año y crece entre un 30 y un 40 por ciento al año, más deprisa incluso que la energía eólica.<sup>76</sup> <sup>77</sup> Según lo que se vaya decidiendo hacer,<sup>78</sup> se espera que la producción mundial de electricidad por fuentes solares haya crecido entre cincuenta y casi *dos mil* veces para 2050, con lo que le corresponderá entre el 0 y el 13 por ciento del mercado mundial de la electricidad.

Ese cero no es una errata. Todo esto es muy apasionante y sin duda hará la fortuna de muchos inversores en bolsa. Pero si ha ido sumando los números mientras lo explicaba, ya se habrá dado cuenta de algo: por deprisa que estén creciendo, la cruda verdad es que las fuentes limpias y renovables de energía que todos queríamos tener —la eólica, la solar, la hidráulica, la geotérmica, la de las mareas y la biomasa de cultivo sostenible— no están en condiciones de reemplazar a las fuentes no renovables en 2050.<sup>79</sup>

Pese a un crecimiento relampagueante, en 2050 la energía solar solo estará empezando a dejarse notar en la satisfacción de nuestras necesidades energéticas. La capacidad actual es tan minúscula que aun multiplicándola por cincuenta en los próximos cuarenta años seguiría aportando alrededor de un 0 por ciento de la electricidad mundial. Incluso en los modelos que más agresivamente las expanden, las fuentes solares solo satisfacen en 2050 un 13 por ciento de la demanda eléctrica mundial. Así que compre las acciones que desee, pero dentro de cuarenta años,

¿de dónde vendrá el grueso de la energía mundial? Es muy probable que de las mismas fuentes que hoy. Sencillamente, no hay una manera realista de eliminar el petróleo, el carbón y el gas natural de la cartera energética mundial en solo cuarenta años.

#### EL GAS NATURAL CONTRA LA TENTACIÓN SUCIA

A medida que la oferta de petróleo se vaya contrayendo más, iremos poniendo la vista en el carbón y el gas natural, y así hasta el lejano día en que las fuentes renovables puedan tomar el relevo. Ambos tienen defectos y ventajas con respecto al petróleo y entre sí. Ni el uno ni el otro se acercan al valor que tiene el petróleo para hacer combustibles líquidos y productos químicos. Sin embargo, estos dos combustibles fósiles ya dominan la generación de electricidad en el mundo: un 40 por ciento viene del carbón y un 20 por ciento del gas natural (solo un 7 por ciento de la electricidad se genera con petróleo). La adopción de los coches eléctricos, pues, parecería natural aun sin fuentes de energía renovables y nucleares.

Si las tendencias actuales no remiten, la demanda de carbón se habrá casi triplicado en 2050 y comprenderá un 52 por ciento del mercado eléctrico. La demanda de gas natural se duplicará con creces y comprenderá el 21 por ciento. Sin embargo, estas previsiones del tipo «sin cambios de rumbo» no tienen nada de fijas. Por medio de medidas de conservación agresivas y del desarrollo de las fuentes de gas natural, nucleares y renovables, por ejemplo, la electricidad generada con carbón en el mundo podría quedarse en un tanto por ciento muy pequeño para entonces.<sup>80</sup> Hay razones de peso para que el mundo se esfuerce en conseguir ese objetivo, como veremos enseguida.

Se prevé que la demanda de gas natural se duplique con creces entre hoy y 2050, y cuesta imaginarse un derrotero en el que *no* fuésemos agresivamente tras él (y tras el petróleo) entre hoy y entonces. El gas natural se emplea mucho para calefacciones y cocinas, y para uso industrial. Comprende una cuarta parte del consumo de energía de Estados Unidos. Cada vez es más utilizado como combustible gaseoso para el transporte, y hay varias técnicas de licuación del gas con un buen potencial para la fabricación de combustible líquido. Es la materia prima principal para la fabricación de fertilizantes agrícolas nitrogenados. De los tres grandes hidrocarburos fósiles, el gas natural es, con mucho, el más limpio: solo emite de una décima a una milésima parte de la cantidad de dióxido de azufre, de óxido nitroso, de partículas y de mercurio que el carbón o el petróleo. En su combustión solo libera unas dos terceras partes del dióxido de carbono que emite la del petróleo y la mitad del desprendido por la del carbón. Hay además bastante margen para mejorar el rendimiento de las centrales térmicas de gas natural, sobre todo sustituyendo los ciclos de vapor impulsados por el gas por plantas de ciclo combinado, que tienen un rendimiento mayor.

La mayor desventaja del gas natural, claro está, es que sea un gas. Al contrario que el carbón y

el petróleo, que se vierten sin más en petroleros o en vagones de tren, no es muy portátil. Llevar el gas desde los pozos hasta los mercados lejanos requiere bien un intrincado sistema de tuberías, bien la construcción de una refinería especial que lo enfríe hasta convertirlo en gas natural licuado. Como este solo ocupa alrededor de una sexta parte del volumen del gas natural, se puede transportarlo con petroleros. Hoy en día, el gas natural licuado comprende solamente una parte diminuta del mercado mundial del gas, pero su uso está creciendo deprisa. Resulta especialmente atractivo para los yacimientos de gas remotos cuya explotación, de otra forma, no sería rentable. Sin embargo, proceder así no es barato. Por ejemplo, se espera que una explotación conjunta de gas licuado creada por Chevron, Exxon Mobil y Shell en las aguas australianas cueste unos 50.000 millones de dólares. Explotará yacimientos submarinos de gas para los mercados asiáticos y, junto con otros proyectos de gas licuado, podría convertir a Australia en el segundo mayor exportador mundial de gas licuado tras Qatar; los ingresos serían de más de 24.000 millones de dólares para el año 2018.<sup>81</sup>

Una segunda desventaja del gas natural, parecida a una de las grandes del petróleo, es su concentración en un puñado de países. Las mayores reservas del mundo, de lejos, son las que controla la Federación Rusa (alrededor de 43 billones de metros cúbicos o un 23,4 por ciento del total mundial), seguida por Irán (16 por ciento), Qatar (13,8 por ciento), Arabia Saudí (4,1 por ciento), Estados Unidos (3,6 por ciento), los Emiratos Árabes Unidos (3,5 por ciento), Nigeria (2,8 por ciento), Venezuela (2,6 por ciento), Argelia (2,4 por ciento) e Irak (1,7 por ciento).<sup>82</sup> China y la India, de las que se espera que sean la primera y la tercera economía mundiales en 2050, tienen solo un 1,3 por ciento y un 0,6 por ciento de las reservas mundiales de gas natural, respectivamente. Estos países habrán de importar gas extranjero a raudales para colmar sus necesidades.

Como los de petróleo, los yacimientos de gas son finitos, así que el paso al gas natural es más bien una solución-puente para nuestros problemas energéticos a largo plazo. Pero, al ser su combustión la más limpia entre las de los combustibles fósiles, con emisiones de gases de efecto invernadero inferiores y un margen mayor para la mejora del rendimiento, es con mucho el más atractivo de los tres medioambientalmente. Las reservas mundiales son todavía considerables, larga es ya la historia de su explotación y cuenta con mercados adicionales: el de los fertilizantes y quizá el de las materias primas para la obtención de hidrógeno. En los decenios venideros, el gas natural será una mercancía de élite, muy preciada allá donde se encuentre. Parece que caben pocas dudas de que el gas natural, como el petróleo, es un recurso bruto que iremos a buscar hasta los últimos rincones de la Tierra.

El carbón, por el contrario, abunda mucho y lo hay por todo el mundo. Las reservas demostradas de gas natural tienen un índice R/P de vida de solo unos sesenta años, mientras que el del carbón es al menos el doble de largo: a menudo se calcula que puede ser de hasta doscientos años.<sup>83</sup> Las mayores reservas están en Estados Unidos (238,3 billones de toneladas, el 28,9 por

ciento de las reservas mundiales), Rusia (19,0 por ciento), China (13,9 por ciento) y la India (7,1 por ciento), pero se extrae carbón por todo el planeta. El carbón fue el combustible de la revolución industrial y, en contra de la percepción popular, es hoy la mayor fuente de electricidad del mundo. La mitad de la electricidad de Estados Unidos procede de más de quinientas centrales térmicas de carbón. En China es el 80 por ciento; se están construyendo allí dos centrales de carbón por semana, lo que equivale a añadir la potencia de la red eléctrica del Reino Unido en un año.<sup>84</sup> Se puede hasta gasificar el carbón para obtener gas natural sintético o combustibles líquidos para el transporte (diésel o metanol). Sudáfrica lleva haciéndolo desde los años cincuenta; hoy fabrica casi doscientos mil barriles de combustible líquido de carbón al día.<sup>85</sup> Se prevé que, si mantenemos la trayectoria actual, el consumo mundial de carbón aumentará entre un 2 y un 4 por ciento al año durante muchos decenios, con lo que sobrepasaría al petróleo y se convertiría en la mayor fuente de energía del mundo. Si las tendencias actuales no se moderan, la demanda de carbón se habrá casi triplicado en 2050.

Basta para desear que hubiese más petróleo. El carbón es el combustible más sucio y más dañino para el medio ambiente que haya en la Tierra. Se arrasan montañas enteras para extraerlo. La minería del carbón contamina el agua y devasta el paisaje, al que cubre de estanques de cieno tóxico que dejan tras de sí depósitos ácidos, erosivos, sobre los que no crecerá nada. Estudié uno de esos lugares para mi tesina, que fue bastante traumática. Una hora de trabajo de campo me dejaba cubierto de negro hollín, y las manos y la ropa se me tiñeron de naranja en un arroyo ácido lleno de una lechada química.<sup>86</sup> La minería del carbón desprende también metano atrapado, poderoso gas de efecto invernadero y explosivo aún más potente, en el interior de las minas subterráneas. Varios miles de mineros del carbón mueren cada año en China.

El carbón es peor que el petróleo y mucho peor que el gas natural en lo que se refiere a las emisiones de gases de efecto invernadero porque su contenido de carbono es el mayor del de todos los combustibles fósiles. Para producir una cantidad equivalente de energía útil, la combustión del carbón desprende alrededor del doble de dióxido de carbono que la del gas natural. Libera además una serie de contaminantes del aire tóxicos o irritantes, entre ellos el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), los óxidos del nitrógeno (NO y NO<sub>2</sub>), partículas y mercurio. Provoca lluvia ácida. Licuado desprende un 150 por ciento más de dióxido de carbono que los combustibles de petróleo. Para quienes esperan poner bajo control la cada vez mayor liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera, el carbón es el enemigo público número uno.

Como escribe mi colega de la Universidad de California Catherine Gautier: «Si no fuese por su impacto medioambiental, el carbón sería evidentemente el elegido para sustituir al petróleo».<sup>87</sup> Desde una perspectiva geológica, no escaseará antes de 2100.<sup>88</sup> Y ahí está el problema: según casi todas las proyecciones de los modelos, el carbón está destinado a sustituir al petróleo. Se prevé que su consumo haya subido en Estados Unidos en 2030 casi un 40 por ciento con respecto

a los niveles de 2010. En China, que ya quema el doble de carbón que Estados Unidos, se prevé que el consumo casi se doble.

Salvo que se prohíba su uso, la única débil esperanza que se interpone entre ese futuro y un gigantesco aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es el sistema de «captación y almacenamiento del carbono», o como se dice a menudo, el «carbón limpio». No hay carbón limpio, pero la captación y almacenamiento del carbono parece técnicamente posible y, a primera vista, seductoramente sencilla: en vez de mandar el dióxido de carbono por las chimeneas de las centrales térmicas de carbón, valerse de purificadores químicos para captarlo, comprimirlo a alta presión y así licuarlo, y conducir ese líquido a alguna otra parte e introducirlo profundamente en el subsuelo. Las compañías petroleras ya emplean un proceso similar para forzar que salga más petróleo de un yacimiento declinante. Se están efectuando ensayos satisfactorios de la captación y almacenamiento del carbono en Noruega, en Suecia y en Wyoming; el más antiguo lleva funcionando más de diez años sin contratiempos.

El mayor problema de esta técnica es la escala y, por lo tanto, el coste. En primer lugar, el proceso de «captación» consume energía, así que se necesitan centrales que sean bastante mayores y consuman aún más carbón para generar la misma cantidad de electricidad. En segundo lugar, hace falta una vasta red de tuberías para transportar volúmenes mareantes de CO<sub>2</sub> líquido desde las centrales hasta sitios de enterramiento adecuados (yacimientos petrolíferos abandonados o acuíferos salados y profundos). Solo Estados Unidos produce alrededor de 1.500 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año en sus centrales térmicas de carbón. Captar y almacenar el 60 por ciento de esa cantidad significa que habría que enterrar veinte millones de barriles de líquido por día, más o menos lo mismo que el consumo de petróleo de todo el país.<sup>89</sup> Los pequeños ensayos piloto son una cosa, pero no se ha intentado todavía ensayar la captación y almacenamiento del carbono aunque sea en una sola central de mayor tamaño. FuturGen, el único prototipo propuesto, se canceló en 2008 al inflarse el coste calculado hasta los 1.800 millones de dólares (el proyecto se recuperó después). Finalmente, no hay garantías de que el dióxido de carbono no se filtre de nuevo a la atmósfera. Un ritmo de escape de solo un 1 por ciento anual conduciría a que el 63 por ciento del dióxido de carbono almacenado se liberase en un siglo, lo que anularía en buena medida los presuntos beneficios medioambientales.<sup>90</sup>

La captación y almacenamiento se ha convertido en un aceptado as en la manga de los defensores del carbón, como si todos los problemas que acabamos de ver se hubiesen resuelto quién sabe cómo. Los políticos y muchos científicos se han incorporado a sus filas cumplidamente. Figura de modo destacado en todos los principales planes de reducción de los gases de efecto invernadero, incluyendo las situaciones alternativas posibles, o «escenarios», del informe Stern, del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático y de las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía esbozadas arriba. Barack Obama, Angela Merkel, Gordon Brown y demás líderes del G-8 han abrazado la idea de la captación y almacenamiento. Es la



única brizna de esperanza que podría refrenar el aumento estrepitoso de las emisiones de carbono que traerá consigo el explosivo auge del carbón que nos espera.

No me hago ilusiones.

## California se reseca, Shanghai se ahoga

*Secáronse las fuentes y la tierra  
cuando él detiene el agua; y cuando quiere,  
lanzándola destruye campo y sierra.*

Job 12:15

En enero de 2008, el estado de Iowa salió en las portadas de los periódicos de todo el mundo. Noventa y cuatro mil votantes del Partido Demócrata de Iowa habían puesto a Barack Obama —un senador novato de Illinois que solo dos años antes era casi desconocido— por encima de la que desde hacía mucho era la favorita nacional, la senadora Hillary Rodham Clinton, de Nueva York. Los caucuses de Iowa son la primera votación importante en la carrera por la presidencia de Estados Unidos y se cree comúnmente que influyen en su resultado. Con ese resultado inesperado, los votantes de Iowa habían causado toda una conmoción y disparado las primeras salvas de una de las batallas en primarias más emocionantes y prolongadas de la historia electoral de Estados Unidos. Poco sabían ellos que solo cinco meses después su estado estaría otra vez en las portadas de los periódicos de todo el mundo.

A las pocas semanas de que los políticos en campaña hubiesen partido hacia otras batallas en otros estados, la nieve empezó a caer. Dos grandes tormentas precipitaron un metro de nieve alrededor del pequeño pueblo de Oskaloosa. En marzo, Iowa había igualado la tercera mayor precipitación total de nieve en un mes en los 121 años en que se ha estado registrando el dato. Entonces se puso a llover. El promedio de abril para ese estado fue el segundo mayor en 136 años. Trescientos litros de lluvia por metro cuadrado inundaron el pueblo de Fayette, aniquilando su anterior récord de doscientos litros, establecido en 1909.<sup>1</sup> La nieve derretida y el agua corrían por todas partes; los maizales se inundaron, torrentes y ríos se desbordaron. El 25 de mayo, un tornado de categoría F5 —la máxima para los tornados y el primer F5 en Iowa en cuarenta años— arrasó una franja de más de sesenta kilómetros que pasaba por el diminuto Parkersburg, mató a ocho personas, destruyó cientos de casas y por poco no golpeó a la populosa Cedar Falls. El presidente George W. Bush declaró zonas catastróficas federales a cuatro condados y la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA) envió treinta y nueve agentes de protección civil al estado.<sup>2</sup> En el mes de julio hubo otros cuarenta y ocho tornados; mataron a cuatro boy scouts e hicieron que el número de fallecidos a causa de los tornados fuese el más alto desde 1968.

Y entonces las cosas se pusieron peor. El 29 de mayo empezaron los quince días más lluviosos

de la historia de Iowa. Los precios mundiales de los alimentos subieron por las nubes porque las tierras del estado que es el primer productor de maíz y soja de Estados Unidos se habían disuelto en lluvia. Mil trescientas manzanas de Cedar Rapids se inundaron cuando el río Cedar, desbordado, subió casi tres metros y medio por encima del nivel más alto que había tenido en los 159 años de existencia de la ciudad. En Iowa City parte de la universidad quedó bajo el agua. Cuando llegué allí a mediados de julio, los magníficos edificios de artes y el museo estaban en un estado lamentable. En Cedar Rapids había maderas, coches inservibles y molduras de yeso por todas partes. Un tren colgaba absurdamente de un puente que se había derrumbado sobre el río. La pequeña localidad agrícola de Oakville había sido barrida del mapa, sin más: sus tierras antes verdes estaban ahora salpicadas de socavones o enterradas en arena por la inundación. No quedaba nada en pie; solo había casas y campos echados a perder. Subían penachos de humo negro de las pilas de restos que se echaban al fuego.

En agosto se había declarado zona catastrófica federal a ochenta y cinco de los noventa y nueve condados de Iowa. El equipo de protección civil de la FEMA había crecido: ya no tenía treinta y nueve miembros, sino quinientos. Casi un millón de hectáreas de las mejores tierras de labor del mundo habían perdido más de cuarenta toneladas de mantillo por hectárea; la inundación se había llevado por delante un cuarto de millón de hectáreas de tierras aluviales.<sup>3</sup> El cálculo de los daños en todo el estado había ido subiendo hasta los 10.000 millones de dólares, unos 3.500 dólares por cada habitante de Iowa, adulto o niño, y luego subiría aún más. En 2009 se calculaba que solo los daños sufridos por la Universidad de Iowa se acercaban a los 1.000 millones de dólares.<sup>4</sup> Cuarenta mil iowanos —casi la mitad del número de votantes que en enero contribuyeron a que Barack Obama llegase a la Casa Blanca— habían sido desplazados de sus casas.

Mientras, seis estados y dos mil ochocientos kilómetros hacia el oeste se estaba produciendo un desastre relacionado también con el agua, pero bien diferente. El 4 de junio de 2008 —en medio de esos días que fueron los más lluviosos de la historia de Iowa—, el gobernador Arnold Schwarzenegger subía a un estrado de Sacramento para declarar oficialmente el estado de sequía en California, la mayor productora agrícola de Estados Unidos.

Las circunstancias habían empeorado en el Estado Dorado muy deprisa, en una década ya de por sí seca. El año antes las lluvias se habían quedado cortas con respecto a la media en un 80 por ciento. La capa de nieve y las lluvias fueron tan escasas que los agricultores empezaron a abandonar sus cultivos. En octubre, la extrema sequedad había alimentado una serie de devastadores incendios forestales, en los que murieron diez personas y hubo que evacuar a casi un millón. Se destruyeron miles de casas.<sup>5</sup> En mayo de 2008 también estaba sufriendo el norte de California. En muchas zonas las precipitaciones fueron inferiores en un 80 por ciento a las normales. Los caudales de los ríos Sacramento y San Joaquín eran tan bajos que habían llegado a un nivel crítico. El nivel de los embalses había disminuido en todo el estado; el lago Oroville, uno de los suministradores esenciales del gigantesco Proyecto de Aguas del Estado, había medio

desaparecido. Más de cuarenta mil hectáreas del expansivo Central Valley —el núcleo mismo del gigantesco motor agrario del estado— no fueron sembradas.

Schwarzenegger promulgó un decreto que puso en movimiento transferencias de agua, programas de conservación y otras medidas para combatir la crisis,<sup>6</sup> pero la sequía se agravó. Los niveles del agua cayeron aún más y hubo más incendios. Ocho meses después, en febrero de 2009, proclamó el estado de emergencia. Citaba «circunstancias de extremo peligro para la seguridad de las personas y de la propiedad» y «extensos perjuicios para las personas, la actividad económica, las propiedades, los municipios, la vida salvaje y el ocio»,<sup>7</sup> y ordenó que se tomaran medidas más draconianas. Los expertos predecían que iba a haber más barbecho: de 40.000 hectáreas se pasaría a 300.000; es decir, casi el 20 por ciento de las tierras cultivables del Central Valley se quedarían sin sembrar.<sup>8</sup> De pronto, California, encima de sufrir una crisis económica histórica causada por el estallido de la burbuja inmobiliaria y el hundimiento de los mercados crediticios mundiales, iba a tener que encarar, por culpa de la sequía, la pérdida de otros ochenta mil puestos de trabajo y de 3.000 millones de dólares de ingresos que se habrían derivado de las actividades agrarias.

Iowa y California no eran las únicas en padecer crisis relacionadas con el agua. Mientras Schwarzenegger movilizaba California, el sudeste de Estados Unidos, que por lo usual es húmedo, soportaba también una sequía histórica que había conducido a una oleada de prohibiciones de riego, de cosechas agostadas y de inauditas batallas por el agua entre los estados de Georgia, Tennessee y las dos Carolinas.<sup>9</sup> México llevaba quince años padeciendo una sequía severa, y tan solo con paliativos limitados.<sup>10</sup> Brasil, Argentina, el oeste de África, Australia, Oriente Próximo, Turquía y Ucrania atravesaban sequías excepcionales.<sup>11</sup> Situaciones de emergencia causadas por sequías estaban obligando a prestar ayuda alimentaria a Lesoto, Suazilandia, Zimbabue, Mauritania y Moldavia.<sup>12</sup> En febrero de 2009, las precipitaciones estaban entre un 70 y un 90 por ciento por debajo de lo normal en el norte y el oeste de China, lo que ponía en riesgo el 10 por ciento de la producción de cereales del país.<sup>13</sup> Ese mismo mes, la sequía extrema propició en Australia el «sábado negro», en el que seiscientos incendios forestales, los peores de la historia de Australia, mataron a doscientas personas. En abril, las malas cosechas en el estado de Chattisgarh llevaron al suicidio a mil quinientos campesinos indios, que no podían pagar sus deudas sin el agua.<sup>14</sup>

A los pocos días de las inundaciones de Iowa, grandes lluvias cayeron también sobre el este de la India y de China; mataron a sesenta y cinco personas y desplazaron a quinientas mil en la India. En China, las inundaciones de Guangdong y Guangxi Zhuang, la ciudad de Sansui y el río Perla mataron a 176 y desplazaron a 1,6 millones. Mientras Estados Unidos tenía la atención puesta en Sarah Palin, el hidrólogo Bob Brakenridge, de Darmouth, observaba las inundaciones desde el espacio por medio de los satélites con los que les seguía el rastro por todo el mundo.<sup>15</sup> En los diez meses transcurridos entre el 3 de enero en que Obama ganó los caucuses de Iowa y las elecciones

generales del 4 de noviembre, Brakenridge anotó 145 grandes inundaciones que habían sembrado la destrucción por el planeta. Mientras Obama arrollaba a Hillary Clinton primero y a John McCain después, esos ríos arrollaban vidas y propiedades de Taiwan a Togo. Mataron a casi cinco mil personas y sacaron de sus casas a diecisiete millones.

#### EL RECURSO QUE NOS ES MÁS NECESARIO

Cuesta imaginar algo que les sea más necesario a los seres humanos que el agua dulce. Si por alguna razón desapareciese de golpe, la raza humana se extinguiría en unos días. Si dejase de llegarles a nuestros animales y campos, moriríamos de hambre. Si dejase de estar limpia, enfermaríamos o hasta moriríamos. Nuestras sociedades necesitan agua en las cantidades, calidades y momentos apropiados para preservar la civilización tal y como la conocemos. Si no hay la suficiente, o si la hay en la parte del año que no debe, nuestros alimentos desaparecen y las industrias fallan. Si hay demasiada, los campos se anegan y la gente se ahoga. Durante los últimos diez mil años, la existencia misma de los asentamientos humanos permanentes ha dependido de un suministro de agua utilizable que sea continuo y fiable.

¿Qué depara el futuro? ¿Nos va escaseando el agua, como en última instancia escaseará el petróleo? En los últimos cincuenta años, la extensión de los regadíos se ha duplicado y el consumo de agua se ha triplicado para satisfacer la demanda mundial de alimentos. En los cincuenta próximos tendremos que duplicar de nuevo la producción de alimentos.<sup>16</sup> ¿Hay realmente agua suficiente para tanto?

En su libro *When the Rivers Run Dry*, el periodista especializado en temas medioambientales Fred Pearce describe vívidamente y de primera mano la dura realidad de las crisis del agua inminentes en más de treinta países. Hasta tal punto estamos extrayendo agua que a muchos de los ríos más poderosos e históricos —como el Nilo, el Colorado, el Amarillo o el Indo— apenas si les queda un hilo de agua al llegar al mar.

Lo bueno es que, a diferencia de lo que sucede con el petróleo, que en última instancia es finito, hay un ciclo hidrológico que nos devuelve sin fin el agua. Salvo en lo que se refiere a las aguas fósiles subterráneas, no hay un «pico del agua» como hay un «pico del petróleo». Siempre vuelve —en una parte u otra— en forma de lluvia o de nieve. Quizá sea con exceso, o con insuficiencia, o en un mal momento, pero siempre vuelve. Lo malo es que además de los problemas ya mencionados del exceso, la insuficiencia o el mal momento, las fuentes de agua pueden estar también contaminadas. Finalmente, si bien es cierto que hay agua a raudales circulando por cualquier parte, casi toda ella nos resulta inútil.

El hidrólogo ruso Ígor A. Shiklománov calcula que casi el 97 por ciento del agua del mundo está en los mares y es salada, no apta para beber o regar; el 1 por ciento es subterránea salada,

inútil también. Del alrededor del 2,5 por ciento que es dulce, la mayor parte *sería* salada si no fuese por los glaciares de la Antártida, de Groenlandia y de las montañas, que la retienen en tierra en forma de hielo en vez de dejar que corra hasta el mar. Las aguas subterráneas dulces abarcan unas tres cuartas partes de un 1 por ciento. El minúsculo resto —alrededor de ocho milésimas de un 1 por ciento— está en los lagos, humedales y ríos del mundo. Las nubes, el vapor y la lluvia de la atmósfera contienen todavía menos, solo una diezmilésima del 1 por ciento del agua de la Tierra.<sup>17</sup>

Hay que extraer tres ideas de los números de Shiklománov. La primera es que las fuentes de agua más importantes para las personas y para los ecosistemas terrestres —ríos, lagos y lluvia— son en realidad raras formas transitorias de H<sub>2</sub>O. Si toda el agua del mundo fuese un billete de mil dólares, esas fuentes serían solo ocho céntimos. La segunda idea es que, en comparación con ríos, lagos y lluvia, las cantidades de agua congelada en los glaciares o almacenada bajo tierra en los acuíferos es mucho mayor. Estas son también de importancia vital para la humanidad; vamos a tratar de ello enseguida.

La tercera idea —una que, la verdad, pasan por alto demasiado a menudo los gestores políticos y los científicos— es que esos números por sí solos no cuentan toda la historia en lo tocante al suministro de agua para los seres humanos. Recuérdese que el agua, a diferencia del petróleo, es un recurso circulante. Se recicla constantemente por medio del ciclo hidrológico, en infinitos bucles de lluvia, escorrentía, evaporación y almacenamiento en diversos contenedores, como el hielo. Desde un punto de vista práctico, la cantidad de agua dulce sometida a ese proceso (o «flujo») es tan importante como el tamaño absoluto de sus diversos contenedores. El volumen total del agua contenida en los ríos en un instante cualquiera es minúsculo, pero se reemplaza rápidamente, al contrario, digamos, que un glaciar antiguo o que un acuífero que va mermando muy despacio. Una gota de agua tarda en recorrer un río natural unos días, mientras que en glaciares, aguas subterráneas y corrientes oceánicas profundas puede quedarse retenida durante siglos, y hasta durante cientos de miles de años. Esto explica la aparente paradoja de que saquemos de los ríos del mundo cada año casi el doble de su capacidad instantánea, que es de dos mil kilómetros cúbicos.<sup>18</sup>

Esta es la razón de que las precipitaciones y las aguas superficiales, pese a su diminuta magnitud, tengan una importancia tan crítica para los ecosistemas de tierra y para las personas. La rapidez de su ciclo es lo que las hace tan valiosas. Pero como su capacidad de almacenaje es tan pequeña, somos vulnerables a las menores variaciones en su volumen. A diferencia del mar o de un glaciar, la atmósfera y los ríos no tienen una capacidad de almacenaje considerable, de la que pueda sacarse agua en las sequías o donde se la pueda guardar en tiempos lluviosos. Por lo tanto, la vida terrestre es muy sensible a las inundaciones y a las sequías, mientras que la marina, por lo general, no lo es. El atún tiene mucho de que preocuparse, pero no de las sequías. Combatir esta vulnerabilidad es una de las razones básicas de que hayamos construido millones de presas,

estanques, embalses y lagos por todo el mundo. Sin embargo, incluso después de tanta obra de ingeniería la cantidad de agua que podemos embalsar artificialmente equivale a poco menos de dos años de suministro de agua.<sup>19</sup>

El otro gran problema para los seres humanos, claro está, es que ese pequeño cubo de aguas fluviales que se reciclan rápidamente se extiende por el planeta de manera muy poco equitativa. Tantas corrientes permanentes, tantos ríos recorren como venas Canadá, Alaska, Escandinavia y Rusia, tantos lagos hay allí, que a muchos ni siquiera se les ha dado nombre, mientras que Arabia Saudí no los tiene naturales. Noruega, rica en agua, tiene por persona 82.000 metros cúbicos de agua dulce renovable; Kenia, solo 830.<sup>20</sup>Y en muy buena medida, esta desigual distribución de las aguas superficiales deriva de las pautas de la propia circulación atmosférica.

#### HACEDOR DE LLUVIA, COCEDERO DE TIERRAS

Bastaron cien pasos dentro de una selva húmeda para que la cabeza me retumbase, la camisa se me empapara y no pudiese respirar. No era claustrofobia —aunque no veía bien a través de la penumbra verde que creaba la luz filtrada por el dosel—, sino el calor, húmedo, de sauna. Era como inhalar los vapores de una tetera. Algo se humedeció bajo mis pies: había aplastado sin darme cuenta una exótica oruga, larga como la palma de la mano. Me disculpé por apartarme del grupo y, dando boqueadas, me encaminé al barco, pero me interceptó un aborigen. Vendía diminutas parejas con enormes genitales, eternamente congelados en una gozosa cópula. Ya en el barco, una cálida brisa soplaba río Amazonas abajo, pero mi piel sudaba aún más. El aire estaba totalmente saturado. No podía esperar a volver a mi habitación de hotel de Manaus, con su aire acondicionado.

Debí de llegar al Amazonas en un mal día. La mayoría de los seres vivos ama las pluviselvas tropicales. Su franja verde —manifiesta en cualquier mapa del mundo, alrededor del ecuador— restalla de vida y contiene la gran mayoría de las especies de la Tierra, conocidas o aún por descubrir. Las pluviselvas crecen allí gracias a los condensados aguaceros vertidos por las masas de aire húmedas y ascendentes de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Esta banda de nubes y lluvia sigue al Sol y circula casi directamente sobre la vertical mientras este calienta los océanos y las masas de tierra ecuatoriales y evapora enormes cantidades de agua. El vapor asciende, se enfría y condensa, e inunda así los trópicos con lluvia y desencadena los monzones asiáticos y africanos a medida que la ZCIT deriva arriba y abajo a través del ecuador todos los años, siguiendo sin cesar la marcha del Sol a lo largo de las estaciones. Miles de millones de seres vivos dependen de la intensidad y de la fiabilidad de estas pautas anuales de la lluvia, y entre ellos estamos nosotros.

Al norte y al sur, a caballo del exuberante cinturón ecuatorial y de las zonas de los monzones,

como resacas rebanadas de un emparedado vegetal, hay dos enormes bandas de secarrales y desiertos sujetas a la sequía. Los desiertos del Sahara, Árabe, Australiano, del Kalahari y de Sonora se encuentran allí, encajados más o menos en los 30° de latitud norte y los 30° de latitud sur. Esas zonas, si bien no carecen por completo de vida, son indiscutiblemente más inhóspitas que sus verdes vecinos ecuatoriales. Constituyen los campos de la muerte de las húmedas masas de aire de la ZCIT. Las masas de aire, vaciadas de su contenido de lluvia, derivan hacia el norte o hacia el sur antes de caer de nuevo hacia el suelo y abrasarlo con un calor seco demoledor, presionadas hacia abajo por el peso del aire que cae desde arriba. Como el circuito perpetuo de la cera que sube y baja en una lámpara de lava, este aire que se hunde cierra el bucle convectivo al fluir desde ambos hemisferios para volver al ecuador en forma de vientos alisios. Allí, los rayos solares humedecerán y levantarán el aire de nuevo: el ciclo se repetirá. Este patrón general de la circulación atmosférica, la célula de Hadley, es uno de los conformadores más poderosos del clima y de los ecosistemas de la Tierra.



Pese a la extrema aridez, miles de millones de personas viven en esas zonas subtropicales gemelas de las corrientes de aire que hunden el aire seco. Albergan algunas de las poblaciones humanas que están creciendo más deprisa. Contra el flanco meridional del Sahara presionan con fuerza casi ochenta millones de personas del Sahel africano, y se prevé que esta población crezca hasta llegar a los doscientos millones en 2050.<sup>21</sup> Al norte del Sahara están las grandes poblaciones del norte de África y de la Europa mediterránea. Las ciudades australianas se aferran a la costa de su polvoriento continente y dejan deshabitada la mayor parte de su vasto interior desierto. Pero el calcinado Oriente Próximo, el sur de África y el oeste de Pakistán están muy poblados y sus poblaciones se encuentran entre las más jóvenes y las que más deprisa crecen del mundo.

Phoenix y Las Vegas —dos ciudades que crecen a paso rápido en el árido sudoeste de Estados Unidos— yacen en medio de un desierto de la célula de Hadley. Diecinueve millones de personas sobreviven en el sur de California solo porque hay 2.000 kilómetros de tuberías, túneles y canales que les llevan agua tomada de otras partes. Viene del delta del Sacramento-San Joaquín y del valle de Owens al norte, y del río Colorado al este, bien lejos al otro lado del desierto de Mojave. Disfrutan de praderas verdes, fuentes borboteantes y piscinas en un lugar donde llueve en promedio menos de 400 litros al año por metro cuadrado. Un segundo canal<sup>22</sup> que parte del Colorado bombea agua hasta una elevación de casi 900 metros y hasta más de 500 kilómetros hacia el este, hasta Phoenix y Tucson, lo que ha incitado a Robert Glennon, autor de *Water Follies*, a comentar que movemos agua, entiéndase al pie de la letra, «monte arriba hacia la riqueza y el



poder». <sup>23</sup> Sin esta infraestructura y sin la energía para activarla, el suministro de agua de Arizona se parecería más a la de los palestinos: sesenta dudosos litros al día regateados en la trasera del camión de un traficante de agua.

### ¿QUÉ ES PEOR?

Aunque no hubiese cambio climático, el mundo seguiría teniendo que enfrentarse a un suministro de agua per cápita declinante a causa del crecimiento económico y poblacional. En general, más gente significa más demanda de agua. Aunque pudiésemos detener el crecimiento de la población, el avance de la modernización significa más carne, más artículos elaborados y más energía, todo lo cual hace que suba el consumo de agua per cápita. <sup>24</sup> En contra de lo que suele creerse, el crecimiento de la población y la industrialización representan, pues, una mayor dificultad para el suministro mundial de agua que el cambio climático.

Expertos en la política del agua y gestores de los recursos hídricos lo han percibido desde hace mucho. Pero el hidrólogo Charlie Vörösmarty lo destapó en 2000 cuando, con sus colaboradores Pamela Green, Joe Salisbury y Richard Lammers, de la Universidad de New Hampshire, comparó los modelos climáticos e hidrológicos con las tendencias a largo plazo de la población y del consumo del agua. <sup>25</sup> Como parte del estudio, publicaron tres mapas brillantemente coloreados de la demanda de agua prevista para 2025. Hago que en mis clases introductorias de la UCLA los alumnos miren estos mapas al menos una vez.

Uno de los mapas da mucho miedo; expresa los efectos combinados de las tendencias climáticas y demográficas en el estrés del suministro del agua. La mayor parte del mundo está coloreada en rojo (lo que significa una disponibilidad de agua menor que la actual), con unos pocos sitios coloreados en azul (más disponibilidad de agua, sobre todo en Rusia y Canadá) y aún menos en verde (que significa que apenas ha habido cambio o que no lo hay en absoluto). Este temible mapa rojo da a entender que para 2025 buena parte del suministro de agua de la humanidad habrá empeorado, sea por el crecimiento de la población, sea por el cambio climático, sea por ambos.

Los otros dos mapas distinguen los efectos del cambio demográfico y del cambio climático. El mapa relativo solo a la población es aún más pavoroso que el combinado. Casi todo el mundo está bañado en rojo; los azules son aún más raros. Comparado con él, el mapa relativo solo al clima parece casi benigno, con proporciones más o menos iguales de azules y rojos, y hasta tiene más verde. En otras palabras, se espera que los cambios climáticos perjudiquen y ayuden a la disponibilidad del agua en diferentes partes del mundo, mientras que los cambios demográficos y económicos son dañinos en casi todas partes. <sup>26</sup> Así pues, aunque nuestros problemas climáticos pudiesen desaparecer de alguna manera mañana mismo (lo que no va a ocurrir), seguiríamos

teniendo que enfrentarnos a enormes dificultades en el suministro de agua en algunos de los lugares más cálidos y hacinados del mundo.

BEBER MI...

Cuesta imaginar el mundo correspondiente a esos mapas rojos. Para la mayor parte de la gente — sobre todo la que vive en las ciudades—, el agua limpia es como el petróleo y la electricidad: una de esas cosas de las que dependen muchísimo pero a las que apenas si dedican un pensamiento ocasional. En mi misma ciudad, Los Ángeles, no hay quien no pague gustosamente cien dólares al mes por la televisión por cable; sin embargo, pondrían el grito en el cielo si se les obligase a pagar eso por el elixir de la vida que las cañerías les llevan directamente a casa. Cuando el gobernador Schwarzenegger declaró el estado de emergencia por la sequía, me miré la factura del agua por primera vez en la vida. Por dos meses de agua potable limpia, extraída de fuentes lejanas y entregada en mi casa por uno de los sistemas de ingeniería más caros y elaborados del mundo, me cobraban 20 dólares con 67 céntimos. Me gasto más en sellos de correos.

¡Si al menos todo el mundo pudiera permitirse esa ignorante felicidad! Ocho de cada diez personas disponen de algún tipo de fuente de agua salubre,<sup>27</sup> pero este promedio mundial oculta grandes diferencias geográficas. Hay países, como Canadá, Japón y Estonia, que proporcionan agua limpia a todos sus ciudadanos. Otros, especialmente en África, no se la ofrecen ni a la mitad de los suyos. La peor pobreza de agua es la que sufren etíopes, somalíes, afganos, camboyanos, chadianos, guineanos ecuatoriales, mozambiqueños y habitantes de Papúa Nueva Guinea.<sup>28</sup> Y sus estadísticas ocultan la división más clamorosa: entre las ciudades y las zonas rurales. Ocho de cada diez etíopes urbanos tienen alguna forma de agua salubre, y solo uno de cada diez etíopes rurales.

Como hemos visto en el capítulo 3, las ciudades se prestan a que los recursos naturales se canalicen de manera eficiente hasta la gente. Es mucho más rentable instalar tuberías para el agua y alcantarillas en un área densamente poblada que dispersarlas por el campo. Para buena parte del mundo, hasta las alcantarillas son un lujo. Increíblemente, cuatro de cada diez de nosotros carecen aunque sea de una simple letrina turca. No es de extrañar que las enfermedades ligadas al agua maten a más que la feroz epidemia del VIH/sida. Como escribe Jamie Bartram, de la Organización Mundial de la Salud:

Son muchos más los que sufren los efectos, en muy buena medida prevenibles, de unos saneamientos y de un suministro de agua deficientes que los afectados por la guerra, el terrorismo y las armas de destrucción masiva juntos. Sin embargo, esos otros asuntos se ganan la imaginación —y los recursos— del público y de los políticos, mientras que los problemas de agua y del saneamiento no lo hacen. ¿Por qué? Quizá, en parte, porque a la mayoría de quienes leen artículos como este les cuesta imaginarse defecando todos los días en bolsas de plástico, en cubos, en hoyos al aire libre, en campos de labor y en zonas públicas por falta de una alternativa higiénica privada, tal y como tienen que hacer unos 2.600 millones de personas. O quizá no puedan

conectar con la vida cotidiana de los 1.100 millones de personas que no pueden acceder ni siquiera a un pozo o fuente protegidos que estén a una distancia razonable a pie de sus casas.<sup>29</sup>

La mayoría de los expertos coinciden en que conseguir agua limpia para los más pobres del mundo es sobre todo una cuestión de dinero. Según las Naciones Unidas, el precio de que no haya quien no tenga agua segura y limpia sería de unos 30.000 millones de dólares al año. Pero construir depuradoras de agua y una red de tuberías para trasladarla sigue siendo prohibitivamente caro en los países más pobres, sobre todo en sus zonas rurales. La bienintencionada ayuda exterior se queda a menudo en las ciudades de las élites gobernantes. Y si bien las técnicas de depuración baratas, a pequeña escala, como la purificación ultravioleta, resultan prometedoras, los microproyectos no han conseguido atraer mucho el interés de los grandes proveedores de créditos. A Peter Gleick, experto en el agua, confundador y presidente del Instituto del Pacífico, le gusta decir que el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional saben cómo gastar 1.000 millones de dólares en un sitio (en una gran presa, por ejemplo) pero no cómo gastar 1.000 dólares en un millón de sitios. Pero con demasiada frecuencia es una solución de 1.000 dólares la que más se necesita. Conseguir agua limpia para quienes viven en los lugares más pobres sigue siendo un problema enorme, sin una solución clara en el horizonte.



Otra tendencia está nublando aún más el panorama. Las multinacionales están dedicándose cada vez más a la privatización del suministro del agua, a convertir este servicio en la actividad de empresas que no son locales, que actúan en múltiples lugares. A lo largo de los últimos diez años, al menos tres —Suez, Veolia Environmental Services (antes Vivendi) y Thames Water— se han expandido hasta convertirse en compañías con ánimo de lucro dedicadas a la entrega de agua a lo largo y ancho del mundo en desarrollo. A principios de 2009, el gigante industrial alemán Siemens pagó casi 1.000 millones de dólares por U.S. Filter, el principal suministrador de Norteamérica de productos y servicios para la depuración del agua. Multinacionales gigantescas como General Electric y Dow Chemical se están introduciendo también en el negocio del agua junto con otras compañías de las que nunca habrá oído hablar, como Nalco, ITT y Danher Corporation.

El beneficio que reporta este furor por privatizar el agua es la difusión de instalaciones modernas de depuración y distribución del agua por lugares pobres que las necesitan desesperadamente. Sin embargo, se trata de empresas con ánimo de lucro, no de ayuntamientos, de instituciones públicas. A cambio de esas infraestructuras nuevas cobran tarifas por el agua para recuperar los costes de su construcción y generar beneficios para los accionistas. Es una transacción habitual en el mundo desarrollado, donde la gente está acostumbrada a pagar por el

agua, pero en los países pobres es un cambio radical porque allí el suministro municipal del agua —en la medida en que exista— suele ser gratis.

Que empresas multinacionales controlen el recurso natural más esencial para la vida es una abominación para gente como Maude Barlow, autora de *Blue Gold* y *Blue Covenant*.<sup>30</sup> Estos libros explican que los más pobres entre los pobres no pueden pagar ni unos céntimos por el agua, lo que les fuerza a beber de canalizaciones y regatos contaminados, así que enferman y mueren. Extrapolando la actual tendencia globalizadora hasta el futuro, Barlow imagina en *Blue Covenant* lo siguiente:

Se ha creado un poderoso cártel empresarial para hacerse en su propio provecho con el control de todos los aspectos del agua. Las grandes empresas entregan agua potable y retiran las residuales; las grandes empresas ponen inmensas cantidades de agua en botellas de plástico y la venden a precios exorbitantes; las grandes empresas construyen nuevas, refinadas tecnologías para reciclar las aguas fecales y vendérmolas de nuevo; las grandes empresas extraen agua y la trasladan por medio de enormes tuberías desde las cuencas fluviales y los acuíferos hasta las grandes ciudades; las grandes empresas compran, almacenan y venden agua en el mercado libre, como si fueran zapatillas deportivas. Y lo más importante, las grandes empresas quieren que los gobiernos desregulen el sector del agua y dejen que sea el mercado el que establezca la política del agua. Cada día estamos más cerca de ese objetivo.

Quienes se oponen a las multinacionales forman un grupo apasionado, especialmente en lo tocante al agua. Denuncian que la privatización del agua se haya convertido en un objetivo clave del Banco Mundial e incluso de organismos crediticios regionales como el Banco Africano de Desarrollo y el Banco Asiático de Desarrollo, con una adhesión completa por parte de las Naciones Unidas y de la Organización Mundial del Comercio. Acusan al Consejo Mundial del Agua —en principio una plataforma ideológicamente neutral que promueve «la conservación, la protección, el desarrollo, la planificación, la gestión y el uso del agua en todas sus dimensiones con un fundamento medioambientalmente sostenible en beneficio de la vida en la Tierra»—<sup>31</sup> de ser en realidad un paladín subversivo mundial de la privatización del agua y de las grandes empresas. Organizan movimientos de resistencia y sentadas, y lo mismo pierden una lucha contra Nestlé por una planta embotelladora de Poland Spring en Michigan que ganan otra contra Coca-Cola en Plachimada, en la India; e incluso montan disturbios callejeros para obligar a Bechtel a marcharse de Bolivia.<sup>32</sup>

Si se repasa el debate fríamente, manteniéndose distante, se pueden apreciar los beneficios del modelo privado. Si los países no pueden o no quieren distribuir agua limpia a sus ciudadanos que la necesitan con desesperación, y tampoco lo hace el Banco Mundial, ¿por qué no dejar que lo intente el capital privado? Por otra parte, algo hay que da escalofríos en transferir el control del requisito más esencial de la vida —el agua potable limpia— de las instancias locales a otras transoceánicas, a grandes empresas cuya responsabilidad fiduciaria es, en primer lugar y por encima de todo, con sus accionistas. Pagar por el agua funciona bien en el mundo desarrollado, pero ¿y donde no se gana un dólar al día? El agua, ¿es una propiedad o un derecho humano? Esta

batalla continúa en todos los frentes por el mundo entero, sin que esté claro cuál pueda ser el mejor camino para seguir adelante.

La población mundial habrá crecido en un 50 por ciento en los próximos cuarenta años, y casi todo ese crecimiento se producirá en lugares que ya tienen ahora problemas con el agua. Esta nueva población será además más próspera y comerá más carne, así que la producción de alimentos per cápita habrá de ser mayor que hoy. Para satisfacer esta demanda prevista de alimentos y forraje habremos de doblar la producción alimentaria en 2050. Dar con agua dulce suficiente para mantener eso, más el crecimiento industrial, más miles de millones de nuevas viviendas, sin que por ello deje de estar limpia mientras recorre sin cesar su ciclo por nuestros riñones y el medio ambiente, será seguramente el mayor reto de este siglo.

## LA REVOLUCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los desayunos en los encuentros de lo más granado de la NASA en Washington, D.C., fueron mucho menos glamurosos de lo que esperaba. No consistían en un surtido de comida de astronauta servida en una reluciente sala de juntas de alta tecnología, sino que había que doblar el espinazo en un pasillo de moqueta blanda del hotel Marriott sobre un plato medio vacío de rosquillas *bagel* rancias. Pero no me importaba. Cogí la última que llevaba semillas de amapola y una taza de café y me metí como pude en la abarrotada sala de reuniones. Mi viejo compañero de habitación de cuando hacía el doctorado, Doug Alsdorf, profesor ahora de la Universidad del Estado de Ohio, nos estaba rogando que tomásemos asiento. Encontré uno y me senté rápidamente. Uno de los hombres más inteligentes que he conocido, el ingeniero de radares Ernesto Rodríguez, del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA, se estaba preparando para ponernos al día de cómo iba nuestra idea de quinientos millones de dólares.

La crisis del agua no solo consiste en cosechas perdidas y malas condiciones higiénicas. Es también acerca de la información —o, más precisamente, de la falta de *información*— relativa a una buena gestión del agua. El agua está constantemente en movimiento, pero, aunque parezca increíble, apenas si nos hacemos una idea de dónde y cuándo la tenemos y en qué cantidad en un momento dado. Nuestro conocimiento de la hidrología terrestre es extraordinariamente pobre en datos. Aparte de los grandes ríos, pocas corrientes de agua se han medido. Fuera de Estados Unidos, la gran mayoría de las masas de agua no reciben observación continuada alguna. Prácticamente no tenemos información sobre los lagos pequeños, los abrevaderos y los humedales. En muchos países ni siquiera el nivel del agua en las presas se da a conocer al público en general, si bien el personal que las controla no deja de prestarle atención.

A causa de esta laguna en la información, hay millones de personas que no tienen ni idea de si la semana que viene les traerá unos niveles de agua más bajos en su río o lago, o una feroz

inundación. Los servicios de protección civil ignoran cuándo llegará a su punto más alto una inundación o qué altura alcanzará. A lo largo de muchos ríos ni siquiera el tiempo que haga es un indicador fiable porque las presas de río arriba sueltan agua como quieren sus controladores, no las tormentas. En una completa inversión de su estado natural previo, muchos de los ríos de hoy se *encogen*, no se hinchan, a medida que van corriente abajo. Una irregular sucesión de extracciones y presas se los bebe hasta matarlos.

Desde que se construyó la Gran Presa de Asuán, casi toda la corriente del Nilo se desvía para la irrigación o se evapora estando embalsada.<sup>33</sup> Las presas del sistema del río Volta, en África, pueden retener o liberar agua en cantidad equivalente a la que fluye por el río en cuatro años. El paso del agua por el Éufrates-Tigris en Oriente Próximo, el Mae Khlong en Tailandia, el Río Negro en Argentina y el Colorado en Norteamérica está sometido a un control semejante. Pero rara vez se publican los datos hidrológicos. Muchos países hasta los consideran secretos, de modo que los vecinos de río abajo no puedan saber si se están cumpliendo los acuerdos internacionales de aguas compartidas.<sup>34</sup>

Estas son las razones de que nuestro grupo de científicos e ingenieros estuviese en esa habitación de hotel en Washington y en otras salas como esa en Roma, San Francisco, Barcelona, París, Orlando, San Diego, Columbus y Lisboa. Somos ahora más de quinientos, de treinta y dos países, los que trabajamos en una nueva y atrevida idea: globalizar la información sobre los recursos hídricos midiéndolos sin cesar desde el espacio dondequiera que estén. La técnica de satélite con que se puede hacerlo recibe el nombre de «altímetro de franja ancha». Se vale de la notable técnica de radar inventada por Ernesto Rodríguez, un «interferómetro por radar de banda Ka», o KaRIn (es adorable que se llame así por la mujer de Ernesto). Vamos a lanzar Karin al espacio a bordo de un satélite llamado SWOT.<sup>35</sup>

SWOT apuntará hacia la Tierra no un radar, sino dos, unidos el uno al otro por un brazo de cien metros de largo. Como dos gigantescos radares de pistola de la policía, observarán los millones de ríos, lagos, costas y otros parajes húmedos que irán pasando bajo su superficie rotante mientras orbita a unos 25.000 kilómetros por hora. Un solo satélite SWOT retransmitirá a tierra, día y noche, mapas tridimensionales del nivel del agua del mundo entero. Auscultará constantemente el pulso de las cañerías del planeta. Descubrirá los flujos y reflujos del agua en circulación por primera vez en toda su complejidad. Y pondrá los datos en la red gratuitamente.

Miles de millones se preocupan por la suerte y la disponibilidad de su agua. Especialmente donde escasea, hay poca información, y la vida depende de ella. Nuestro satélite está emprendiendo en este momento su camino por el laberinto político de su aprobación, construcción y lanzamiento. Esperamos que pueda estar arriba, en órbita, en 2018. Pero sea cual sea el destino de SWOT, tengo confianza en que en 2050 sus sucesores habrán puesto transparentemente a disposición de todos, en cualquier lugar de la Tierra, la información globalizada sobre los recursos hídricos, tal y como se ha hecho ya, y con mucho éxito, con otros tipos de datos de

satélite.<sup>36</sup> No más secretos sobre el agua o interrogantes científicos. Esto transformará por completo la manera en que estudiamos y gestionamos nuestro recurso natural más vital.

### ¿GUERRAS DEL AGUA?

Se ha puesto de moda decir que el agua será «el próximo petróleo», que la humanidad se dispone a ir por ella a la guerra en el siglo XXI. Cuando se busca en Google «guerras del agua» aparecen más de trescientos mil resultados; la frase figura tanto en artículos académicos como en los titulares de los periódicos.<sup>37</sup> «Una feroz competencia por el agua dulce —dijo el secretario general de las Naciones Unidas Kofi Annan en 2001— bien podría convertirse en una fuente de conflictos y guerras en el futuro.» Su sucesor, Ban Ki-moon, advertía en 2007, en un debate del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, de que la escasez de agua podría «transformar la competencia pacífica en violencia», y las inundaciones y las sequías podrían desencadenar «migraciones humanas masivas que polarizarían las sociedades y debilitarían la capacidad de los países de resolver los conflictos pacíficamente».<sup>38</sup>

El profesor de relaciones internacionales y periodista Michael Klare es más concreto. Espera que cuatro ríos en particular —el Nilo, el Jordán, el Tigris-Éufrates y el Indo— provoquen «elevados niveles de tensión junto con brotes periódicos de conflictos violentos».<sup>39</sup> Son cuatro buenas elecciones. Ya están explotados en exceso y los comparten enemigos jurados. El agua del Jordán se divide entre Israel, Jordania, el Líbano y Siria y los territorios palestinos ocupados. Usan el agua del Tigris-Éufrates iraquíes, iraníes, sirios, turcos y kurdos. Comparten el Indo Afganistán, China, la India, Pakistán y Cachemira. El Nilo y sus afluentes están controlados por otros ocho países, aparte de Egipto.

Prácticamente toda el agua que fluye por esos cuatro sistemas fluviales se está usando ya. En 2050, según la cuenca, las poblaciones humanas que dependen de ellos habrán aumentado entre un 70 y un 150 por ciento. Esto quiere decir que para una vasta área, del norte de África a Oriente Próximo y el sur de Asia, la demanda humana de agua está superando rápidamente el suministro disponible. «Ahora, en el alba del siglo XXI —advierte Klare—, los conflictos por el suministro crítico de agua son un peligro siempre presente.»<sup>40</sup>

Da miedo. Pero ¿va a ir realmente el mundo a la guerra por el agua? Aquí hay una sorpresa agradable. La historia nos dice que, si bien los conflictos internacionales por el agua son muy comunes, casi todos ellos —al menos hasta ahora— se han zanjado de modo pacífico. Una lectura atenta de la historia descubre que el agua y la violencia a menudo han estado relacionadas y sin embargo los países rara vez han recurrido a la violencia armada a causa del agua.<sup>41</sup>

Peter Gleick, del Instituto del Pacífico, y Aaron Wolf, de la Universidad del Estado de Oregón, mantienen unas bases de datos históricas de conflictos del pasado y de sus causas.<sup>42</sup> En ellas se

manifiesta un culebrón rico en tensiones, intereses contrapuestos y relaciones difíciles, pero no guerras abiertas, al menos no entre países soberanos o sobre recursos hídricos en concreto. Lo más común es que en la violencia que documentan el agua aparezca como herramienta, blanco o víctima de la guerra, pero no como su causa.<sup>43</sup>

Es digno de mención que no sea raro que salgan bien acuerdos sobre aguas compartidas entre países, hidrológicamente en tensión, que sí van a la guerra por otras razones. Wendy Barnaby, directora de la revista británica *People & Science*, señala que la India y Pakistán se han enzarzado en tres guerras, y sin embargo siempre han logrado zanjar sus disputas por el agua por medio del Tratado de las Aguas del Indo, firmado en 1960.<sup>44</sup> La razón es puramente racional: al cooperar, ambos países salvaguardan lo esencial de su suministro de agua. El agua es demasiado importante para correr el riesgo de perderla en una guerra. La independencia hídrica de Israel se acabó en los años cincuenta, la de Jordania en los sesenta y la de Egipto en los setenta. Pero sus guerras nunca han sido por el agua. Es asombroso, pues estos países ya no tienen ni para cultivar lo que comen.

En cambio, importan agua de otros... en forma de cereales.

#### EL COMERCIO VIRTUAL DEL AGUA

Los diplomáticos más hábiles del mundo no podrían parar una guerra del agua si la gente se estuviese muriendo de hambre. ¿Gracias a qué coexisten enemigos jurados, con poblaciones grandes y crecientes, a lo largo de un riachuelo menguante como es el Jordán? Diez millones de personas viven entre él y el Mediterráneo, con apenas el agua necesaria para cultivar una quinta parte de sus alimentos. La respuesta estriba en los intercambios comerciales mundiales de *alimentos*.

Los mayores usuarios de agua no son las ciudades, sino las explotaciones agrarias. Nada menos que el 70 por ciento del agua que se extrae de ríos, lagos y acuíferos va a parar a la agricultura.<sup>45</sup> Como los productos agrícolas necesitan agua para crecer, en sí mismos llevan «inmersos» recursos hídricos. La exportación y la importación de alimentos y animales, pues, equivale a la exportación e importación de agua.

Este «comercio virtual del agua» es la solución mundializada del antiguo problema de que el agua abunde en ciertos lugares y no haya bastante en otros.<sup>46</sup> Desde una perspectiva mundial, resulta también menos derrochador. Se gasta mucha más agua al cultivar una naranja en el abrasador calor seco de Arabia Saudí que en la húmeda Florida. Oculta en las importaciones por parte de México de trigo, maíz y sorgo de Estados Unidos está la de siete mil millones de metros cúbicos de agua virtual al año. Esto no solo ayuda a México —ahora en su decimoquinto año de sequía—, sino que además gasta menos agua en general. Para producir la misma cantidad de cereal en casa, México necesitaría cerca de dieciséis mil millones de metros cúbicos de agua



dulce al año, casi nueve mil millones más. Esta sola relación comercial ahorra agua suficiente para inundar el Reino Unido entero con una capa permanente de cuatro centímetros de agua.

El comercio virtual de agua es un secreto sobre el que se debate poco y del que los políticos no hablan. A la mayoría de las personas no les gusta oír hablar de que su país es dependiente en materia alimentaria o de que su agua les sirve a otros. Norteamérica es el mayor exportador mundial de agua virtual. Muchos países —entre ellos buena parte de los de Europa y los de Oriente Próximo, el norte de África, Japón y México— son importadores netos. Increíblemente, alrededor del 40 por ciento del consumo humano de agua se mueve de esa manera, inmerso en los flujos comerciales mundiales de productos agrícolas e industriales.<sup>47</sup> Sin esos flujos, el mundo parecería muy diferente a como es hoy. Los lugares secos mantendrían a muchas menos personas. A falta de mercados lejanos, grandes extensiones de tierra agrícola buenísima o bien conocerían explosiones demográficas, o bien quedarían abandonadas. El comercio mundial puede ser malo para las economías locales, malo para el consumo de energía, malo para la explotación de recursos, malo para otras cosas... pero está esparciendo por el mundo la prosperidad hídrica.



Pese a su recirculación incesante, hay partes del ciclo hidrológico que tienen un sospechoso aire de agotamiento de recurso natural finito. Esto es especialmente cierto en lo que se refiere a las aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas son una fuente de agua muy atractiva. Al contrario que las precipitaciones y los ríos, cuya capacidad es muy escasa y su volumen variable, los acuíferos contienen grandes volúmenes y son hasta cierto punto estables. Los seres humanos han cavado pozos desde hace miles de años: egipcios, chinos y persas ya los tenían en 2000 a.C. Sin embargo, los pozos de más de veinte o veinticinco metros de profundidad son un invento moderno, posible solo gracias a las bombas centrífugas y el motor de combustión interna.<sup>48</sup> En zonas con escasez de agua esta técnica nueva desencadenó enseguida un auge de la perforación de pozos de agua, parecido al de la perforación de pozos de petróleo descrito en el capítulo anterior. Nos convertimos en un enjambre de mosquitos que pican y sondan el planeta con probóscides de acero en busca de fluidos.

La explotación de las aguas subterráneas supuso que los agricultores pudiesen convertir secarrales y desiertos en campos feraces, productivos, casi de la noche a la mañana. Este es un pequeño secreto inconfesable de la «revolución verde» agrícola de la última mitad del siglo XX. La revolución verde no se produjo solo gracias a nuevas sustancias petroquímicas, semillas híbridas y la mecanización de la agricultura, sino a una expansión gigantesca del bombeo de aguas subterráneas para irrigar los cultivos. En solo cincuenta años, el área de tierras irrigadas en el

mundo se duplicó: de 25 millones de hectáreas en 1960 se pasó a 50 en 2007, y sigue creciendo.<sup>49</sup> Buena parte de esa agua de riego salió del subsuelo. Hoy, muchos agricultores de California, Texas, Nebraska y de otras partes dependen en grado sumo de las aguas subterráneas para subsistir.<sup>50</sup>

Un error común acerca de las aguas subterráneas deriva de las fotografías de espeleólogos con lámparas en la cabeza que vadean misteriosos y oscuros estanques en cavernas subterráneas. En realidad, un «acuífero» rara vez es un río subterráneo o un estanque, sino solo un estrato geológico de sedimento o roca madre saturados; el mejor material es la arena porosa.<sup>51</sup> El agua se extrae del acuífero mediante la perforación de un agujero en el estrato y la instalación de una bomba que suba el agua hasta la superficie. Esto crea un cono de depresión en la tabla de agua, con lo que el agua subterránea circundante rezuma por el material poroso hacia la perforación y hay un suministro continuo de agua. El agua que asciende desde un acuífero profundo suele ser fiable, clara, fría y deliciosa. Los acuíferos profundos ni se inundan ni sufren sequías. En algunas de las civilizaciones más secas y con un mayor estrés hídrico, el descubrimiento y explotación de acuíferos gigantes —antiguos relictos que tardaron miles de años en formarse— ha dado agua a las ciudades y regado praderas en desiertos, desde Texas hasta Arabia Saudí.

El problema es que nadie sabía de dónde venían esas aguas subterráneas, ni a nadie le importaba. En los primeros días, muchos perforadores creyeron que eran infinitas o que de alguna forma las reponían misteriosos ríos subterráneos. Pero como, en última instancia, los acuíferos se recargan cuando la lluvia logra percolar desde la superficie, se rellenan despacio. Si se bombea el agua más deprisa de lo que la nueva tarda en infiltrarse, el acuífero estará sobreexplotado. La tabla de agua descenderá y los pozos fallarán. Los agricultores perforarán más hondo y los pozos volverán a fallar. Al final el acuífero se vacía, o desciende tanto su nivel que no resulta rentable extraer agua de él.

Ahora estamos empezando a apreciar lo extendido que está por el mundo este problema, gracias a la medición precisa desde el espacio de las pequeñas variaciones del campo gravitatorio terrestre. En 2009, unos investigadores, valiéndose de los satélites de la NASA del Experimento del Clima y Recuperación Gravitatoria (GRACE), descubrieron que, pese a la recarga natural, las tablas de las aguas subterráneas estaban descendiendo entre cuatro y diez centímetros al año en partes del subcontinente indio muy irrigadas, descenso insostenible en una zona donde viven unos seiscientos millones de personas.<sup>52</sup>

La sobreexplotación de las aguas subterráneas más irreversible es la que se produce en los sitios más secos. No solo tienen esos acuíferos un ritmo de recarga por medio de la lluvia muy lento —con lo que la sobreexplotación es mayor—, sino que muy a menudo son la principal o la única fuente de agua de la que dependen los seres humanos. Una vez agotados, pasarán miles de años hasta que se rellenen, o quizá nunca se vuelvan a llenar del todo porque son relictos del final

de la última glaciación. A todos los efectos, las aguas subterráneas fósiles son, como el petróleo, un recurso finito y no renovable. Los pozos acabarán por secarse.

#### LA MUERTE DE UN GIGANTE

El Ogallala es un acuífero monstruoso que se extiende bajo no menos de ocho estados del oeste de Estados Unidos.<sup>53</sup> Los rancheros de los Altiplanos y los agricultores de secano sabían de su existencia desde principios del siglo XIX, pero hasta la década de 1940, con la aparición de las bombas modernas impulsadas por la electricidad o por el gas natural, no se pudo abrir la espita. Desde entonces hemos bombeado del acuífero de Ogallala más de veinticinco *billones* de litros de fría y clara agua para regar a lo largo y ancho de las Grandes Llanuras, mediante el sistema de pivote central, campos circulares de trigo, algodón, maíz y sorgo. Así se transformaron enseguida más de cuarenta millones de hectáreas de tierra que parecía muy poco aprovechable —muchas de ellas abandonadas después del Dust Bowl de 1937, las tormentas de polvo en las Grandes Llanuras que coincidieron con la Gran Depresión— en una de las regiones agrarias más productivas del mundo. Desde la ventanilla de un avión o con una vista de Google Earth, en la red, uno mismo puede ver los círculos verdes estampados, pasando por los panhandles (entrantes en otros estados) de Texas y Oklahoma, a través del este de Colorado, Nuevo México y Wyoming; y en dirección norte a través de Kansas y Nebraska hasta llegar al sur de Dakota del Sur. Estos discos verdecidos, limpiamente alineados, son las huellas que manifiestan la presencia del acuífero de Ogallala.

Si amplifica la vista en la red, verá que muchos de los discos están pardos. Hacia 1980 ya era bien sabido que los pozos estaban descendiendo deprisa en la mitad meridional del Ogallala. En 2005 grandes porciones habían descendido 15 metros, 30 metros, hasta 45, en el sudoeste de Kansas, Oklahoma y Texas. Los pozos en la parte septentrional, más húmeda, se mantenían bien gracias a unos ritmos de recarga natural mucho mayores, pero en los estados secos, donde el agua del Ogallala es principalmente de la era del Pleistoceno,<sup>54</sup> están muy sobreexplotados. Los pozos empezaron a fallar. Los agricultores de Texas, acostumbrados a regar un campo de pivote central o más con un solo pozo, empezaron a tener que perforar varios pozos para mantener un solo campo.

En 2009, un equipo dirigido por Kevin Mulligan, profesor de economía y geografía en el Tecnológico de Texas, llevó a cabo un estudio detallado del ritmo al que los agricultores de Texas estaban vaciando la parte sur del Ogallala. Mediante un sistema de información geográfica cartografiaron miles de pozos a lo largo de cuarenta y dos condados del norte de Texas. Usaron los datos relativos al nivel de agua y al flujo de los pozos para calcular el espesor saturado remanente del Ogallala y a qué velocidad descendía la tabla de agua. A partir de esos datos

elaboraron una serie de mapas que presentaban la esperanza de vida útil del acuífero de aquí a diez, quince y veinticinco años.

Los resultados impresionan. El acuífero de Ogallala desciende en Texas una media de treinta centímetros al año, y hay sitios donde baja hasta alrededor de un metro al año. En muchas partes se está precipitando hacia un espesor saturado de solo unos diez metros, punto en el que los últimos pozos empiezan a absorber aire.<sup>55</sup> Estos mapas son increíblemente precisos —muestran todos los pozos, son miles, y los círculos verdes de cultivos que mantienen—, de modo que el fin que se avecina del acuífero se cartografía de manera muy detallada. Los condados texanos de Pardo y Castro están cubiertos hoy en día de campos de pivote central, pero sus feraces superficies enmascaran la situación que hay debajo. Ambos condados han de encarar el abandono de la agricultura irrigada dentro de los próximos veinticinco años.

¿Podría salvarse el sur del Ogallala con medidas de conservación sensatas, por ejemplo adoptando el riego por goteo? «No lo vemos», bufó Mulligan cuando se lo pregunté. En la teoría suena muy bien, pero sus datos sobre los pozos muestran que, en la práctica, transformar los pivotes centrales, que hoy son aspersores, en mangueras de goteo no disminuiría la velocidad a la que el Ogallala se vacía. Los agricultores se limitarían a tener funcionando sus nuevos sistemas de goteo más tiempo, de forma que extraerían la misma cantidad de agua y el descenso neto del pozo sería el mismo. La dura realidad es que no hay forma de salvar un acuífero cuya recarga natural es de entre un centímetro y dos al año cuando se extraen de él treinta o más anualmente. Tiene su gracia que el mayor beneficio para los agricultores del riego por goteo no sea retrasar la muerte del Ogallala, sino garantizar que se vaya a producir al permitir el acceso a los últimos restos.<sup>56</sup> Estos pozos son las últimas boqueadas de un gigante condenado del que en un tiempo se creía que era invencible.

#### EN VERDAD EL ACEITE Y EL AGUA NO SE MEZCLAN

Todos sabemos que se necesita agua para conseguir alimentos. Menos evidente es la cantidad de energía que se necesita para conseguir el agua (para bombear, mover, depurar, etc.). Y casi nadie se hace una idea de cuánta agua se necesita a su vez para conseguir la energía. Pero como amantes desesperados, el agua y la energía están íntimamente abrazadas. La presión sobre los recursos hídricos, pues, está íntimamente ligada a las presiones sobre los recursos carbón, petróleo y gas natural. Salvo el viento y ciertas formas de energía solar, hasta las fuentes renovables de energía requieren mucha agua.

Las centrales de energía —sean de carbón, de gas natural, de uranio, de biomasa, de basura o de cualquier otra cosa— usan el agua de dos formas importantes, al menos: para hacer vapor que dé vueltas a una turbina y generar así electricidad, y para deshacerse del calor sobrante. La mayor

demanda de agua en el sector energético corresponde hoy a la refrigeración de las centrales de energía. Más de la mitad del agua retirada en Estados Unidos, un poco más que para regar cultivos, se emplea con ese propósito. Eso son más de 60 millones de hectáreas-metro de agua al año (suficiente para inundar el país entero con agua hasta los tobillos) para refrigerar las centrales de energía. En algunas partes de Europa, el porcentaje de agua retirada para la producción de energía es aún mayor.<sup>57</sup>

La cantidad total de agua que se necesita depende en muy buena medida del combustible que se use, del diseño de la central, de si se recicla el agua, del sistema de refrigeración, etcétera. Pero en todos los casos, el volumen de agua que hace falta para que funcione una central de energía es grande, mayor incluso que el de combustible. Esa es la razón de que las centrales estén situadas cerca de masas de agua o encima de acuíferos grandes. No es raro encontrar una central de carbón en la ribera de un río a cientos de kilómetros de la mina de carbón más cercana: es más barato llevar el carbón al agua que al revés. La central nuclear de Three Mile Island (de la Isla de las Tres Millas), la que sufrió el accidente nuclear de 1979 del que se ha hablado en el capítulo anterior, está realmente en una isla, en medio del río Susquehanna.

Las centrales de energía merman el suministro de agua al reducir tanto su calidad como su cantidad. El agua reciclada devuelta a un río está más caliente que la que se retiró de él, a veces hasta 25° más caliente.<sup>58</sup> Cuando la central está junto a una masa de agua muy grande, el mar por ejemplo, no causa daños medioambientales importantes. En cambio, echar agua caliente a un río o a un lago degrada los ecosistemas, por muchas razones. El agua caliente lleva menos oxígeno disuelto, disminuye la velocidad a la que nadan los peces e interfiere en su reproducción. Especies de agua fría deseables, como la trucha y la perca de boca pequeña *Micropterus dolomieu*, son sustituidas por especies de agua tibia, como las carpas.

El segundo problema es el consumo de agua, es decir, la pérdida irrevocable de agua. La mayoría de las centrales de energía usan torres de refrigeración «húmedas» —o incluso estanques abiertos— para que, deliberadamente, se evapore agua hacia la atmósfera: el enfriamiento se produce así tal y como la evaporación del sudor enfría la piel. Las pérdidas por evaporación en las centrales de energía son mucho menores que la cantidad total que se retira, pero no dejan de ser considerables para una zona que padezca estrés hídrico. En lugares muy secos va siendo cada vez más difícil conseguir agua suficiente para la refrigeración.

En el primer estudio de su tipo, Martin Pasqualetti, profesor de la Facultad de Ciencias Geográficas y Planificación Urbana de la Universidad del Estado de Arizona,<sup>59</sup> investigó cuánta agua consumían (es decir, evaporaban) en Arizona las diferentes técnicas de producción de energía para generar un megavatio-hora de electricidad. Puede que sus hallazgos le sorprendan.

PÉRDIDAS DE AGUA ENMASCARADAS EN LA GENERACIÓN  
DE ELECTRICIDAD EN ARIZONA

Técnica energética	Consumo de agua (litros/MWh)
Energía hidráulica	113.858
Energía térmica solar concentrada	3.000-3.800
Nuclear	2.970
Carbón	1.930
Gas natural	738-1.571 (según la técnica)
Geotérmica	<20
Fotovoltaica solar	<4
Eólica	0

Datos por cortesía de M. Pasqualetti, Universidad del Estado de Arizona.

Los datos de Pasqualetti nos enseñan que el consumo de agua en la producción de energía no solo es grande, sino que varía enormemente según el tipo de energía que se use. Por ejemplo, una central nuclear evapora alrededor de 2.970 litros de agua para generar un megavatio-hora de electricidad, mientras que las centrales de gas natural evaporan bastante menos (sobre todo las modernas centrales de ciclo combinado, que evaporan alrededor de 740 litros por megavatio-hora). Esto quiere decir que una casa media de Phoenix, que consume 20 megavatios-hora al año, evapora, sin saberlo, casi 60.000 litros de agua si su electricidad procede de una central nuclear, y solo 14.700 si procede de una central de gas natural de ciclo combinado. Más agua virtual.

Para poner ese número en perspectiva, 56.000 litros vienen a ser lo que una casa típica de Phoenix con jardines irrigados usa en dos semanas. Por lo tanto, esta agua «enmascarada» no es una cantidad enorme, pero no deja de tener su importancia en un sitio tan seco. Pero la gran sorpresa es que, en lo tocante a la generación de energía, sea precisamente la hidráulica la peor derrochadora de energía,<sup>60</sup> tras la que vienen la energía térmica solar concentrada y la nuclear. Arizona no tiene cultivos para biocombustibles, pero otros estudios arrojan que los biocombustibles son aún peores que la energía hidráulica en cuanto al consumo de agua.<sup>61</sup> Los biocombustibles, la energía hidráulica y la nuclear, pues, si bien reciben elogios por ser neutras (o casi) en lo que se refiere al carbono, son peores incluso que el carbón en lo tocante al consumo de agua. De las energías renovables, solo la eólica y la fotovoltaica solar son verdaderamente benignas, algo, señala Pasqualetti, que debería hacer que el coste de la fotovoltaica solar resultase más competitivo, por lo que gasta de menos cuando se tiene en cuenta el precio del agua que ahorra.

El nexo entre el agua y la energía actúa en ambos sentidos. Al examinarlo en el sentido contrario, se ve que se necesita energía a cada paso que hay que dar para llevar agua limpia a una casa. Tomemos de nuevo, por ejemplo, el típico hogar de Phoenix, que consume alrededor de un

décimo de hectárea-metro de agua al año. Requiere dos megavatios-hora de electricidad — alrededor de un 10 por ciento del uso total de energía de la familia— el bombear esa cantidad de agua cuesta arriba desde el río Colorado, a unos trescientos kilómetros de distancia, depurarla y presurizarla localmente. Pero esos megavatios-hora nunca aparecen en la factura del agua; están enmascarados en la factura del agua misma. Es digno de mención que casi todo el coste de proporcionar agua potable a los hogares de Phoenix estriba en la energía que lleva el hacerlo, no en el agua.

«En efecto —dice Pasqualetti—, el agua y la energía están casadas la una con la otra. Se necesita agua en las centrales eléctricas para que funcionen debidamente. Por otra parte, se necesita energía para que nuestras casas cuenten con agua potable segura. El público no aprecia bien la cantidad de uno de estos bienes que se necesita para proporcionar el otro.»<sup>62</sup>

Tampoco lo aprecian bien los políticos y los planificadores. En vez de reconocer este matrimonio de la energía y el agua, las respectivas agencias planificadoras y reguladoras son casi siempre organismos totalmente separados. «Los analistas de la energía han venido ignorando de ordinario los requisitos hídricos de las medidas que proponen para cumplir los objetivos de provisión energética establecidos. Los analistas del agua han venido ignorando de ordinario los requisitos energéticos de los objetivos hídricos establecidos», concluía un reciente informe del Laboratorio Nacional de Oak Ridge.<sup>63</sup> Históricamente, hemos salido bien parados de esto gracias al agua barata, a la energía barata o a ambas. Este cojín seguirá empequeñeciéndose a medida que la oferta de la una y la otra se vaya restringiendo de camino a 2050.



Uno de los resultados más comúnmente esperados del cambio climático es una ligera debilitación y expansión de la circulación de la célula de Hadley. Esta modificación aparece no solo en una amplia diversidad de previsiones de modelos climáticos, sino también en datos históricos que se remontan hasta hace treinta años.<sup>64</sup> La consecuencia de este cambio es la generación de más nubes y lluvia en los trópicos y, en sentido contrario, que las condiciones sean aún más secas en las dos zonas desiertas de las corrientes de aire a caballo del ecuador, que se extenderán más hacia los polos. Es bien sabido que resulta muy difícil predecir las precipitaciones del futuro, pero esa es una de las cosas en que coinciden todos los modelos climáticos. Dicho en pocas palabras, muchos de los lugares húmedos del mundo se volverán aún más húmedos, y los secos, aún más secos.

Las lluvias se incrementarán alrededor del ecuador y disminuirán en el Mediterráneo, en Oriente Próximo, en el sudoeste de Norteamérica y en otras zonas secas. Los ríos llevarán más caudal en algunas partes y menos en otras. Un cálculo muy bien valorado nos dice que nos preparemos para un aumento hacia 2050 de entre un 10 y un 40 por ciento de la escorrentía en el

África ecuatorial oriental, en la cuenca del río de La Plata, en Sudamérica, y en las altas latitudes de Norteamérica y Eurasia, y para una disminución de entre un 10 y un 30 por ciento en el sur de África, en el sur de Europa, en Oriente Próximo y en el oeste de Norteamérica.<sup>65</sup> Mediante el lenguaje de la estadística, estos modelos nos dicen que estemos listos para más inundaciones y sequías como las de Iowa y California.

### ¿LA PRIMERA GRAN SEQUÍA DEL SIGLO XXI?

Parte de la explicación de las muchas inundaciones y sequías que han ocurrido en el mundo desde 2008 era que se trataba de un año de La Niña, es decir, un año en el que bajaron las temperaturas superficiales del mar en la mitad oriental del océano Pacífico tropical. Este fenómeno conduce, entre otras cosas, a unas condiciones más secas en California, lo que contribuyó a su sequía ya en marcha (el fenómeno opuesto, El Niño, se asocia a mayores temperaturas superficiales del mar y a unas condiciones más húmedas en California). Por medio de las conexiones entre el agitado océano y la atmósfera, La Niña afecta al suministro de agua para los seres humanos, con ecos en todo el mundo.

A un compañero de la UCLA, Glen MacDonald, experto en el cambio climático prehistórico, le preocupa hondamente que algo como La Niña de 2008 pueda ocurrir de nuevo, pero con una persistencia de *decenios*, no de meses. MacDonald y sus alumnos creen que el sudoeste de Estados Unidos, en particular, sufrirá una sequía peor que la peor que se haya visto en tiempos modernos. A partir de anillos encogidos de árboles y de otros registros naturales prehistóricos, han reunido un cúmulo creciente de indicios de que la región sufrió en tiempos medievales dos extensas «sequías perfectas», al menos (denominación acuñada por MacDonald para referirse a los períodos en que hay sequía a la vez en el sur de California, el norte de California y la parte alta de la cuenca del río Colorado).<sup>66</sup> Esas sequías perfectas eran tan malas como el Dust Bowl o peores, pero duraban mucho más, hasta cincuenta o setenta años (el Dust Bowl apenas si duró diez). Estos datos prehistóricos nos dicen que esa región tan poblada es susceptible de experimentar sequías mucho peores que las padecidas desde que llegaron allá los primeros exploradores europeos.

Una de las razones de que se produjesen aquellas sequías prehistóricas fue que hace entre setecientos y novecientos años las temperaturas subieron. El aumento fue parecido al que estamos empezando a ver, pero no tan grande como el previsto por los modelos para 2050. La razón de que la temperatura medieval subiese (menos erupciones volcánicas y un mayor brillo solar) era diferente de la actual, pero no deja por ello de ofrecernos un vislumbre de cómo podría responder el planeta al calentamiento de invernadero.<sup>67</sup>

El calentamiento del clima medieval no solo aumentó el desecamiento de los suelos



directamente; además alteró un importante patrón de circulación del océano Pacífico: durante muchos decenios seguidos, apartaba de la costa occidental de Norteamérica aguas relativamente frías (se trataría de una fase negativa prolongada de la llamada «oscilación decenal del Pacífico», una oscilación parecida a El Niño que se produce en el norte del Pacífico y que hoy en día tiene un período de unos veinte a treinta años). Es probable que eso creara sistemas de presiones que impulsaran tormentas cargadas de lluvia hacia el norte en vez de hacia el sur, a través del oeste de Estados Unidos, y creara condiciones de sequía en el sudoeste. Si la elevación prevista de las temperaturas del aire causase que la circulación del Pacífico se comportara de esta manera de nuevo, podrían darse otra vez las prolongadas megasequías medievales. En los océanos Atlántico e Índico hay conexiones similares entre las temperaturas cambiantes de la superficie del mar y las pautas pluviales geográficas en tierra.

MacDonald señala que en los días de 2009 en que Schwarzenegger declaró el estado de emergencia, la mayor parte del sudoeste de Estados Unidos se encontraba en realidad en su octavo año de sequía, no en el tercero. «Cabe sostener que estamos ahora en la primera gran sequía del siglo XXI en el oeste de Norteamérica —me dijo reflexivamente—. ¿Podríamos encontrarnos en la transición hacia un nuevo estado del clima? Sin duda. ¿Debemos preocuparnos? Sin duda.» Su inquietud es semejante a la de Richard Seager, del Observatorio Lamont-Doherty de la Tierra, de la Universidad de Columbia. En un artículo de *Science* muy leído,<sup>68</sup> Seager y sus colaboradores demostraron que dieciséis modelos climáticos concordaban en que el calentamiento de invernadero previsto iba a convertir el sudoeste de Norteamérica en un horno, intenso y persistente. Su resultado, claro está, depende del grupo de modelos analizados, y la simulación es imperfecta porque los modelos climáticos de hoy, de escala demasiado grande, no representan bien las zonas montañosas (por ejemplo, las Montañas Rocosas, que producen la mayor parte del agua procedente de la nieve en la región). Pero si las previsiones de estos modelos resultaran ser correctas, no sería inconcebible que las condiciones de sequía asociadas al breve Dust Bowl se convirtiesen dentro de unos años o decenios en el nuevo clima de la región.

## NEGOCIOS ARRIESGADOS

«La estacionariedad ha muerto», anunciaba otro artículo de *Science* de 2008, que produjo escalofríos a los actuarios de todo el mundo.<sup>69</sup> Un equipo de hidrólogos de ensueño —Chris Milly, Bob Hirsch, Dennis Lettenmaier, Julio Betancourt y otros— acababa de decirles que la premisa más fundamental de su trabajo —la fiabilidad de las estadísticas— empezaba a venirse abajo.

La estacionariedad —la idea de que los fenómenos naturales fluctúan dentro de un margen fijo de incertidumbre— es uno de los cimientos de la evaluación de riesgos. La estacionariedad

permite que las compañías de seguros funcionen. En ella se basan la ingeniería de los puentes, los rascacielos y demás infraestructuras esenciales. Guía la planificación y los códigos de edificación en lugares propensos a los incendios, las inundaciones, los huracanes y los terremotos.

Fijémonos en las inundaciones fluviales, por ejemplo. Gracias a la medición continua del nivel del agua de un río durante, digamos, veinte años podemos valernos de la premisa de la estacionariedad para calcular la probabilidad estadística de sucesos raros, por ejemplo de la «inundación del medio siglo», de la «inundación del siglo», de la «inundación del medio milenio», y así sucesivamente. Esta manera de proceder, aunque crea enormes malentendidos en el público,<sup>70</sup> ha logrado que estemos más seguros. Son las puras y duras estadísticas, en vez de los caprichos de constructores o alcaldes, las que sirven de guía para diseñar puentes y para la ordenación del territorio. Pero la predicción de inundaciones, y muchas otras formas de evaluación de riesgos naturales, descansan en la premisa central de que las estadísticas del comportamiento del pasado valen también para el futuro. En eso consiste la estacionariedad. Sin ella, todas las evaluaciones de riesgos caen por tierra.

Un conjunto cada vez mayor de investigaciones va enseñando que nuestras viejas estadísticas están empezando a quebrarse. El cambio climático no es el único culpable. La urbanización, el cambio en las prácticas agrarias y las oscilaciones climáticas cuasirregulares, como El Niño, influyen en la probabilidad estadística de una inundación. Sin embargo, el artículo del equipo de ensueño y otros por el estilo<sup>71</sup> nos dicen ahora que el cambio climático está alterando de modo fundamental las estadísticas de las inundaciones y las sequías extremas, ambas de importancia esencial para los seres humanos. «A la vista de la magnitud y de la ubicuidad del cambio hidroclimático que parece estar ahora produciéndose —escribían—, afirmamos que la estacionariedad ha muerto y no debería ya servir de premisa central y por defecto en la evaluación de riesgos y la planificación de los recursos hídricos. Hallar una premisa adecuada que suceda a esa es crucial para la adaptación de la humanidad al cambio climático.»<sup>72</sup>

Por desgracia, no contamos todavía con buenos reemplazos de la estadística estacionaria; sin duda, nada que vaya tan bien como esta lo fue en otros tiempos. Además, apenas si ha habido investigación básica en ese terreno desde la década de 1970. No podemos inventarnos sin más una rama completamente nueva de las matemáticas y formar en ella de la noche a la mañana a una nueva generación de expertos en el agua. «Se ha dejado que la investigación de los recursos hídricos caiga en el olvido en los últimos treinta años —se quejaría más tarde Lettenmaier en un editorial—. Ciertamente, la profesión ha sido lenta en reconocer estos cambios y en ser consciente de que se requieren métodos radicalmente nuevos para afrontarlos.»<sup>73</sup> Así que, cuando estamos empezando a comprender la enormidad del problema, no tenemos, a día de hoy, una sustituta clara para nuestra vieja forma de hacer las cosas. Hasta que no encontremos una, resultará más difícil predecir los riesgos y su monto. Podemos esperar que las compañías de seguros reaccionen consecuentemente. En 2010, tras no conseguir que los reguladores del estado le autorizasen un

incremento de cerca del 50 por ciento en las cuotas, la mayor compañía de seguros del estado de Florida abrogó bruscamente 125.000 pólizas domésticas en las regiones costeras, propensas a los huracanes, y dio como razón que la reciente serie de huracanes devastadores había hecho que su modelo de negocio fuese inviable.<sup>74</sup> Prepárese para pólizas más caras, propiedades que no podrá asegurar y puentes que se hundan o construidos con exagerada cautela.

## ENVASES NO RETORNABLES

La alteración de las estadísticas de sequías e inundaciones no es la única forma en que el aumento de los gases de efecto invernadero perjudica al suministro de agua. Todos nuestros embalses, estanques, depósitos y demás contenedores para almacenar agua se quedan en nada en comparación con la capacidad de las capas de nieve y de los glaciares. Son almacenes gratuitos de agua y la humanidad depende mucho de ellos.

La nieve y el hielo acumulan inmensas cantidades de agua dulce en tierra y la liberan en el momento perfecto para el crecimiento de los cultivos. Acumulan en invierno y derriten lo acumulado en primavera y verano. Son el mayor sistema de gestión del agua del mundo y, al revés que un pantano artificial, no desplazan a nadie y no cuestan nada. Los glaciares (y las nieves permanentes que no desaparecen en todo el año) son especialmente valiosos porque sobreviven al verano. Significa que acumulan agua adicional en los veranos frescos y húmedos para devolverla en los cálidos y secos, en los que su fusión es más profunda y hasta lo acumulado en años anteriores se derrite. Dicho de manera sencilla, los glaciares meten en la hucha agua en los años buenos, cuando los agricultores la necesitan menos, y la sacan en los malos, cuando más falta les hace. Los glaciólogos llaman a esos años, respectivamente, de «balance de masas positivo» y de «balance de masas negativo», y son un don para la humanidad. Gracias a los glaciares, los ríos siguen llenos cuando lo demás se seca. Son por antonomasia la hucha de los buenos días para los malos.

Si lee las noticias, ya sabrá que muchos de los mayores glaciares de la Tierra están padeciendo un rápido retroceso, sea por las temperaturas más elevadas, por menores precipitaciones o por ambas cosas a la vez. Lonnie Thompson y Ellen Mosley-Thompson, pareja de glaciólogos de la Universidad del Estado de Ohio de lo más granado, han venido fotografiando desde los años setenta la muerte de varios de los glaciares que estudian. Algunos se están descomponiendo incluso en sus cimas, lo que es el toque de difuntos para un glaciar. Hay estaciones de esquí en los Alpes que intentan salvar los suyos cubriéndolos con mantas reflectantes. La mayoría de los glaciólogos esperan que en el Parque Nacional de los Glaciares, en Montana, no quede glaciar alguno en 2030.

La capa de nieve estacional, que no sobrevive al verano, no puede almacenar agua de un año

para otro como los glaciares, pero es, de todas formas, un contenedor de almacenaje que tiene una gran importancia. Crea un retraso más que necesario, gracias al cual los agricultores reciben agua cuando más la necesitan. Al quedarse con las precipitaciones invernales en forma de nieve, el agua que así retienen fluye más tarde corriente abajo, hasta los agricultores, con el calor de cuando crece lo sembrado. Sin ese gigantesco y gratuito contenedor para el almacenamiento, esa agua sería escorrentía que en invierno correría inútilmente hasta el mar, mucho antes de la temporada de crecimiento de los cultivos. El aumento de la temperatura del aire perjudica a este servicio beneficioso, tanto porque incrementa en invierno las lluvias (que no se retienen) como porque en primavera adelanta el deshielo. Como la temporada en que crecen los cultivos no está determinada solo por la temperatura, sino también por la duración de la luz diurna, los agricultores no siempre pueden adaptarse a la nueva situación sembrando antes. Para finales del verano, cuando más falta hace el agua, las nieves han desaparecido hace mucho.

Este desplazamiento estacional hacia una escorrentía más temprana procedente de la fusión de la nieve presagia grandes problemas para el oeste de Norteamérica y para otros lugares que sin las nieves del invierno no podrían mantener la agricultura durante los largos y secos veranos. El Central Valley de California, el mayor productor agrícola de Estados Unidos, depende mucho de la nieve fundida de la Sierra, por ejemplo. Pero las previsiones a largo plazo de la salud de las nieves en Estados Unidos no son buenas. Ya han disminuido en primavera en muchos sitios pese a un *aumento* general de las precipitaciones en invierno.<sup>75</sup> A finales de 2008, Tim Barnett, del Instituto Scripps de Oceanografía, y otros once científicos han vinculado definitivamente este fenómeno al calentamiento global causado por los seres humanos. No son buenas noticias, escribían en *Science*, y advertían de «una crisis en ciernes del suministro de agua en el oeste de Estados Unidos» y de «escasez de agua, falta de capacidad de almacenamiento que compense los cambios estacionales de los caudales de los ríos, transferencias del agua del uso agrícola al urbano y otras consecuencias de importancia crítica».<sup>76</sup>

Investigaciones como estas, de altos vuelos, no han pasado inadvertidas a los gestores públicos. Una reacción consiste en construir más pantanos, canales y otras obras de ingeniería para almacenar y trasvasar el agua. China está proyectando ahora cincuenta y nueve pantanos nuevos en la provincia occidental de Xinjiang para retener el agua de los ríos henchidos por los glaciares. En 2009, el secretario de Interior de Estados Unidos Ken Salazar anunciaba una inversión de 1.000 millones de dólares en nuevos proyectos hidráulicos para el oeste del país, de los cuales una cuarta parte estaba destinada a California.<sup>77</sup>

Empieza, pues, una nueva carrera tecnológica para adaptarse a una capacidad menguada de almacenar agua, antaño proporcionada gratuitamente por la nieve y el hielo. Pero debe entenderse que, *por muchas obras de ingeniería que se hagan, no podrán ocupar el lugar de esa forma de almacenamiento*. Recuerde a Í. A. Shiklománov (página 122), su inmenso contenedor de hielo y su diminuto contenedor de agua. Aunque cuadruplicásemos en el mundo los embalses, ni

remotamente reemplazarían a las reservas naturales. Y aunque lo hiciesen, acabaríamos con menos agua: al contrario que la nieve y el hielo, el agua se evapora vertiginosamente en los embalses abiertos.

No podemos retenerlo todo. Más agua del mundo deja las montañas y corre al mar.

## EN EL MAR

Lo normal no es pensar en glaciares que se derriten mientras se está de vacaciones en una hermosa y soleada playa. Pero no se trataba de una playa corriente ni de unas vacaciones más. Eran las navidades de 2005, y yo y otros miembros de la familia Smith mirábamos obnubilados el esqueleto de lo que había sido la casa de mis tíos, a una docena de manzanas, tierra adentro, de la costa de Mississippi. Con la facilidad con que un chico sopla espuma en un tazón de chocolate, el huracán Katrina había arrojado una pared de agua —una *crecida por temporal*— sobre el encantador barrio de Biloxi, donde se encontraba la casa.

El paraje era una zona de guerra desierta. Casas reventadas convertidas en astillas, coches aplastados y arrojados a piscinas. Más cerca de la playa no había esqueletos de casas, solo lisos rectángulos de hormigón blanco, barridos y lustrosos para mostrar dónde se levantaron casas que valían un millón de dólares. Habían pasado cuatro meses desde el huracán, pero el lugar estaba abandonado. Nadie acarreaba escombros, no se oían martillazos. Todo estaba en silencio, salvo por los cantos de los pájaros, que gorjeaban y se peleaban entre las ruinas. Para ellos era solo otro bello día en la costa del Golfo.

En la devastada Nueva Orleans, 150 kilómetros al oeste, vimos barrios enteros igualmente abandonados. Había manzanas y manzanas de casas torcidas, asoladas y oscuras salvo por las pintadas llenas de color o por los símbolos del personal de rescate. Los jeroglíficos registraban el historial de cada casa con pintura de espray: la fecha en que se había investigado, el peligro advertido, si se habían encontrado cuerpos humanos en ella. En una casa vivían perros asilvestrados.

Esta es la razón de que, encontrándome en una espléndida playa al sol, pensase en los glaciares. Al destrozar la casa de mis tíos, el huracán Katrina había hecho que se palpase la realidad de las secas estadísticas de mi disciplina, y de un modo personal, visceral. Aunque el deshielo de los glaciares no había causado el Katrina, pensaba en el indeleble control que el hielo del mundo ejerce sobre las costas. Cuando los glaciares crecen, el mar desciende. Cuando menguan, el mar sube. Los océanos y el hielo llevan bailando de esta forma, llevando el paso abrazados, desde hace cientos de millones de años. Gracias a mi formación geofísica, lo sabía. Gracias a mis investigaciones y a las de mis colegas, sabía lo deprisa que estaban retrocediendo los glaciares del mundo. Y varios kilómetros tras de mí, en tierra firme, y de cientos de kilómetros por la costa

en ambas direcciones, el suelo que pisaba apenas si sobresalía del nivel del mar. Ya sabía todo eso de modo abstracto, pero ese llano inacabable entregado a la destrucción me lo había vuelto real.

El nivel mundial del agua está subiendo ahora casi un tercio de centímetro al año como consecuencia de que se derritan los glaciares y de que el agua del mar se dilate al calentarse.<sup>78</sup> No cabe la menor duda al respecto. No cabe la menor duda de que seguirá subiendo durante varios siglos al menos, y puede que más. El nivel del mar está subiendo realmente. Las grandes incógnitas son la velocidad a la que va a seguir subiendo, si el ascenso progresará regularmente o a tirones, y hasta dónde llegará.

Exploraremos en el capítulo 9 la temible posibilidad de un aumento rápido del nivel del mar; aquí nos atendremos a los modelos conservadores y a lo que se ha medido hasta ahora. En la década de 1940, la media mundial del nivel del mar era unos diez centímetros inferior a la actual, pero estaba subiendo más de 1 milímetro al año (un ritmo vivo para entonces). Ahora está subiendo de 2 a 3 milímetros al año, y se prevé que esa cantidad crezca alrededor de 0,35 milímetros por cada grado adicional de calentamiento global.<sup>79</sup>

Según el modelo que se prefiera, significa que en 2050 el mar habrá subido entre 0,2 y 0,4 metros, o hasta la pantorrilla. El estado de California acaba de empezar una evaluación de riesgos y hace planes para una elevación de 0,5 metros para entonces.<sup>80</sup> Y 2050 es solo el principio. A finales de siglo, el nivel mundial del mar podría haber subido de 0,8 a 2,0 metros.<sup>81</sup> Es un montón de agua: hasta la cabeza de un adulto medio. Buena parte de Miami tendría que estar tras altos diques o abandonada. Las costas, desde la del Golfo a Massachusetts, se retirarían tierra adentro. Alrededor de la cuarta parte de Bangladesh quedaría bajo las aguas.

Cuando los océanos suben, los asentamientos costeros sufren cambios. Un mayor nivel del mar expande el alcance tierra adentro y la probabilidad estadística de crecidas de temporal, como la que el huracán Katrina lanzó sobre la costa del Golfo. No ayuda, desde luego, que haya una probabilidad de dos sobre tres de que el calentamiento global intensifique tifones y huracanes en comparación con los de hoy, con velocidades del viento mayores y mayores precipitaciones.<sup>82</sup> Y tal y como hemos visto con el suministro de agua, hay otros factores, no climáticos, que empeoran el problema aún más. Nuestras cuatro fuerzas globales se conjuran para poner algunas de las ciudades más importantes del mundo en peligro.

La mayor parte de las aglomeraciones urbanas más grandes y que crecen más deprisa — Mumbai, Shanghai, Los Ángeles — son ciudades portuarias globalizadas, en la costa. Su población y su economía crecen deprisa. Los demógrafos y los modelos económicos nos dicen que crecerán todavía más en los próximos cuarenta años.

En Asia particularmente, muchas de esas grandes ciudades se sitúan en «megadeltas», enormes proyecciones llanas de barro y limo que crecen donde los grandes ríos, al entrar y disiparse en el mar, depositan los sedimentos que transportan. Las olas del mar y las crecidas en los temporales

atacan ferozmente esas acumulaciones de sedimento, pero los ríos vierten más. Como gigantescas cintas transportadoras de cemento, siguen trajinando material hacia las bocas de los ríos —a menudo desde miles de kilómetros tierra adentro— para superar las ofensivas oceánicas. A lo largo de siglos o milenios, los ríos acrecen la tierra.

Los deltas siempre han atraído a los seres humanos. Los agricultores están encantados con sus suelos ricos y gruesos, que además son llanos, están bien regados y tienen pocas piedras. Los barcos pueden internarse en el mar y en el continente. El río aporta agua dulce a pueblos y ciudades y se lleva los desechos al mar. El terreno llano del delta llama a construir en él; las ciénagas y bosques de los alrededores bullen de peces y vida salvaje.

El problema, claro está, es que la existencia misma del delta se mantiene gracias a la sedimentación constante que se produce cuando sus ríos los inundan o en el trasiego de sus avances y retiradas. Están llenos de marjales que se inundan fácilmente. Cuando los asentamientos humanos crecen, aumenta la presión para expandirse por esas zonas peligrosas. No pasa solo en los deltas, sino también en las llanuras fluviales urbanizadas, como es el caso de Cedar Rapids, en Iowa. Los daños causados por las inundaciones, pues, crecen cuando la construcción se adentra en ciénagas a poca altura que antes se consideraban demasiado peligrosas. La razón de que el Katrina dejase a salvo el histórico barrio francés de Nueva Orleans es que fue el primer lugar que se colonizó: aun en 1718 sabían que era mejor colgar las casas en esa esquila con forma de creciente que sirve de dique natural, apilada unos metros por encima de las ciénagas cercanas, donde el distrito noveno superior se inundaría casi tres siglos después.

LAS VEINTE CIUDADES PORTUARIAS MÁS VULNERABLES POR UNA SUBIDA MUNDIAL DEL NIVEL DEL MAR, LOS HURACANES  
Y EL HUNDIMIENTO DEL SUELO

Aglomeraciones urbanas	Exposuras en 2005		Exposuras en la década de 2070		Factor multiplicador	
	Población	Bienes (en miles de millones de dólares)	Población	Bienes (en miles de millones de dólares)		
Mumbai (India)	2,787,000	46	11,418,000	1,598	4.1	34.6
Guangzhou-Guangdong* (China)	2,718,000	84	10,333,000	3,338	3.8	39.9
Shanghai* (China)	2,353,000	73	5,451,000	1,771	2.3	24.3
Miami (Estados Unidos)	2,003,000	416	4,795,000	3,513	2.4	8.4
Ho Chi Minh* (Vietnam)	1,931,000	27	9,216,000	653	4.8	24.3
Calcuta* (India)	1,929,000	32	14,014,000	1,961	7.3	61.3
Nueva York-Newark (Estados Unidos)	1,540,000	320	2,931,000	2,147	1.9	6.7
Oaxaca-Kobe* (Japón)	1,373,000	216	2,023,000	969	1.5	4.5
Alepo* (Siria)	1,330,000	28	4,375,000	563	3.3	19.8
Nueva Orleans* (Estados Unidos)	1,124,000	234	1,383,000	1,013	1.2	4.3
Tokio* (Japón)	1,110,000	174	2,521,000	1,207	2.3	6.9
Tianjin* (China)	956,000	30	3,790,000	1,231	4.0	41.6
Bangkok* (Tailandia)	907,000	39	5,138,000	1,118	5.7	28.9
Dhaka* (Bangladesh)	844,000	8	11,135,000	544	13.2	64.5
Amsterdam* (Países Bajos)	839,000	128	1,435,000	844	1.7	6.6
Hai Phong* (Vietnam)	794,000	11	4,711,000	334	5.9	30.2
Rotterdam* (Países Bajos)	752,000	115	1,404,000	826	1.9	7.2
Shenzhen (China)	701,000	22	749,000	243	1.1	11.2
Nagoya* (Japón)	696,000	109	1,302,000	623	1.9	5.7
Abiyán (Costa de Marfil)	519,000	4	3,110,000	142	6.0	36.7

\* Ciudades de delta.

FUENTE: R. J. Nicholls, OCDE, 2008.

A medida que crecen y sus ríos van estando demasiado explotados o contaminados, las ciudades de los deltas empiezan a bombear sus aguas subterráneas. La extracción de las aguas subterráneas —de lo que en esencia es un montón de barro húmedo— hace que los sedimentos del delta se compacten y asienten, con lo que la elevación del delta disminuye y se acerca a la del mar. Aunque no se bombeen las aguas subterráneas, es normal que se produzca algún asentamiento. En un sistema natural lo compensan las nuevas capas de limo depositadas por las inundaciones. Pero los diques construidos para proteger las ciudades del delta impiden también que lleguen esos refuerzos. Más arriba de la corriente, las presas que se cruzan en el río dejan al delta sin la sangre que para él son los sedimentos nuevos. Los responsables de las presas gruñen y exprimen sus presupuestos en busca de dinero para el drenaje. La cinta transportadora se corta. Cientos de kilómetros corriente abajo, el mar empieza a recuperar terreno.

Por todo el mundo hay ciudades de delta importantes. Se enfrentan al triple reto del mar que sube, de la tierra que se hunde y de la costa que no recibe sedimentos. Sin relleno, el mar se lleva



sus costas y acerca más y más la energía de las olas y de las crecidas en los temporales a unas ciudades que se están hundiendo. Cuando esto se combina con las tendencias previstas de la subida del nivel del mar, de la población y del poder económico, se comprende que algunas de las ciudades más pobladas y prósperas del mundo siguen un camino peligroso.

La evaluación de riesgos de la página anterior fue encargada hace poco por la OCDE.<sup>83</sup> Tomó en consideración las 136 ciudades portuarias del mundo que tienen un millón de habitantes o más. En 2005 se consideraba que cuarenta millones de habitantes de esas ciudades vivían en lugares que corren directamente peligro de inundarse. La exposición económica total a las inundaciones —en forma de edificios, instalaciones, infraestructuras de transporte y otros bienes duraderos— es de unos 3 billones de dólares, o un 5 por ciento del PIB mundial.<sup>84</sup> Con la trayectoria actual del crecimiento de la población y de la economía, de la extracción de aguas subterráneas y del cambio climático, se prevé que la población total que en la década de 2070 estará expuesta se triplicará con creces, hasta los 150 millones de personas. Se prevé que la exposición económica aumente más de diez veces, hasta los 35 billones de dólares, o el 9 por ciento del PIB mundial. En las veinte grandes ciudades más en peligro, la población humana expuesta podría ascender en la década de 2070 de 1,2 a 13 veces y los bienes económicos expuestos, de 4 a 65 veces. Las tres cuartas partes de estas grandes ciudades —casi todas ellas asiáticas— están en deltas. No cabe duda de que hemos de ir prestando ya gran atención a un nuevo tipo de gasto en defensa: la defensa costera.

#### IMAGINARSE 2050

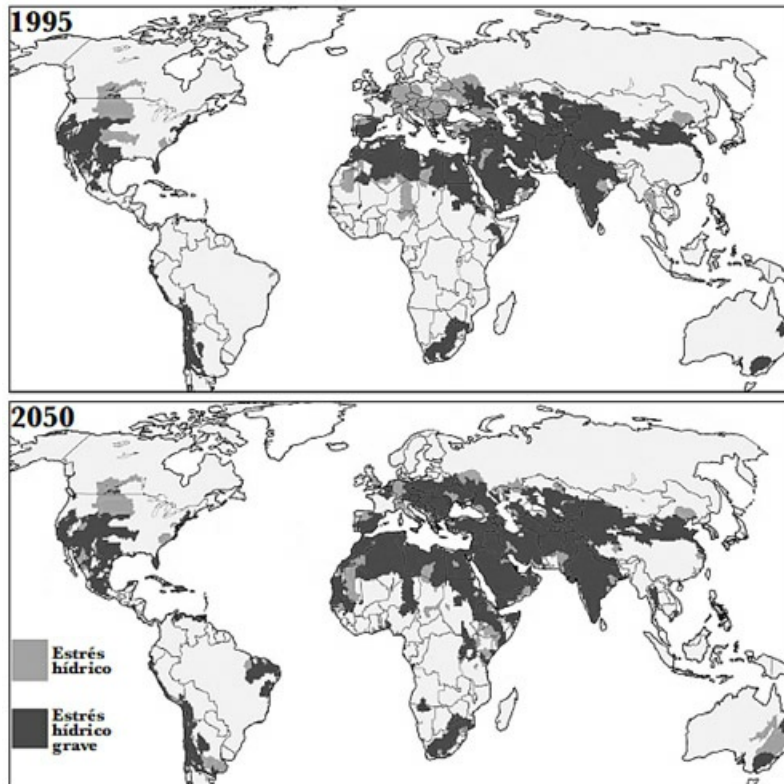
Las tendencias que he descrito —una demanda creciente de agua; fuentes de agua demasiado explotadas, contaminadas, o ambas cosas; una pérdida de la capacidad del almacenamiento hídrico gratuito y una disminución de la dilación en el aporte de agua por hielos y nieves; inundaciones y sequías más intensas y que cueste más predecir, y contra las que asegurarse resultará más difícil; mercados del agua y de la energía más competitivos, y el auge de las ciudades portuarias en deltas cada vez más peligrosos— dimanar todas de nuestras cuatro fuerzas mundiales: la demográfica, la demanda de recursos naturales, la globalización y el cambio climático.

Una cuestión no zanjada aún, sobre la que se sigue debatiendo acaloradamente, es si las multinacionales con ánimo de lucro ofrecen la mejor solución para abordar los problemas del agua en los países pobres o no. Sin embargo, los flujos comerciales mundiales del «agua virtual» inmersa en los alimentos, de la energía y de otros bienes están ya paliando por todo el mundo algunas desigualdades muy acusadas relativas al agua. Comparadas con otros motivos de conflicto internacionales, las disputas por el agua rara vez han acabado en guerras. La ininterrumpida

integración económica podría fomentar una gestión transfronteriza del agua aún mejor, especialmente con la ayuda de los datos hidrológicos de libre disposición medidos desde el espacio y publicados abiertamente en internet. Finalmente, está la posibilidad, no tan traída por los pelos, de que nuevos flujos comerciales internacionales del agua —no solo virtual, sino también física— se constituyan en solución parcial para algunos lugares con estrés hídrico, tal como examinaremos en el capítulo 9.

Cuando se piensa en qué sucederá en los próximos cuarenta años, no cuesta ver dónde será grande la presión. Joseph Alcamo dirige un instituto de investigación de la Universidad de Kassel dedicado a estudiar diferentes futuros posibles del suministro del agua para la humanidad. Para ello han creado WaterGAP,<sup>85</sup> sofisticado modelo de ordenador que incorpora no solo el cambio climático y las previsiones demográficas, sino también otros factores: la renta, la producción eléctrica, la eficiencia del uso del agua y algunos más. WaterGAP es por eso una herramienta potente para simular una diversidad de resultados que, según las decisiones que se tomen, podrían llegar a darse en la realidad.

Aquí se muestra una de las situaciones alternativas para 2050 consideradas por WaterGAP, una situación típica, «de vía media».<sup>86</sup> Se juegue como se juegue con los parámetros del modelo de WaterGAP, el cuadro general está claro: las zonas donde las poblaciones humanas padecerán más estrés hídrico son las mismas que hoy lo padecen, pero yendo a peor. En este modelo y en otros vemos que a mediados de este siglo el Mediterráneo, el sudoeste de Norteamérica, el norte y el sur de África, Oriente Próximo, Asia central y la India, el norte de China, Australia, Chile y el este de Brasil se enfrentarán a problemas en el suministro del agua aún peores que los de hoy. Hay un modelo que prevé incluso que el Jordán y el Creciente Fértil acaben por desaparecer:<sup>87</sup> la lenta, convulsa muerte de la agricultura en la cuna donde nació.



Estrés hídrico de las poblaciones humanas, en 1995 y 2050. El estrés «grave» (gris oscuro) se refiere a los lugares donde los seres humanos retiran más del 40 por ciento del agua disponible; el estrés «moderado» (gris claro) se refiere a los lugares donde retiran entre el 20 y el 40 por ciento. (Datos por cortesía de Joseph Alcamo y Martina Flörke, Centro de Investigación de Sistemas Medioambientales, Universidad de Kassel).

Los modelos por ordenador como este no se confeccionan y ejecutan en el vacío. Para elaborarlos y afinarlos se usan todos aquellos datos del mundo real que caen en manos de los científicos. Pensemos, por ejemplo, en el oeste de Estados Unidos. En Kansas, el descenso de las tablas de agua a causa de la explotación de las aguas subterráneas está secando ya las corrientes que recargan cuatro embalses federales; hay uno en Oklahoma que ya está completamente seco. Estas tendencias observadas en un tiempo ya pasado, junto con expectativas razonables acerca del cambio climático, dan a entender que más de la mitad del suministro de aguas superficiales de la región habrá desaparecido en 2050.<sup>88</sup> La previsión de Kevin Mulligan acerca de la vida que le queda a la parte meridional del acuífero de Ogallala no requiere modelo climático alguno: se limita a restar el agua que se está bombeando ahora de la que queda en el subsuelo, y cuenta entonces los años que faltan hasta que ya no quede agua.

La mayor amenaza en Estados Unidos es la que sufre el sistema del río Colorado, la aorta del agua y de la energía hidroeléctrica de veintisiete millones de usuarios de siete estados y de México. Suministra a las ciudades de Los Ángeles, Las Vegas, Tucson y Phoenix. Riega más de un millón de hectáreas de terrenos agrícolas muy productivos. Los modelos climáticos globales prevén casi unánimemente que el cambio climático inducido por la humanidad reducirá el caudal

del Colorado entre un 10 y un 30 por ciento,<sup>89</sup> y ya en estos momentos se le está sacando agua en gran exceso.

Legalmente, se les ha prometido a los diversos usuarios del Colorado más agua de la que realmente lleva.<sup>90</sup> Sus ventrículos izquierdo y derecho son el lago Mead y el lago Powell, los enormes pantanos creados por las presas Hoover y Glen, respectivamente. No se han llenado desde 1999. Una triste combinación de alta demanda, alta evaporación y caudales decrecientes ha puesto al sistema del río Colorado en un enorme déficit neto de unas cien mil hectáreasmetro, cantidad de agua que bastaría para surtir a ocho millones de personas. En 2005, el lago Powell estaba vacío en sus dos terceras partes, casi en el nivel de «estanque muerto» (la altura del desagüe inferior, por debajo de la cual la presa no puede soltar agua y deja de funcionar).<sup>91</sup> Esa desecación dejó a los puertos deportivos y embarcaderos en tierra y dibujó una marca blanca a una altura como de un edificio de diez pisos en las paredes del cañón recién expuestas al aire. «Es como si en cuatro años... el lago Powell se hubiese esfumado», escribió James Lawrence Powell del pantano con el que comparte nombre en *Dead Pool*.

Me alegra que la humanidad tenga un historial decente cuando se trata de hacer cosas como zanjar disputas del agua en los tribunales en vez de con misiles, o exportar comida de los sitios donde hay agua a los sitios donde no la hay: si alguna de las predicciones de los modelos son correctas, falta nos va a hacer que se prolongue esa decencia. Los seres humanos retiramos en la actualidad unos 3,8 billones de metros cúbicos de agua al año, y se prevé que necesitaremos más de seis billones dentro de cincuenta años. Aun con una eficiencia en el uso del agua mejorada, para servir a la población que se espera que tenga la India en 2050, 1.600 millones, habrá casi que triplicar el suministro de agua. Explotaciones agrarias, compañías eléctricas y ayuntamientos compiten por el agua. Si se suma todo, no salen los números. Algo tendrá que ceder.

La supervivencia de las ciudades californianas sedientas —Los Ángeles o San Diego— parece casi garantizada. Sus poblaciones y economías crecen a muy buen paso. Pese a unas ventas anuales de más de 30.000 millones de dólares, la agricultura californiana aporta menos de un 3 por ciento de la economía del estado de California, y las ciudades usan mucha menos agua que los campos regados. Aun con el cambio climático y una población que se prevé que en 2050 será de unos veinte millones de habitantes, seguirá habiendo agua en abundancia para que los angelinos y los de San Diego beban, se duchen y cocinen. Que los agricultores californianos vayan a tener agua en abundancia, en cambio, dista de estar asegurado.

Si hay que escoger, las ciudades se impondrán a la agricultura. Los agricultores, o perderán, o venderán sus derechos históricos al agua. Las tierras cultivadas volverán a ser un desierto. Las primeras señales de la hegemonía urbana ya se han producido: tras años de querellas, los agricultores del Imperial Valley de California se vieron obligados en 2003 a vender a San Diego veinticinco mil hectáreasmetro de su asignación anual de agua del río Colorado. Eso dejó en barbecho ocho mil hectáreas de terreno agrícola. A principios de 2009, el Distrito de Aguas

Metropolitano —suministrador de veintiséis ciudades del sur de California— intentaba comprar más de *ochenta mil* hectáreas-metro más.<sup>92</sup>

Ciudades contra agricultores: la verdadera guerra del agua.

## Segunda parte

## RESPUESTA EN EL ARTICO

## Dos bodas y un modelo por ordenador

Mi caballero de honor adoptivo, al que acababa de conocer la noche antes, abrió de par en par la puerta de la iglesia y observó ansiosamente el aparcamiento. Había allí una lamentable mezcla de asfalto negro, nieve medio derretida que no terminaba de irse y agua que corría. Algunos invitados que habían llegado pronto no salían del coche y buscaban, con la ayuda de sus focos encendidos, un camino seco para llegar a la iglesia. Era a primera hora de la tarde, pero ya estaba muy oscuro. Esperaba que no hubiese mucha luz —al fin y al cabo estábamos a menos de quinientos kilómetros del Círculo Polar Ártico y en pleno invierno—, pero no tan poca. La esperada capa reflectora de nieve mullida había desaparecido. Mis calcetines de vestir estaban mojados y fríos. Habíamos dispuesto estratégicamente el día de la boda para que fuera en el más bonito y blanco mes del año, en el mes que era el país de las maravillas invernales. Pero en cambio, en pleno febrero, a unas cinco horas al norte de Helsinki, a mil quinientos kilómetros al nordeste de Londres y casi a 20° de latitud norte de Toronto, solo llovía sin parar.

Más exactamente, era nuestro primer día de bodas, nuestra boda al otro lado del Atlántico para mi nueva familia y mis nuevos amigos de Europa. El segundo día de bodas —para mi familia y mis amigos de siempre— fue un mes después, en el soleado desierto de Palm Springs, en California. Mediados de marzo es temporada alta turística en Palm Springs, cuando siempre hay cielos azules, cuando la temperatura siempre pasa de los 20 grados. Para las celebraciones del día habíamos reservado locales al aire libre. Nuestras vacilantes preguntas acerca de carpas y estufas de terraza —por si también allí hacía un tiempo raro— fueron desdeñadas amable pero firmemente. El tiempo aquí *siempre* es perfecto en marzo, nos dijeron. Por eso paga la gente el doble por venir aquí.

Ya se imaginará lo que sucedió después. Vendavales rociaron con fría lluvia las desprotegidas cabezas de nuestros invitados. Para cuando llegó la lasaña, la temperatura se había desplomado quince grados. Logramos hacernos con cuatro estufas de terraza, alrededor de las cuales se hacinó la muchedumbre sin chaqueta. Nos quedamos atónitos y conmocionados —de nuevo— ante un tiempo tan loco. Pero como en la celebración subártica, la alegría de la muchedumbre enseguida se impuso. Las dos ceremonias discurrieron como estaba previsto. Se cortaron las tartas, se bailaron los bailes y todos se lo pasaron bien.

No debería haberme sorprendido tanto. Siempre hará un tiempo raro en alguna parte, pero mis experiencias de boda concordaban con lo que sabía de las estadísticas del cambio climático.



Había descrito fenómenos así muchas veces (si bien como probabilidades, no como hechos concretos) a miles de alumnos en mis clases de la UCLA. En mis investigaciones y en mis viajes a los países del Cerco del Norte, muchos me habían hablado de extrañas lluvias en lo más profundo del invierno. Llegó un momento en que me aburrían: solo se puede oír una cantidad de historias sobre las rarezas del tiempo antes de que ya no supongan una información nueva.

En el capítulo anterior hemos visto que las normas estadísticas a que se atienen las frecuencias de inundaciones y sequías estaban cambiando, y que las inundaciones y sequías mismas quizá sean más intensas en el futuro. Ahora hay que hablar de la subida de las temperaturas en el Norte, aun en lo más crudo del invierno y a las más altas latitudes. Es el fenómeno en que este libro se va a centrar, en buena medida, de aquí en adelante.



Hay que dejar muy claros cuatro hechos relativos al cambio climático global.

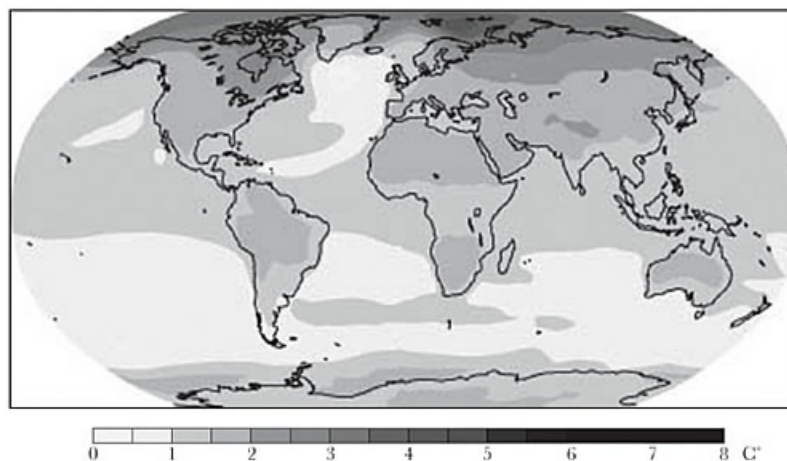
El primero es que todos los procesos de cambio climático —sean naturales o causados por la intervención humana— se desenvuelven erráticamente en el tiempo; tanto es así que su comportamiento tiene un parecido con el de las cotizaciones bursátiles.

Como sabe cualquier inversor, las tendencias a largo plazo del mercado de valores llevan sobreimpresas fluctuaciones a corto plazo. Por lo normal, no daremos por sentado que los precios de las acciones se moverán uniformemente hacia arriba o hacia abajo, sino que preveremos que cambiarán de dirección, y usualmente en el plazo de unos días, para enseguida cambiar de nuevo, y así sucesivamente. Los inversores sabios aceptan que esa volatilidad a corto plazo es en muy buena medida impredecible; sin embargo, sacan partido de la existencia de las tendencias a largo plazo subyacentes para guiar su estrategia general en la compra de activos. Dicen que, si bien los mercados reaccionan a corto plazo a cosas impredecibles, como la realización de beneficios, las noticias de prensa y Dios sabe qué, una tendencia a largo plazo es más fundamental. Y, en efecto, tienen razón. A lo largo de los tiempos modernos, la tendencia a largo plazo ha sido la de que los valores de las acciones suban. El impulso subyacente es el crecimiento de la economía real, alimentado por el aumento constante de la población humana y de la prosperidad.

La tendencia a largo plazo del clima de la Tierra, al menos durante varios siglos, es la de que suban las temperaturas de la troposfera (la parte inferior de la atmósfera). El impulso subyacente es el forzamiento radiativo debido al aumento constante de la actividad humana. Como el dióxido de carbono, en particular, puede aguantar en la atmósfera muchos siglos, esa acumulación es, a todos los efectos, permanente.<sup>1</sup> A largo plazo, la temperatura media mundial debe subir. Como hemos visto en el capítulo 1, la física de que así sea se conoce desde los trabajos de Svante Arrhenius en la década de 1890.

Más allá de esta tendencia general media, sin embargo, el calentamiento se complica. Nuestro planeta no es una mera roca seca con una lámpara solar que la ilumina. El calor adicional atrapado por los gases de efecto invernadero es absorbido, liberado y trasladado alrededor del planeta por las agitadoras corrientes oceánicas y los turbulentos patrones de la circulación del aire. Los seres vivos inspiran y espiran aire, y almacenan o desprenden carbono —el ingrediente fundamental de los gases de efecto invernadero  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ — en sus tejidos. Cuando el suelo está desnudo, absorbe la luz solar y causa un calentamiento local. Cuando lo cubre la nieve, la refleja y causa un enfriamiento local. Las erupciones volcánicas expelen aerosoles hacia la estratosfera, lo que sombrea y enfría el planeta durante unos años hasta que se disipan.<sup>2</sup> La energía emitida por el Sol medra y mengua ligeramente. Todos estos pequeños, y no tan pequeños, mecanismos y retroalimentaciones naturales son al cambio climático lo que la realización de beneficios, la información privilegiada y la especulación a la baja a la bolsa. Emborronan la tendencia de fondo impulsada por el forzamiento de invernadero e impresionan sobre ella fluctuaciones más cortas, que suben y bajan y suben de nuevo.<sup>3</sup> Si no fuera por esa variabilidad natural, habríamos percibido la señal profunda del invernadero antes aún de cuando se hizo.

Todo asesor financiero competente le dirá que el camino hacia una jubilación segura está empedrado con crisis del mercado. Todo climatólogo competente le dirá que nuestro camino hacia un planeta más cálido está empedrado con brotes de frío, y hasta con algunos que batirán récords. Pero, desgraciadamente, a la hora de explicarle esto a la gente en general, los científicos hemos hecho un trabajo peor que los asesores financieros. No sorprenderá quizá, pues, que haya tantos que al notar el frío que hace fuera se burlen del calentamiento global aunque entren en E-Trade para comprar justo después de la última bajada de la bolsa.

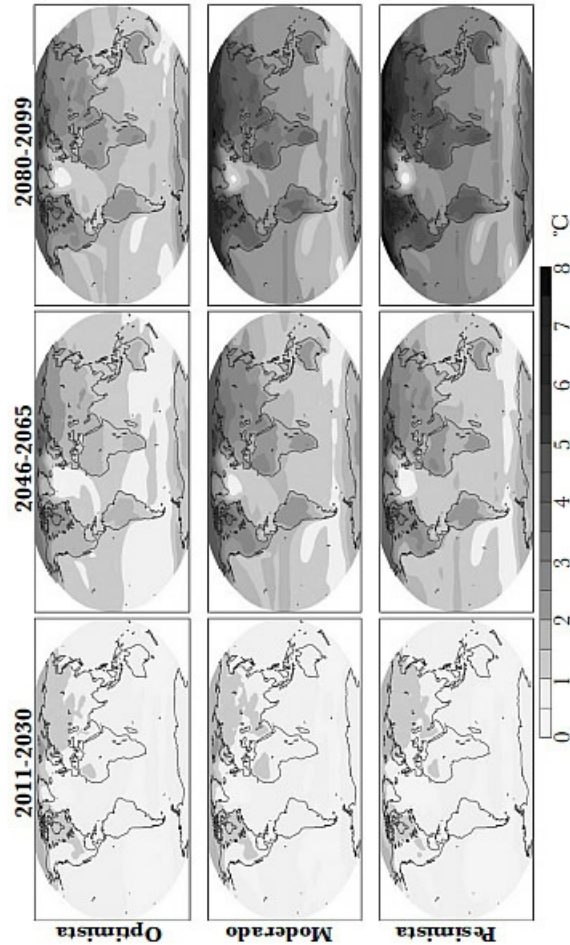


El segundo hecho importante del cambio climático es que su geografía ni es siempre global ni siempre corresponde a un calentamiento. Sin duda alguna, es *en su mayor parte* global y *en su mayor parte* corresponde a un calentamiento. Pero a causa de los muchos y complejos mecanismos

y retroalimentaciones naturales que por sí mismos se introducen en el proceso, los patrones espaciales de las manifestaciones climáticas finales del forzamiento radiativo varían grandemente. El cambio climático no solo es errático en el tiempo, como la bolsa, sino también geográficamente. Un incremento de temperatura promediado globalmente de un grado centígrado no significa que las temperaturas suben en todas las partes del planeta en un grado. Ese es solo el promedio. Hay lugares que se calentarán mucho, otros no e incluso podrían enfriarse. La suma de todo ello lleva al promedio global de un grado centígrado. Pero ese número, que puede parecer pequeño, enmascara diferencias asombrosas alrededor del mundo.

Fijémonos en el mapa de la página 170. Es una previsión de los futuros cambios de temperatura a mediados de este siglo. Algunos lugares se calentarán enormemente y otros apenas.<sup>4</sup> ¿Por qué? ¿Es que algún modelo climático se ha salido de madre?

Este mapa no es una rareza; es solo uno de una familia de nueve mapas afines que se publicaron en la última evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).<sup>5</sup> Todos muestran patrones geográficos irregulares; los vemos juntos en la página siguiente, dispuestos como una retícula de tres por tres. De izquierda a derecha trazan la línea temporal de este siglo, dividida en tres etapas; se muestran los cambios de temperatura medios, homogeneizadas las irregularidades de menor escala, para 2011-2030, 2046-2065 y 2080-2099. Como el mapa suelto de la página 170, cada uno de ellos es el fruto no de uno, sino de varios modelos climáticos — como un índice bursátil—, así que expresan aquello en que los modelos concuerdan sólidamente en vez de las peculiaridades de un modelo cualquiera que lo diferencian de los demás.



Las tres filas corresponden a diferentes concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, las cuales, a su vez, dependen de todo tipo de fenómenos, del liderazgo político a la tecnología energética y el producto interior bruto. En vez de intentar predecir lo que realmente pasará, el IPCC calcula los resultados a que conducirían numerosos derroteros sociales posibles —los «escenarios» o situaciones alternativas posibles del *Informe especial sobre situaciones hipotéticas relativas a las emisiones (SRES)*—,<sup>6</sup> de las cuales se muestran aquí tres. El primer resultado (la fila de arriba) se puede describir como un mundo muy globalizado, con una población que se estabiliza a mediados de siglo y una transición drástica hacia la economía moderna de la información y los servicios. Esta situación posible (a la que los climatólogos denominan B1) recibe en la figura la etiqueta de «optimista».<sup>7</sup> El segundo resultado presupone también una población estabilizada y la adopción rápida de nuevas técnicas, pero con un equilibrio entre los combustibles fósiles y no fósiles. Ese futuro (llamado A1B por los climatólogos) lleva la etiqueta de «moderado». El tercer resultado presupone un mundo muy dividido, con un crecimiento rápido de la población, un desarrollo económico que iría más

despacio y una adopción lenta de nuevas técnicas de la energía. Este futuro (el A2) lleva la etiqueta de «pesimista».

El tercer hecho importante del cambio climático se pone de manifiesto al comparar estas tres filas de mapas. Muestran que, sea cual sea el derrotero tecnológico, ya nos hemos condenado a cierto grado de calentamiento; pero las acciones que se tomen o no se tomen ahora para recortar las emisiones de gases de efecto invernadero tendrán verdaderamente una importancia enorme hacia el final del siglo. Para 2080-2099, el mundo «pesimista» es una olla hirviendo en comparación con el «optimista», con temperaturas que suben entre 3,5 y 5 grados en los Estados Unidos contiguos, Europa y China, en vez de entre 2 y 2,5 grados. Puede que estos números parezcan pequeños, pero lo cierto es que hay una diferencia enorme entre los dos resultados. Un aumento de 2,5 grados en la temperatura media anual es en realidad enorme, equivalente a la diferencia entre un año excepcionalmente frío, de récord, y un año excepcionalmente cálido, de récord, en la ciudad de Nueva York. Así que, en el mundo «optimista», lo que hoy pasaría por un año extremadamente cálido en Nueva York se convertiría en normal, y los nuevos extremos no se parecerían a nada que hayan visto jamás los neoyorquinos.

Los números «pesimistas» son aún más alarmantes. Se acercan a la magnitud de la diferencia media de temperaturas entre el mundo de hoy y el de hace veinte mil años, durante la última glaciación, cuando el promedio de la temperatura mundial era unos cinco grados menor al de ahora. Grandes zonas de Norteamérica y Europa estaban bajo el hielo, el nivel del mar era inferior en más de cien metros y Japón estaba conectado con la tierra firme asiática.<sup>8</sup>

Todos estos mapas son conservadores porque no despiertan a los ocultos «genios climáticos» que hacen que los climatólogos tengan pesadillas.<sup>9</sup> Solo cartografían la intensificación predecible, común y corriente, del efecto invernadero, y cubren una diversidad de opciones realistas que caen de lleno dentro del poder decisorio humano.

El cuarto hecho importante que se desprende de estos nueve mapas es el de que la irregular geografía del cambio climático que se muestra en el primer mapa, el mapa suelto, no es aleatoria en absoluto. Hay patrones espaciales importantes que se mantienen en líneas generales en todas las simulaciones de modelos, para todos los supuestos relativos a las emisiones de carbono y en todos los marcos temporales. Los aumentos de temperatura son mayores sobre tierra que en el océano. Hay un «ojo de buey» en el Atlántico norte que se niega tercamente a calentarse. E indefectiblemente, sea cual sea el derrotero que sigan las emisiones, el período de tiempo que se examine o los modelos climáticos que se ejecuten, todas las previsiones de los modelos —y las observaciones medidas también— nos dicen algo grande. Una y otra vez, nos dicen que el cambio climático global está enormemente amplificado en las altas latitudes boreales.<sup>10</sup>

Incluso la situación posible «optimista» prevé que las altas latitudes del Norte se calentarán entre 1,5 y 2,5 grados a mediados de siglo y entre 3,5 y 6 a finales, más del doble de la media mundial. Nuestra situación posible «pesimista» apunta subidas de 8 grados o más. El cambio

climático global no subirá las temperaturas uniformemente por todo el mundo. Los aumentos más rápidos y violentos se están produciendo en el Norte.

Se espera otra sólida tendencia en las altas latitudes del Norte. Es difícil pronosticar de manera fiable las pautas futuras de las precipitaciones en buena parte del mundo. La física de las nubes y de la lluvia es más complicada y ardua de modelar que la física del invernadero, especialmente con la baja resolución espacial de los modelos climáticos de hoy. Para frustración de quienes han de idear las políticas a seguir, la confianza estadística que corresponde a las previsiones de la lluvia futura que se siguen de los modelos es pobre, y los modelos incluso discrepan sobre si habrá más lluvia o menos. Pero no en el Norte. Si hay una cosa en la que todos los modelos climáticos concuerdan,<sup>11</sup> es en que las precipitaciones (nieve y lluvia) aumentarán allí, sobre todo en invierno. *Han* de incrementar, por obediencia a la física<sup>12</sup> y a la creciente evaporación de los lagos y mares a medida que vayan estando descongelados una parte más larga del año.

La manifestación más clara de esto consistirá en inviernos con más nieve y mayores caudales de los ríos. Se prevé que el caudal de los ríos del sur de Europa, el oeste de Norteamérica, Oriente Próximo y el sur de África disminuya de un 10 a un 30 por ciento para 2050. Sin embargo, aumentará en la misma cantidad en el norte de Canadá, Alaska, Escandinavia y Rusia.<sup>13</sup> Ya ha pasado en Rusia. El análisis estadístico de los viejos registros hidrológicos soviéticos, uno de mis proyectos, contribuyó a confirmar que los caudales fluviales han aumentado allí, con incrementos muy fuertes en la Rusia centromeridional, a partir de alrededor de 1985.<sup>14</sup>

¿Recuerda en el capítulo 4 el sombrío futuro del estresante suministro de agua para los seres humanos en las latitudes secas del planeta? El Norte no comparte ese futuro. Ahora es rico en agua y, salvo las praderas centromeridionales de Canadá y las estepas rusas, abundará aún más en agua en el futuro.

## DESTAPAR UN OCÉANO

La mayoría de la gente no siente nada visceral ante las previsiones de los modelos por ordenador de cómo serán los promedios estadísticos del clima en los decenios por venir. Pero en septiembre de 2007 vislumbramos a qué se parecerá el mundo real encerrado en esos mapas. Por primera vez que se recuerde, casi el 40 por ciento de la cubierta de hielo marino flotante del océano Ártico desapareció en cosa de meses. El famoso «Paso del Noroeste» —cementerio helado de exploradores— quedó abierto. Desde el norte del Pacífico, donde Estados Unidos y Rusia se rozan en el estrecho de Bering, el agua azul se extendía casi sin interrupción hasta el Polo Norte.

Hicieron furor en la prensa las noticias, plagadas de errores, acerca de un «casquete de hielo» que se derretía en el Polo Norte,<sup>15</sup> y luego ya no se habló más de ello. Pero los climatólogos se estremecieron hasta lo más hondo. El problema no estribaba en que hubiese sucedido, sino en que

hubiese sucedido *tan pronto*. Nuestros modelos del clima nos habían venido preparando para una contracción gradual del hielo ártico marino —y quizá hasta para veranos sin hielo en 2050—, pero ninguno había predicho un vuelco de esa magnitud hasta al menos 2035. Los modelos eran demasiado lentos para seguirle el paso a la realidad. Parecía que la cubierta de hielo marino del océano Ártico podía retroceder aún más deprisa de lo que creíamos.

Dos meses después, varios miles nos arremolinábamos en las cavernosas salas del Centro Moscone de San Francisco, donde celebrábamos nuestro mayor congreso del año.<sup>16</sup> El ambiente se llenaba con el nervioso rumor de los comentarios sobre el retroceso de los hielos árticos marinos. En una disertación introductoria, Mark Serreze, de la Universidad de Colorado, brillante, con su cola de caballo, dejó clara la magnitud de la situación. Cuando la NASA empezó a cartografiar en la década de 1970 el hielo marino del Ártico con satélites que observaban en el rango de las microondas —salmodiaba mientras en la pantalla se proyectaba un mapa político de los 48 estados contiguos de Estados Unidos—, su extensión mínima en verano<sup>17</sup> era de casi 8 millones de kilómetros cuadrados, el equivalente a todos esos estados menos Ohio. ¡PAF! Ohio desapareció de la gran pantalla. Desde entonces, su área mínima había ido disminuyendo gradualmente, hasta llegar a ese año, en el que se contrajo súbita y drásticamente, como una anémona de mar —gigantesca, eso sí— cuando se la toca, hasta solo 4,3 millones de kilómetros cuadrados. ¡PAF! ¡PAF! ¡PAF! Habían desaparecido todos los estados al este del río Mississippi, junto con Dakota del Norte, Minnesota, Missouri, Arkansas, Luisiana y Iowa. Un murmullo se propagó por la sala: hasta a los científicos hay días en que les gusta más una buena gráfica animada que las tablas de números.

Tras la charla de Serreze, nos arremolinamos un poco más, dándole vueltas a cosas como «la disminución de escala de los modelos», «el forzamiento de las nubes» y la «dinámica no lineal». Algunos estaban revisando las antiguas previsiones de un océano Ártico sin hielo, adelantándolas de 2050 a 2035, o incluso a 2013. Otros —entre los que me contaba— sosteníamos que se trataba de la variabilidad natural. Pensábamos que el retroceso de 2007 quizá no fuese más que una rara excepción y que el hielo marino se recuperaría y volvería a ocupar su viejo territorio al año siguiente.

Nos equivocamos. La desviación duró dos años más, con 2008 y 2009 batiendo también récords de extensión mínima del hielo ártico marino. Fueron el segundo y tercer años en que menor había sido, y siguiendo inmediatamente a lo que había pasado antes.<sup>18</sup>

#### EL HIELO REFLEJA, EL OCÉANO ABSORBE

Los efectos más generales del calentamiento amplificado —más lluvia y nieve, y menos hielo marino en verano en lo más alto del planeta— se extienden mucho más allá de la región misma.

Impulsarán importantes retroalimentaciones climáticas que se propagarán al resto del mundo, e influirán en la circulación atmosférica, las pautas de las precipitaciones y las corrientes en chorro. Al revés que el hielo terrestre, el marino, cuando se derrite, no afecta directamente al nivel del mar (conforme al principio de Arquímedes),<sup>19</sup> pero las consecuencias que tiene el que se funda para el transporte naval boreal y para las conexiones logísticas son tan profundas que el capítulo siguiente estará dedicado a ellas. Quizá la más importante sea que un océano abierto desprende calor, así que temperaturas más suaves penetran incluso en las masas de tierra, gélidas y mucho mayores, que hay al sur. Entre los factores que contribuyen a que el patrón geográfico del calentamiento global se magnifique tanto a altas latitudes, el mayor es la pérdida de hielo marino.

Fijémonos otra vez en los nueve mapas (p. 172) que cartografían los diferentes cambios de temperatura obtenidos por los modelos para los decenios venideros. En cada uno de ellos, el epicentro del cambio climático es el océano Ártico, que radia calor (relativo) hacia el sur como el sombrero de una gigantesca seta. Ahí se ve la potencia del efecto que tiene el albedo del hielo, una de las retroalimentaciones que se autorrefuerzan más intensas de la Tierra.

El albedo es la reflectividad de la luz de una superficie. Su valor va de 0 a 1 (es decir, de un 0 por ciento a un ciento por ciento de reflectividad). La nieve y el hielo tienen un albedo elevado: en ellos rebota hacia el espacio hasta el 90 por ciento de la luz solar que les llega. El agua del mar tiene un albedo muy bajo: refleja menos del 10 por ciento y absorbe lo demás. Tal y como una camiseta blanca permanece más fresca al sol mientras que una negra se calienta, un océano Ártico blanco sigue frío mientras que uno oscuro se calienta.

Comparado con los glaciares terrestres, el hielo marino es delgado e inconsistente, una efímera membrana flotante de solo uno a dos metros de espesor. El efecto invernal, al derretirlo un poco, desencadena un proceso que se autorrefuerza y cuya magnitud es aún mayor que el calentamiento global mismo. Es como si, bajo un sol abrasador, uno se quitara la camisa blanca y se pusiese la negra. Al responder de esta forma a pequeños cambios de la temperatura global, el hielo marino los amplifica.<sup>20</sup>

La retroalimentación del albedo del hielo, aunque su efecto global es pequeño, tiene un poder excepcional en el Ártico porque es el único lugar de la Tierra donde un gran océano está cubierto durante el verano de hielo marino flotante y efímero. La Antártida, por el contrario, es un continente terrestre, espesamente enterrado bajo glaciares permanentes que tienen un grosor de varios kilómetros. Por estas y varias razones más, el calentamiento global se amplifica más en el Ártico que en el Antártico.<sup>21, 22</sup>

Como un océano Ártico sin hielo se calienta, se convierte en una gigantesca botella de agua caliente que caldea el gélido aire ártico cuando en invierno el Sol se esconde tras el horizonte. El hielo marino que al final se forma es delgado y quebradizo; incluso en lo más profundo del invierno deja que del océano escape más calor. Los inviernos se suavizan, la congelación otoñal ocurre más tarde y el deshielo de la primavera llega antes. El efecto del calentamiento es mayor



sobre el océano y desde allí se derrama hacia el sur y calienta vastos paisajes en algunos de los territorios más fríos de la Tierra.

#### EL DOCTOR SMITH VA A WASHINGTON

Conocí a David Lawrence, modelador climático del Centro Nacional de Investigaciones de la Atmósfera, en Washington, D.C. Se nos había convocado en el edificio Russell de despachos del Senado para instruir a los equipos de ayudantes de los senadores de Estados Unidos sobre las ramificaciones del deshielo del permafrost ártico. Fue apasionante. El edificio Russell es el más viejo del Senado y el lugar donde se produjeron muchos acontecimientos históricos, entre ellos las audiencias del caso Watergate. Sus pasillos y vestíbulos son de mármol blanco y madera de caoba, con gente de aspecto importante, vestida con imponentes trajes oscuros, charlando por allí. A solo unos metros de la sala donde disertábamos estaba el despacho del senador John Kerry, y el de John F. Kennedy cuando lo fue. Momentos antes de que empezásemos, el moderador nos llamó aparte para decirnos que quizá acudiría el senador John McCain. No lo hizo, pero el mero preguntarse si lo haría ya fue una almuerzo.

Tras las disertaciones y una agradable recepción con almuerzo, Dave y yo fuimos a un pub de por allí para tomarnos una cerveza antes de coger los aviones que nos llevarían a casa. Ante unas cervezas de producción limitada, me contó su nueva gran idea: calcular cuánto se iban a calentar los paisajes del Norte basándose solo en la realimentación del albedo del hielo correspondiente a un hielo marino reducido en verano. Le dije que podía llegar a algún sitio. Era fundamental que se separase la retroalimentación dependiente del hielo del forzamiento general de los gases de efecto invernadero, le comenté. De esa forma, si el hielo se encogiese más deprisa de lo esperado, sabríamos cuál podría ser la respuesta inmediata del clima, incluso anticipada al efecto acumulativo y a más largo plazo de una atmósfera que se carga de gases de efecto invernadero. Vaciamos las pintas y nos marchamos. Me olvidé de la conversación inmediatamente, por completo, hasta dieciocho meses después, cuando me encontré con Dave en un congreso. Encendió en un abrir y cerrar de ojos su portátil y me enseñó una simulación preliminar de un modelo de su gran idea.<sup>23</sup>

Se me abrieron los ojos como platos. Ante mí tenía un mundo cuyas altas latitudes septentrionales estaban pintadas por todas partes de un vivo color naranja —una reserva de calor que se difundía, con temperaturas hasta cinco, seis o siete grados mayores—. La mancha de calor se extendía hacia el sur desde el océano Ártico. Alaska, Canadá y Groenlandia enteras estaban bañadas de ese color. Rozaba otros estados del norte de Estados Unidos, de Minnesota a Maine. La vastedad de Rusia estaba iluminada así de un extremo a otro. Solo Escandinavia y Europa

occidental, calentadas por la corriente del Golfo, permanecían intactas. Miré entonces más de cerca y vi de qué época del año se trataba.

Noviembre... diciembre... enero... febrero. El efecto del calentamiento era mayor, no en verano, sino durante los meses más fríos del año. Estaba mirando un mapa de cómo se aflojaba la garra de hierro del invierno. Era un alivio, una remisión parcial, de la maldición siberiana.

## LA MALDICIÓN SIBERIANA

La maldición siberiana es el frío brutal, el castigo que en invierno barre todos los años el interior de nuestros continentes septentrionales. Europa occidental y los países nórdicos, bañados por el calor tropical que la corriente del Golfo lleva hasta el norte, se libran de ella en buena medida. Pero de Rusia a Alaska, y descendiendo hacia el sur a través de Canadá hasta los estados del norte de Estados Unidos, la maldición se cumple todos los años. Ese nombre lo popularizó un libro de Fiona Hill y Clifford Gaddy, de la Brookings Institution,<sup>24</sup> pero la idea es tan vieja como la vida misma. Cuando la maldición llega, los pájaros se marchan, el suelo se resquebraja, las ranas se congelan en sus lechos de barro. En el momento más extremo, si las temperaturas bajan hasta los  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  —o  $-40\text{ }^{\circ}\text{F}$ , porque ambas escalas coinciden en ese punto—, el acero se rompe, los motores fallan y el trabajo manual se vuelve prácticamente imposible. La empresa humana se para.

Sea cual sea el país, los norteños de las naciones del Cerco del Norte parecen compartir algo en lo que se refiere a esa temperatura especial: «los cuarenta bajo cero», como se llama a esos días, son detestados universalmente. Restauradores de Whitehorse, tramperos del pueblo cree, camioneros rusos y jubilados de Helsinki me han descrito el parón de toda actividad a que obligan. Y si bien sus opiniones acerca de los problemas o de los beneficios que el cambio climático les traerá varían en lo demás, todos parecen compartir un sentimiento: el alivio de que «los cuarenta bajo cero» son cada vez más raros.

El frío más implacable invade todos los años el este de Siberia. En un típico día de enero en el pueblo de Verjoyansk, la media de la temperatura es de unos 48 grados bajo cero. Es un frío mucho mayor que el del Polo Norte, aun cuando Verjoyansk se encuentra mil quinientos kilómetros al sur. Esa gelidez trae a la mente imágenes de rusos que lo aguantan todo, envueltos en pieles, que caminan penosamente hacia casa con un poco de leña para el fuego o de vodka para combatir los elementos. Una imagen que resulta menos familiar es la de Verjoyansk en julio, cuando las temperaturas medias diarias suben hasta casi los 21 grados sobre cero. Nuestros mismos amigos rusos pasean ahora con camisas de manga corta y blusas que dejan la espalda descubierta mientras paladean deliciosos cucuruchos de helado que saben a pura crema de vainilla.

«Entonces... ¿qué vas a hacer este verano?» Me hacen esta pregunta veinte veces al año. Una y

otra vez, cuando respondo que iré a Siberia, a Islandia o a Alaska, me miran desconcertados, tras lo que, con una sonrisa forzada, se me aconseja que no olvide la parka y las botas de nieve. Cuando explico que lo que de verdad voy a necesitar es protector solar, repelente DEET de insectos y un montón de camisetas blancas de manga corta, me vuelven a mirar desconcertados.

En verano, el calor, aun en la tundra ártica a altas latitudes, es húmedo y opresivo, hay hordas de insectos zumbantes y el agua corre por todas partes. Sí, hay árboles atrofiados y musgos de la tundra y no hay mapaches, pero ese es el resultado de los fríos inviernos, no de los veranos. En verano el Sol circula por el cielo día y noche. Todo está bañado en calor y luz. El suelo se descongela, las flores brotan y los roedores medran. Conduciendo por Fairbanks, Alaska, vi a gente que jugaba a sófbol a medianoche. Esos parajes restallan en esa estación con un fantástico exceso de vida antes encubierta.

Ahora hay indicios abrumadores de que los inviernos del Norte se están suavizando y de que las temporadas de crecimiento de las plantas cada vez son más largas. Gracias a los datos de las estaciones meteorológicas sabemos que las temperaturas del aire en las altas latitudes del Norte subieron a lo largo de la mayor parte del siglo pasado, y sobre todo a partir de 1966. Hubo un breve período de enfriamiento entre 1946 y 1965, pero incluso entonces grandes zonas de Canadá y del sur de Eurasia siguieron calentándose. Tras 1966 las temperaturas despegaron bruscamente, sobre todo en el interior del norte de Eurasia y del noroeste de Norteamérica, donde las temperaturas anuales del aire han estado subiendo al menos entre 1 y 2 grados por decenio de media. Eso viene a ser diez veces más deprisa que la media mundial y se debe casi completamente a primaveras e inviernos más cálidos.<sup>25</sup>

## LOS RECIÉN LLEGADOS

Como podrá imaginarse, la respuesta biológica a esto ha sido rápida. En la década de 1990, los satélites detectaron que la cubierta vegetal del Norte estaba verdeciendo. Allá bajo en el suelo, los árboles se hacían más altos y brotaban arbustos en la desolada tundra.<sup>26</sup> Todo ello casa con los aumentos de temperatura registrados por las estaciones meteorológicas. No sorprende que los modelos de los ecosistemas prevean que el crecimiento vegetal siga aumentando a la par con los incrementos predichos de la temperatura del aire y de la longitud de la temporada de crecimiento. Aun en la situación posible de emisiones «optimista» que hemos visto antes, se prevé que la productividad primaria neta del Ártico (que mide el crecimiento de la biomasa vegetal en conjunto) se haya casi duplicado en la década de 2080.<sup>27</sup>

También se está moviendo la vida salvaje. En mis viajes y entrevistas, la aparición de criaturas «meridionales» en lugares septentrionales fue un tema dominante. Oí hablar repetidas veces de mapaches, de ciervos de cola blanca, de castores y hasta de un puma, divisados en lugares donde

nunca se habían visto antes. Mi tío, que durante largo tiempo disfrutó de la naturaleza en el norte del estado de Nueva York, vio ardillas grises y zarigüeyas que habían llegado hasta allí, así como extrañas perturbaciones de la recogida primaveral de savia para el sirope de arce. El escarabajo del pino de montaña, al que por lo normal mantenía a raya el frío del invierno, está ahora devastando los bosques canadienses. Otros ejemplos biológicos publicados en la literatura científica incluyen el águila ratonera común *Buteo buteo*, que ahora pasa el invierno cerca de Moscú, casi mil kilómetros al norte de lo normal; el desplazamiento hacia el norte del gran ganso de frente blanca japonés *Anser albifrons*, y las liebres pardas *Lepus europaeus*, de Suecia, que se infiltran en el terreno de *Lepus timidus*, la liebre de montaña (y quizá hasta se hibriden con ella). Los zorros rojos están desplazando a los árticos. Los castores están yendo más hacia el norte, y las previsiones de los modelos indican que su densidad crecerá también en sus predios actuales.<sup>28</sup>

Se prevé que a mediados del siglo *Ixodes scapularis* —la garrapata que transmite la enfermedad de Lyme— se habrá expandido hacia el norte desde su actual base en el sur de Ontario y extendido por buena parte de Canadá. Se prevé que a finales de siglo la perca de boca pequeña *Micropterus dolomieu*, que hoy se encuentra solamente cerca de la frontera con Estados Unidos, vivirá a lo largo de todo el trecho que va hasta el océano Ártico. En el mar del Norte —una de las pesquerías más productivas del mundo—, casi dos tercios de las especies de peces o han migrado a latitudes más altas, o han descendido a profundidades del agua más frías. Hasta el modesto plancton se mueve: en los últimos cuarenta años, las especies atlánticas de agua tibia se han desplazado diez sorprendentes grados de latitud hacia el norte —más de 1.000 kilómetros—, donde ocupan el lugar de especies de agua fría, que, a su vez, se retiran más al norte.

## LOS DESPLAZADOS

La contracción del hielo en 2007 suscitó una nueva oleada de consternación pública por el futuro de los osos polares, como la campaña ecologista en Estados Unidos a favor de que se les aplicase la Ley de Especies Amenazadas. Este gesto, al final desestimado tanto por la administración de Bush como por la de Obama, era en gran medida simbólico (viven muchos más osos polares ante las costas de Canadá, Rusia y Groenlandia que en Alaska, y esos países, claro está, no se someten a la Ley de Especies Amenazadas estadounidense), pero la preocupación por estos magníficos animales es válida. Existen de forma natural solo en el Ártico<sup>29</sup> y están singularmente adaptados a pasarse la vida merodeando sobre un océano helado. Su casa es el hielo marino flotante, donde cazan focas oceladas, dormitan y de vez en cuando se contonean y aparean. Algunas hembras van a tierra para parir, pero, si no, pasan tanto tiempo como sea posible en el hielo. Al contrario que otros osos, no hibernan. Para los osos polares, el tiempo de las vacas flacas es el verano, cuando

el hielo se desintegra y retira. Obligados a ir a la costa, más que nada ayunan y esperan a que vuelva el hielo.

Hay cada vez más indicios de que los períodos de espera y ayuno están prolongándose, lo que lleva a que enflaquezcan demasiado, se comporten de manera extraña (que vayan a núcleos urbanos, por ejemplo) y hasta practiquen el canibalismo. En 2004, los biólogos confirmaron tres casos de osos polares que deliberadamente cazaron a otros osos y se los comieron. En un caso, un gran macho golpeó con sus pezuñas en el techo de la guarida de una hembra, la mordió salvajemente en la cabeza y en el cuello, la arrastró dejando un rastro de sangre y la devoró. Sus cachorros quedaron enterrados por los cascotes y se asfixiaron. Nunca se había visto un comportamiento así en los treinta y cuatro años que llevan los científicos investigando en la zona.<sup>30</sup>

El problema es que la presa favorita de los osos, la foca ocelada, también necesita hielo marino. Pasa su tiempo, bien descansando sobre el hielo (y estando alerta por si vienen osos polares), bien nadando bajo el hielo en busca de bacalao ártico. El bacalao ártico ronda bajo el hielo y a lo largo de sus resquicios, atento a las focas oceladas a la vez que caza anfípodos, copépodos y krills. Estas pequeñas criaturas, a su vez, se alimentan de pequeños flagelados y diatomeas que crecen en la cara inferior del hielo y también, profusamente, en el agua que hay junto a los bordes por donde se va fundiendo el hielo. Todos los eslabones de esta cadena alimentaria —del fitoplancton microscópico al oso polar que pesa media tonelada— están inextricablemente engarzados por la presencia del hielo marino. Morsas, focas barbudas y otras especies usan también el hielo del mar, aunque ninguna lo hace tan específicamente como los osos polares, las focas oceladas y el bacalao ártico.

Pese a los indicios cada vez mayores de estrés (el canibalismo de los osos, por ejemplo), ninguna de estas especies se halla al borde de la extinción. Pero poca duda cabe de que si el hielo marino desapareciese por completo en verano, estas asombrosas criaturas desaparecerían con él. Los científicos del gobierno, en un informe que asesoraba la decisión de la administración de Bush sobre la propuesta clasificación dentro de las previsiones de la Ley de Especies Amenazadas, calculaban que en 2050 se habrán perdido dos terceras partes de los osos polares del mundo.<sup>31</sup>

Según estas y otras indicaciones procedentes del mundo entero, el cambio climático está obligando a que se produzca una reorganización ecológica masiva del planeta, consistente tanto en extinciones como en expansiones en marcha ya hoy en día. Según la situación posible de las emisiones que se emplee, un modelo prevé que entre el 15 y el 37 por ciento de las especies del mundo se encaminarán a la extinción por culpa del cambio climático en 2050.<sup>32</sup> Si estos números resultasen ser ciertos, sería devastador, comparable, más o menos, al efecto de la deforestación y de otras formas directas de pérdida de hábitats. Cuando se combina con las demás formas de extinciones de especies desde la última glaciación, supone la sexta gran extinción masiva en la

historia de la Tierra, y la primera desde la extinción que se produjo en el Cretácico-Terciario, que acabó con los dinosaurios hace unos sesenta y cinco millones de años.

Los mecanismos por los que el cambio climático causa la extinción son muchos. Los anfibios y las especies que viven en humedales sufren especialmente con las sequías. A medida que las temperaturas suben, a las especies polares y alpinas no les queda, literalmente, adónde ir una vez han llegado a la línea de mar de la costa más al norte o al pico de la montaña más alta. Un mecanismo menos directo es el desacople de las especies codependientes dentro de una cadena alimentaria (el «ajuste-desajuste» que dicen los ecólogos) cuando sus ciclos fenológicos respectivos dejan de estar sincronizados. Imagínese unos pájaros que migran a su zona acostumbrada de anidar y se encuentran allí con que las orugas que, creían, iban a comerse nacieron antes y ya no las hay, por ejemplo. Otro es la tendencia de unas temperaturas más elevadas a ayudar a las plagas de insectos, las especies invasoras, las enfermedades y las robustas especies «generalizadas» (como las ratas y los mapaches) a imponerse a las especies especializadas. Otro más: el ritmo previsto del cambio climático es tan veloz que algunas especies sedentarias (como los árboles) quizá no puedan reubicarse con rapidez suficiente, o quizá su zona de comodidad climática se les esté yendo a lugares que les son incompatibles por otras razones, como el tipo de terreno o suelo. Hay climas, especialmente en las zonas alpinas y polares, que, simplemente, dejarán de existir. Se prevé —si como situación alternativa se adopta una con emisiones de carbono elevadas— que a finales de siglo entre el 10 y el 48 por ciento de la superficie terrestre mundial habrá «perdido» su clima actual por completo y entre el 12 y el 39 por ciento desarrollará nuevos climas «inéditos» que no existen hoy en el mundo (sobre todo en los trópicos y en los subtrópicos).<sup>33</sup> Estos cambios influirán poderosamente en los ecosistemas del mundo y podrían hacer incluso que ciertos esfuerzos conservacionistas locales se volvieran obsoletos. Por último, como los ecosistemas y las redes alimentarias tienen tantas interconexiones complejas, se propagarán repercusiones que no conocemos aún. Y todo esto se amontona sobre la maraña de las amenazas ecológicas en marcha que nos resultan familiares, entre ellas la destrucción del hábitat, las especies invasoras y la contaminación.

Si se compara con otros sitios, la pérdida de hábitats y la contaminación son menos severas en Alaska, el norte de Canadá, los países nórdicos y el este de Rusia, donde los bosques boreales, la tundra y las montañas encierran algunos de los parajes más salvajes y menos alterados de la Tierra.<sup>34</sup> Sin embargo, los ecosistemas del Norte tienen también cadenas alimentarias mucho más simples y menos especies que, digamos, la selva húmeda amazónica. En realidad, en buena parte se trata de un paisaje por colonizar, aún en las fases tempranas de formación del suelo y de expansión biológica después de que el hielo de los glaciares lo encerrase y pulverizase hace dieciocho mil años.

Al imaginar 2050, ya he adelantado que para entonces será bien manifiesto un reparto de la suerte mundialmente injusto, con algunas especies vencedoras y muchas más perdedoras. Ya en

estos momentos, las plantas y los animales del mundo se enfrentan al mayor riesgo de extinguirse que hayan corrido en sesenta y cinco millones de años. De las quizá siete millones de especies eucariotas que hay en la Tierra, casi la mitad de las plantas vasculares y un tercio de los vertebrados están confinados en solo veinticinco «puntos calientes» en peligro, sobre todo en los trópicos, que nada más comprenden el 1,4 por ciento de la superficie de la tierra firme del mundo.<sup>35</sup>

Aun en el Norte remoto, un ecosistema especializado adaptado al frío gélido estará sometido al ataque de los competidores meridionales, las plagas y las enfermedades que avancen hacia allá. Es posible que el vasto bosque boreal —que circunda las altas latitudes septentrionales de Canadá a Siberia— adquiera una configuración más abierta, más parecida a la sabana.<sup>36</sup> Pero la productividad primaria total —es decir, la biomasa vegetal, que es lo más profundo de la cadena alimentaria— aumentará. Ciertos invasores móviles que vendrán del sur disfrutarán de una viabilidad mayor en un vasto y nuevo territorio que será mayor y estará menos fragmentado y contaminado que aquellos donde moraban antes. Una penetración más larga y profunda de la luz en el mar (ya que el ensombrecimiento por el hielo será menor) hará que haya más fotosíntesis por las algas, lo que de nuevo aumentará la productividad primaria y reverberará por la red alimentaria marina ártica. El resultado final de esto solo puede ser que haya más biomasa en el océano, redes alimentarias más complejas y la invasión de especies marinas meridionales a expensas de las septentrionales.

La ecología del Norte está en peligro y cambiando. Pero en adelante el Norte será cualquier cosa menos un lugar sin vida.

#### CAZADORES SOBRE HIELO DELGADO

También las personas dependen del hielo marino. Durante milenios, los inuit y los yupik (los esquimales) han vivido en las costas del océano Ártico e incluso en el hielo mismo, cazando focas, osos polares, ballenas, morsas y pescado. El hielo es la plataforma en la que viajan, sea con vehículos motorizados para la nieve, trineos de perros o a pie. Es el fundamento en el que construyen campamentos de caza donde viven durante semanas o meses.

Estos cazadores han observado, llenos de asombro, que la plataforma al nivel del mar por la que viajan —peligrosa incluso en los buenos tiempos— se ha adelgazado, se ha vuelto menos predecible, hasta ha desaparecido. Los vehículos para la nieve y los quads se hunden en el océano a medio congelar. Más al sur, les pasa lo mismo en el hielo que cubre ríos y lagos. En Sanikiluaq, Canadá, me enteré de que un hielo más débil y una temporada del hielo acortada en dos o tres meses están perjudicando la caza de focas y la pesca de la trucha ártica. En Pangnirtung, una fiesta tradicional de Año Nuevo que se celebraba sobre el hielo ahora resulta peligrosa. En Barrow, tres

mil kilómetros al oeste, en la punta más septentrional de Alaska, supe que los cazadores se alejan ahora con barcas muchos kilómetros de la costa con la esperanza de encontrar pedazos de hielo con una morsa o una foca barbuda.<sup>37</sup>

Es un asunto serio. En el alto Ártico, comer animales salvajes es una parte esencial de la supervivencia y la cultura humanas. En Barrow me recibieron en la casa de un anciano inuit, quien me explicó que tres cuartas partes de los vecinos dependen de los alimentos que capturan en la vida salvaje.<sup>38</sup> Me sorprendió porque Barrow es una de las poblaciones del Norte más prósperas y modernizadas que yo haya visto. Hay un supermercado enorme que tienen casi todo lo que se pueda encontrar en uno de Los Ángeles. Pero los artículos son allí dos o tres veces más caros porque no hay carreteras o trenes que lleguen a Barrow, así que todo llega por avión o en barcaza. La mayoría complementa su alimentación con alimentos salvajes; para muchos son cruciales. A la vez que el restaurante mexicano de Pepe (que tiene una comida sorprendentemente buena y donde, al parecer, han estado algunos jugadores del equipo de baloncesto de los Chicago Bulls), vi en Barrow mucha carne de animales salvajes. La cocina y el patio de mi anfitrión estaban festoneados con ganchos para secar carne y pescado; en el camino de entrada a su garaje había un caribú muerto. En otro camino de entrada había dos focas y en un tercero una morsa grandísima. En el Ártico, hacerse con carne de caza no es un deporte: es tan importante para la alimentación de la gente como la pizza de masa fina para los neoyorquinos.

De todos los pueblos septentrionales, los que cazan mamíferos marinos en la costa del océano Ártico son los que más sufren por el cambio climático. Menos hielo marino significa más accidentes y menos animales comestibles aficionados al hielo. Significa una erosión costera más rápida por el golpeo de las olas y las tormentas del mar abierto. El pueblo de Shishmaref, en Alaska, ha perdido la batalla y habrá que situarlo más tierra adentro. Pero incluso en las poblaciones costeras, casi toda la gente con la que hablé se pone de uñas ante la idea de que se les trate como a desdichados refugiados del cambio climático.

Incluso cuando expresan su frustración por el daño que les han hecho quienes viven a miles de kilómetros de distancia —y creen que no es sino justo que esos daños se repatrien—, recuerdan su larga historia de adaptación y aguante en uno de los entornos más extremos del mundo. No se quedan sentados mano sobre mano, desesperados, ni mirando tristemente a un mar desacostumbrado. Se están comprando barcas, organizan seminarios, se proponen capturar los gordos salmones que cada vez son más frecuentes en sus mares.

En esta historia el cambio climático no lo es todo. Más adelante hablaré de algunas profundas tendencias demográficas, políticas y económicas actualmente en marcha que prometen ser igualmente importantes para las vidas de los nortños en los próximos decenios.



Una de las imágenes más llamativas ofrecidas por los medios de comunicación en 2007 fue la de unos felices groenlandeses que cuidaban un férax campo de patatas teniendo como fondo unos icebergs que se derretían en el océano. El hielo marino mermado estaba causando estragos en la caza de focas —el ministro de Economía y de Asuntos Exteriores de Groenlandia observaba que la caza de subsistencia había decaído en un 75 por ciento—, pero la gente estaba empezando a plantar patatas, rábanos y brócoli. «Nunca se ha visto mejor la agricultura, ocupación de la que casi no se oía hablar hace cien años», proclamaba *The Christian Science Monitor*. En 2009, a algunos de esos huertos les iba tan bien que los científicos daneses empezaron a estudiarlos para saber por qué las patatas de Groenlandia se daban aún mejor que en el sur.<sup>39</sup>

¿Qué mejor icono del mundo de 2050 podría haber que el de unos cazadores de focas convertidos en campesinos en uno de los sitios más fríos de la Tierra? Pero en lo que se refiere al puro rendimiento calórico, las ventajas que el cambio climático pudiese reportarle a la agricultura no se producirían en las costas angostas y rocosas de Groenlandia, ni en ningún otro lugar del Ártico. De modo parecido a lo que hemos visto con ciertos organismos salvajes, la presión es un gradiente de sur a norte, no un salto brusco a la parte de arriba del mundo. Los veranos siempre serán allí breves y los suelos delgados o inexistentes. Un huerto efímero es una cosa, pero cuando de lo que se trata es de obtener grandes cosechas para los mercados mundiales, cualquier incremento considerable tendrá lugar en los márgenes septentrionales de la agricultura actual. No habrá ambarinos campos de cereales cimbreándose en las costas del océano Ártico.

En 2007 vi a algunos de los agrónomos y genetistas botánicos más importantes del mundo debatir acerca de cuál sería la mejor manera de salvar nuestros cultivos de clima templado del calor creciente, las sequías y los patógenos más abundantes que se predicen para las décadas venideras.<sup>40</sup> Su solución era en parte biotecnológica —por medio de modificaciones genéticas, por ejemplo— y en parte a la más vieja usanza: vete, maíz insaciable de agua, que aquí vienen los sorgos y mijos que mejor toleran las sequías, los procedentes de... ¡Etiopía! Sin adaptación, concluyó el grupo, la perspectiva de que lleguen a escasear los alimentos en las latitudes bajas suponía una grave amenaza.

Me impresionaron en particular las exposiciones de Dave Lobell y Marshall Burke, de la Universidad de Stanford, que se valieron de veinte modelos climáticos diferentes para cartografiar estadísticamente el riesgo de escasez de alimentos allá donde más probable era que se produjese. Al parecer, en 2030 el sur de Asia, el sudeste asiático y el sur de África serán especialmente vulnerables.<sup>41</sup> En 2050, las previsiones agrícolas para el África subsahariana son aún peores, con unas pérdidas medias de producción agrícola de un 22, un 17, un 17, un 18 y un 8 por ciento para el maíz, el sorgo, el mijo, el cacahuete y la yuca, respectivamente.<sup>42</sup> A finales de siglo, las cosas se pondrán aún peor: según un estudio, hay una probabilidad de más de un 90 por ciento de que las temperaturas en la temporada de crecimiento en los trópicos y en los subtropicos sobrepasarán las vistas antes, con consecuencias nocivas para los cultivos alimenticios. «Con

unas temperaturas en la temporada de crecimiento superiores a las del año más cálido que se ha registrado... el estrés sobre los cultivos y el ganado adquirirá un carácter global —escriben los autores del estudio—. Ignorar las previsiones climáticas en esta etapa solo tendrá como resultado la peor forma de selección.»<sup>43</sup>

En contraste con estos estudios, una pauta general de rendimientos agrícolas crecientes en Canadá, algunos estados del norte de Estados Unidos, el sur de Escandinavia, el Reino Unido y partes de Rusia aparece una y otra vez en las simulaciones de los modelos del cambio climático. Estos países son ya grandes productores de trigo, cebada, centeno, colza y patatas. Muy pronto, en 1990, era manifiesto que, se usase el modelo climático que se usase, los estados de Michigan, Minnesota y Wisconsin, en el norte de Estados Unidos, se beneficiarían probablemente del aumento de las temperaturas medias aun cuando la producción de maíz, trigo y soja del resto del país declinase.<sup>44</sup> Más tarde se encontrarían otras asimetrías parecidas en el rendimiento de las cosechas entre el norte y el sur (con ganancias en el norte y pérdidas en el sur) en Europa y Rusia.<sup>45</sup> La idea general es que en los bordes septentrionales de la agricultura actual el aumento de las temperaturas y unas temporadas de crecimiento más largas harán que las cosechas sean mayores, y quizá permita la introducción de otras nuevas; en los bordes meridionales, el aumento de las temperaturas y de la frecuencia de las sequías debería ser perjudicial.<sup>46</sup>

Otras cuestiones giran alrededor de la importancia relativa de la temperatura en comparación con el estrés vegetal por falta de humedad, con la calidad del suelo y con la intensidad de la fertilización por el CO<sub>2</sub>, y alrededor de si los acontecimientos extremos (olas de calor, inundaciones) no podrían ser determinantes aún más importantes de la oferta futura de alimentos que los promedios estadísticos a largo plazo de las temperaturas y las precipitaciones calculados por los modelos climáticos.<sup>47</sup> Es también una simplificación excesiva afirmar que la agricultura rusa y canadiense, por ejemplo, se beneficiará universalmente de unas temperaturas del aire más cálidas. El corazón agrícola actual de Rusia se encuentra en sus secas estepas meridionales, y la merma de sus cosechas quizá no se compense por completo con lo que se gane en el norte.<sup>48</sup> Lo mismo vale para las praderas del oeste de Canadá. Pero con respecto al resto del mundo, los países del Cerco del Norte —en especial los estados más septentrionales de Estados Unidos, partes de Canadá y Rusia, y el norte de Europa— se cuentan entre los pocos sitios de la Tierra donde podremos esperar razonablemente ver un aumento de la producción agrícola gracias al cambio climático.

Por favor, pasen las patatas.

Pon una luz si vienen por tierra,  
pon dos si vienen por mar

En agosto de 2007, el rompehielos nuclear ruso *Rossiya* abrió una ruta hacia el Polo Norte, con el barco de investigación *Akadémik Fiódorov* siguiéndole un poco más atrás. Hendieron el hielo ártico y con una grúa se hizo que dos submarinos diminutos descendieran por la incisión hasta el agua helada. Sus tripulaciones se sumergieron en ellos a una profundidad de 4.300 metros, hasta tocar el fondo del océano Ártico. Un brazo robótico recogió muestras y plantó una bandera rusa tricolor de titanio en el barro amarillo del punto más septentrional del planeta. «El Ártico es nuestro», manifestó Artur Chilingárov, el explorador polar, oceanógrafo y político de la Duma que dirigió la expedición y bajó en uno de los submarinos.<sup>1</sup> Hasta ese momento se le recordaba vagamente por haber rescatado en los años ochenta un barco polar atascado, pero en esta ocasión se hizo famoso inmediatamente; el presidente Putin le concedería la Medalla de Oro de Héroe de Rusia.

Durante los meses siguientes, el mundo se puso como loco por que los rusos hubiesen puesto su vista en el Polo Norte. Los políticos occidentales bramaron indignados. «Esto no es el siglo xv — dijo el primer ministro canadiense, Peter MacKay, a una muchedumbre de reporteros de televisión —. No se puede ir por el mundo, plantar una bandera y decir: “Tomamos posesión de este territorio”».<sup>2</sup> Los periodistas enfocaron la noticia como una apropiación, sin apenas tapujos, de los recursos naturales; citaban un comentario reciente de un científico del Servicio Geológico de Estados Unidos, Don Gautier, que había estimado que el Ártico podía contener una cuarta parte de los hidrocarburos que estaban todavía por descubrir en la Tierra. Daban por sentado que Rusia había dado el disparo de salida de una nueva carrera: la carrera por la soberanía sobre las grandes riquezas que se cree que yacen en el fondo del océano Ártico en forma de petróleo y gas sin explotar (recursos de los que habrá una necesidad extrema para mantener la economía mundial en este siglo).

Pese a que estaba más cerca del *Rossiya* que casi cualquier otro en la Tierra, yo no tenía ni idea de lo que estaba pasando. Me encontraba aislado del resto del mundo, con rumbo norte mil quinientos kilómetros al norte de Toronto por un océano vacío. En el momento en que se insertó la bandera rusa de titanio, yo debía de estar durmiendo o limpiando con un chorro de manguera malolientes redes para el plancton. Pasarían varios días antes de que me enterase.

Estaba a bordo del CCGS *Amundsen*, un rompehielos más pequeño, de la guardia costera de Canadá, que se dirigía hacia la bahía de Hudson y, como objetivo final, al Paso del Noroeste. Mi rutina diaria giraba alrededor de un mundo de metal pintado de menos de cien metros de largo y veinte de ancho, con erráticos turnos rotativos de sueño, trabajo y cafetería. Habíamos zarpado con grandes fanfarrias seis días antes del incidente de la bandera rusa.

No había comprendido bien cuánta era la importancia de esos viajes de los rompehielos científicos. Una multitud se arremolinaba junto al barco y enjambres de reporteros y de cámaras rodeaban a los oficiales del barco y a los directores científicos. Vi a Louis Fortier, director de Artic-Net,<sup>3</sup> el que me había invitado al viaje, rodeado por las cámaras de televisión. Me dio efusivamente la mano y, antes de que llamasen su atención a otro lado para una entrevista más, me dijo que me lo pasase bien. Una grúa subió la pasarela del barco y la primera tripulación de las que iba a haber a lo largo del viaje —cuarenta científicos, treinta y cinco miembros de la guardia costera canadiense y un puñado de periodistas— saludó con la mano a las masas que se quedaban en tierra. Las sirenas aullaron, un helicóptero pintado de un rojo vivo describió círculos sobre nuestras cabezas y los dos grupos humanos se dijeron mutuamente adiós a través de una franja de agua cada vez más ancha. Mientras avanzábamos por la vía marítima del San Lorenzo, me quedé sorprendido al ver a unos cámaras (y a Louis) dando vueltas todavía por la cubierta. ¿Iban a unirse también a la expedición?, me pregunté. Veinte minutos después, mi pregunta quedó respondida. El helicóptero del *Amundsen*, que había estado volando alrededor del barco, aterrizó en el helipuerto de la popa y se los llevó de vuelta a la ciudad de Quebec.

Aquella primera noche en el mar hubo toda una fiesta. La tripulación que no estaba de servicio se quitó sus impecables uniformes azules y se mezcló con los científicos en pantalones cortos, camisetas y blusas sin espalda. La sala bullía, el equipo de sonido rugía y todos se emborracharon, al menos un poco. En los viajes de los rompehielos estadounidenses no hay alcohol, pero los canadienses abren una cervecería al menos dos veces a la semana. Al ser tan al principio de la expedición, era asombroso cuánto había para elegir. Me tomé dos botellas de Kilkenny y me propuse saber más de la rara casta de los científicos que responden al nombre de oceanógrafos. Me topé con una; estuvimos hablando a voz en grito de las estratificaciones marinas, la toma de muestras en el mar, los hábitos sexuales de las ballenas francas (bastante promiscuos) y los hábitos sexuales de los científicos durante una expedición marina (al parecer, promiscuos también). Fue un muy buen rato. Pero para la tercera cerveza, momento en que ya me había tocado el brazo dos veces, me pareció que era el momento de marcharme.

Tres semanas después, tras un extenuante horario de veinticuatro horas de avanzar, echar el ancla, usar la grúa, tomar muestras de agua y trabajar en el laboratorio, desembarcamos en Churchill, Manitoba. Una nueva rotación de científicos y tripulación esperaba excitadamente subir al barco. Se me hacía raro abandonar a un montón de extraños mi camarote minúsculo, los estrechos pasillos que se me habían vuelto tan familiares y mis nuevos amigos. Pero nuestra

rotación fue solo la primera de muchas. El *Amundsen* estaba en la primera etapa de un histórico viaje de 448 días, la expedición en barco por el Ártico más larga jamás emprendida. A lo largo de los quince meses siguientes, pasarían por él unas doscientas personas y dejaría al mundo atónito al deslizarse fácilmente por el Paso de Noroeste. La expedición, que costó 40 millones de dólares, fue la mayor contribución de Canadá al Año Polar Internacional de 2007-2009.<sup>4</sup> Aunque de manera menos estrepitosa que la bandera de titanio de Rusia, Canadá también estaba proclamando su presencia en el nuevo océano Ártico.

### ¿DE QUIÉN ES EL POLO NORTE?

Al contrario que la expedición del *Amundsen*, la inmersión de Chilingárov en el Polo Norte se financió con capital privado y en realidad se trató solo de una exhibición audaz. Pero eso no fue óbice para que produjese una conmoción mundial. Estados Unidos plantó una vez una bandera en la Luna: ¿hubo alguien que pensase en serio que se trataba de una declaración legal de soberanía? La verdadera reivindicación del Polo Norte no se hizo con una bandera, sino gracias a unas muestras geológicas recogidas por aquella expedición y por otras muchas expediciones rusas por el Ártico. Esos datos debían probar que la dorsal de Lomonósov —una cadena submarina de montañas que se eleva tres mil metros sobre el fondo del mar y bisecciona el océano Ártico— estaba geológicamente conectada con la plataforma continental de Rusia. Eso le proporcionaría la soberanía sobre una enorme porción del fondo oceánico —posiblemente hasta del Polo Norte— de acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR).

Esa convención y la geología tienen una importancia fundamental en esta historia, como veremos enseguida. Pero a finales de 2007 los ojos del mundo no podían apartarse de esa bandera, no por las muestras de sedimentos. Para la gran contracción económica mundial faltaba todavía un año. La demanda de energía aumentaba vertiginosamente y la resurgida Rusia, fortalecida por un barril de petróleo a cien dólares y la mirada acerada de Putin, actuaba cada vez con más arrogancia en la escena mundial.

Dos meses después, cuando llegó la noticia de que la cantidad de hielo marino ártico en el verano era la menor de que hubiese constancia,<sup>5</sup> la imagen de unas rutas despejadas en el mar para los cargueros, de grandes nuevas reservas energéticas y de rusos plantando banderas en un océano inédito resultaba demasiado intensa para resistirse a ella. La fiebre del Ártico se convirtió en epidemia. Los titulares y los comentaristas declararon que se había empezado una nueva carrera hacia la frontera, una «loca carrera a codazos» por el control del océano Ártico y los vastos recursos que se suponía que guardaba.<sup>6</sup>



La percepción de que grandes cantidades de recursos naturales valiosos nos esperan en el Norte no carece de todo valor. Todavía no se ha sometido a prospección, en busca de minerales, la mayor parte de su superficie en tierra, y el fondo del océano Ártico es de los peor cartografiados. Algunas de las mayores minas del mundo están excavadas en Alaska y Siberia; una de las vetas de hierro más puras es la que se ha descubierto hace poco en la isla canadiense de Baffin.<sup>7</sup> El descubrimiento de diamantes en los Territorios del Noroeste en 1991 provocó en Norteamérica la mayor fiebre desde la de Klondike y llevó en andas a Canadá, que no tenía diamantes en absoluto, a ser, casi de la noche a la mañana, la tercera mayor productora mundial. No se sabe en realidad cómo será la biología del nuevo océano Ártico, pero una temporada de aguas abiertas más larga solo puede significar más fotosíntesis, redes alimentarias más complejas y la perspectiva de nuevas y valiosas pesquerías allí. Hay cantidades mareantes de hidrato de gas —una especie de hielo seco de metano sólido que se acumula en los espacios porosos de los sedimentos marinos y del permafrost—. No se sabe cómo extraerlo, pero resulta verosímil que en el futuro sea un combustible fósil codiciado.

El premio más evidente es el gas natural y el petróleo. Las anchas plataformas continentales del Ártico están recubiertas de gruesas secuencias de estratos de roca sedimentaria rica en esquistos arcillosos: es la conformación geológica ideal para encontrar petróleo y gas. Las perspectivas de que haya gas natural son particularmente altas. En 2008 y 2009, el Servicio Geológico de Estados Unidos publicó nuevas evaluaciones que concluían que alrededor del 30 por ciento del gas natural y el 13 por ciento del petróleo aún no descubiertos en el mundo se hallan en el Ártico, sobre todo en el mar, bajo menos de quinientos metros de agua.<sup>8</sup> Esos números son enormes, sobre todo si se tiene en cuenta que la región, en su conjunto, solo cubre un 4 por ciento del planeta. Según las estimaciones del Servicio Geológico, hay más de un 95 por ciento de probabilidades de que el Ártico contenga al menos 22 billones de metros cúbicos de gas, con una probabilidad de mitad y mitad de que contenga más del doble de eso. Para poner estos números en perspectiva, las reservas totales demostradas de gas de Estados Unidos, Canadá y México juntas son de unos 9 billones de metros cúbicos de gas. La economía mundial consume unos 3 billones de metros cúbicos al año.

Entre los retrocesos del hielo en 2007 y 2008, la bandera rusa plantada en el Polo y las nuevas estimaciones de los hidrocarburos por el Servicio Geológico de Estados Unidos, no pasó mucho antes de que se oyese rumores de una nueva carrera de armamentos —o incluso de una guerra abierta— por el océano Ártico. «No hay, sencillamente, un ejemplo histórico comparable de un espacio de agua salada de propiedad tan ambigua, con un paisaje marino que cambie de manera tan impresionante y que ofrezca promesas económicas tan extraordinarias. Sin el liderazgo de

Estados Unidos... en la región podría estallar una enloquecida carrera armada en pos de sus recursos —planteaba Scott Borgerson, analista del Consejo de Relaciones Exteriores (un destacado *think tank* estadounidense) en la revista *Foreign Affairs*—. La rápida fusión del hielo está además reavivando numerosas rivalidades entre estados y atrae a la región a recién llegados hambrientos de energía, como China. Las potencias árticas se están acercando rápidamente a un callejón sin salida diplomático, lo cual podría conducir a ese ir tentando el borde del conflicto armado que asuela a otros territorios.»<sup>9</sup> Nikolái Patrushev, secretario del Consejo de Seguridad de Rusia, afirmaba que «el Ártico debe convertirse en la principal base de recursos estratégicos de Rusia» y que «no se puede descartar que la batalla por las materias primas se dirima con medios militares».<sup>10</sup> La prestigiosa *Jane's Intelligence Review* llegaba a la conclusión de que «es probable que se intensifique la competición militar, con un incremento por parte de Rusia y Canadá de sus despliegues y ejercicios, mientras se vislumbran pocas oportunidades para la resolución diplomática de las disputas».<sup>11</sup>

La competencia por los hidrocarburos, ¿podría realmente desencadenar una escalada militar en el Ártico? La militarización ya se ha producido allí antes, al fin y al cabo. Durante la Guerra Fría, fue un lugar donde las fuerzas estadounidenses y rusas jugaban al gato y el ratón con aviones espía y submarinos con armas nucleares; allí construyeron puestos remotos para detectar bombarderos de largo alcance. Fue un teatro de intrigas militares donde se iba hasta el límite, materia de novelas de espías y de películas de suspense como *Estación Polar Cebra*, con Rock Hudson, y *K-19*, con Harrison Ford.

El final de la Guerra Fría supuso el fin de las tramas novelescas; los países árticos redujeron rápidamente sus ejércitos y perdieron interés en la región. Canadá anuló su plan de comprar nada menos que una docena de submarinos nucleares. Estados Unidos canceló una nueva clase de submarinos de ataque, la *Seawolf*, diseñada para luchar bajo el hielo marino. Más llamativamente, la antigua Unión Soviética se limitó a atracar su flota del norte en Múrmansk y a dejarla allí.<sup>12</sup> Pero en 2009, casi veinte años después, se estaba cociendo un resurgir militar. Los ocho países del Cerco del Norte —Rusia, Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Islandia, Noruega, Finlandia y Suecia— o estaban reconstruyendo sus ejércitos y guardias costeras, o estaban, al menos, pensando en nuevas disposiciones de seguridad en la región.

El primer ministro Stephen Harper hablaba a menudo de reafirmar la soberanía canadiense sobre sus territorios del norte y sobre el Paso del Noroeste,<sup>13</sup> y de respaldarla con nuevos patrulleros reforzados para el hielo, una base de entrenamiento militar en Resolute Bay y un rompehielos que costaría 720 millones de dólares. Noruega adquiriría cinco fragatas nuevas, equipadas con sistemas de armas integrados Aegis, y casi cincuenta cazas F-35 construidos en Estados Unidos. Rusia había remozado su flota del norte y anunciaba planes de expandirla con nuevos submarinos de ataque, submarinos nucleares con misiles balísticos y barcos suficientes para formar cinco o seis grupos de combate con portaaviones para la década de 2020. Rusia

también había reanudado las patrullas de bombarderos de largo alcance por los espacios aéreos de Canadá, Alaska y los países nórdicos por primera vez desde la Guerra Fría. En vísperas de la primera visita del presidente de Estados Unidos Barack Obama a Canadá, dos reactores de las fuerzas aéreas canadienses acudieron a toda prisa —quizá en un exceso de celo— a interceptar un bombardero ruso que se acercaba.<sup>14</sup> Hasta Islandia, casi en bancarrota por la crisis financiera mundial, estaba pensando en reforzar su seguridad. Finlandia, Dinamarca y Suecia estaban considerando nuevas alianzas entre sí, o incluso integrarse en la OTAN.<sup>15</sup>

Estados Unidos —país al que el politólogo Rob Huebert, de la Universidad de Calgary, apodaba «potencia ártica a su pesar»—<sup>16</sup> no estaba potenciando su poder militar en el Norte de forma tan perceptible. Su rompehielos *Polar Star* estaba fuera de servicio; su sustituto fue borrado del paquete general de estímulos de la administración de Obama.<sup>17</sup> Pero tras el fin de la Guerra Fría, Estados Unidos no había reducido sus fuerzas del Norte tanto como los demás países árticos. Mantenía en Alaska todavía 25.000 efectivos del ejército de tierra, de las fuerzas aéreas y de la guardia costera, y hasta había empezado a realizar ejercicios navales ante la costa.<sup>18</sup> Uno de los dos polémicos complejos de defensa contra misiles de Estados Unidos (concebidos para derribar los misiles balísticos intercontinentales dirigidos contra el país) se instaló en Fort Greely, en Alaska. Quizá el detalle que más dice sea una directiva presidencial publicada sin hacer ruido en enero de 2009, en los últimos días de la administración de Bush. Este documento, que pasó casi inadvertido, redefinía radicalmente la política de Estados Unidos en el Ártico por primera vez desde la Guerra Fría.

Esa «Directiva Presidencial de Seguridad Nacional/NSPD 66, Directiva Presidencial de Seguridad Interior/HSPD 25», o más brevemente, la «Política regional ártica»,<sup>19</sup> se pergeñó exclusivamente para el Ártico, un cambio significativo, ya que todas las directivas precedentes lo habían metido en el mismo paquete que a la Antártida. Igualmente significativo fue que elevase las «necesidades de seguridad nacional y de seguridad interior» al grado de prioridad 1 (de seis grados): era una vuelta a las prioridades de cuando la Guerra Fría. A los politólogos estos cambios les parecen importantes, y ello indica el creciente interés estratégico que la región tiene para Estados Unidos.

## ¿GUERRA EN EL ÁRTICO?

Hemos visto que las actuales tendencias en retórica, gasto en defensa y políticas escritas apuntan sin excepción hacia una militarización renovada del Norte. Esa es la tendencia. Pero ¿y la guerra? Huebert cree que el mundo empieza a percibir el Ártico como el «nuevo Oriente Próximo» en lo que se refiere a la energía de hidrocarburo fósil.<sup>20</sup> ¿Es también el nuevo Oriente Próximo en lo que se refiere a las líneas de falla generadoras de conflictos? Al fin y al cabo, cuando entran en



contacto fuerzas armadas de países distintos el riesgo de que se produzcan incidentes es mayor; y los conflictos no tienen por qué deberse al Ártico para que tengan lugar allí: la región podría convertirse también en un teatro ampliado de las tensiones y antagonismos mundiales, como ocurrió en la Guerra Fría.

Esta última situación no es, ciertamente, la que se da hoy. Que llegue a ser la de mañana depende de las decisiones de los futuros líderes políticos y, por lo tanto, cae fuera de los límites de este experimento mental. Pero ¿y las presiones intrínsecas dentro del Ártico mismo? ¿La «loca carrera a codazos» es tan febril, las estimaciones del petróleo y el gas tan cautivadoras, el hielo en retirada y las nuevas vías de navegación tan transformadoras, que resulten inevitables tensiones extremas o conflictos violentos en la región?



Hay buenas razones para pensar que no. Una es la persistente tendencia a lo largo de los últimos veinte años a la cooperación en el Norte. La segunda es un documento legal de las Naciones Unidas que se está convirtiendo rápidamente en el código universalmente aceptado acerca de cómo deben los países repartir su dominio en los océanos del mundo.

La historia de la primera de esas dos razones empieza el 1 de octubre de 1987, con un famoso discurso dado en Múrmansk por el que entonces era el líder soviético, Mijaíl Gorbachov. Ante la puerta del arsenal nuclear estratégico de su país en el océano Ártico, pidió que dejara de ser la región un tenso teatro militar para convertirse en una «zona de paz y fructífera cooperación» desprovista de armas nucleares. Propuso la cooperación internacional en el desarme, la explotación de la energía, la ciencia, los derechos de los indígenas y la protección medioambiental entre los países árticos.<sup>21</sup> Que eligiese Múrmansk, la ciudad portuaria mayor y más importante del Ártico y el corazón mismo del norte militar e industrial de la Unión Soviética tuvo mucho valor simbólico. Tal y como el hielo marino experimentaría una fusión nunca vista justo veinte años después (veinte años con toda exactitud), la Guerra Fría se deshalaría primero en el Ártico.

Cuatro años después del discurso de Múrmansk, la Unión Soviética se disolvió. El Ártico ruso, que había estado cerrado para el resto del mundo, se hundió en un horrible decenio en el que su población y su economía se diezmaron; sin embargo, se abrieron nuevas oportunidades para interactuar con los de fuera. Tras medio siglo de separación tras el telón de acero, los alasqueños aborígenes y sus parientes rusos volvieron a tratarse a través del estrecho de Bering. Los siberianos, si tenían el dinero suficiente, podían viajar al extranjero, y los científicos extranjeros —entre ellos yo mismo— podían entrar y trabajar en partes del Norte ruso que habían estado cerradas. Las nuevas colaboraciones internacionales y el dinero extranjero<sup>22</sup> fueron una

rara luz para muchos siberianos que sufrían. Por todo el Ártico nacieron nuevas colaboraciones y grupos. Los grupos aborígenes, de manera notable los inuit, empezaron a organizarse políticamente a través de las fronteras.

En 1991, los ocho países del Cerco del Norte —Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Islandia, Noruega, Suecia, Finlandia y Rusia— firmaron un acuerdo que supondría un hito. Por él se comprometían a cooperar para resolver los problemas de contaminación de la región, y se programaron encuentros regulares para lograr de verdad algo.<sup>23</sup> Cinco años después se formaba el Consejo Ártico,<sup>24</sup> foro intergubernamental entre cuyos miembros se cuentan no solo los países del Cerco, sino otros países observadores y grupos constituidos para defender intereses comunes. Aunque no tiene voz en materia de seguridad, es ahora la principal institución política «ártica». En suma, los años noventa fueron una época de cooperación sin precedentes, y a muchos niveles diferentes, entre los países del Norte.<sup>25</sup>

Pese a todo lo que se dice acerca de locas carreras a codazos y de guerras árticas en ciernes, el espíritu cooperativo ha persistido. Los primeros años del siglo XXI vieron que el Consejo Ártico publicaba la influyente «Evaluación del impacto en el clima ártico» (un documento científico elaborado por consenso que tomó como modelo las evaluaciones del IPCC) que requirió la colaboración y la firma de todos sus miembros.<sup>26</sup> Durante el Año Polar Internacional se llevó a cabo una multitud de colaboraciones internacionales sin que hubiese drama alguno. En 2009 se concluyó un estudio importante del potencial presente y futuro del transporte por mar de la región; también se requirió para ello la cooperación internacional y la firma de los ocho países del Cerco.<sup>27</sup> La lista de otros ejemplos de cooperación exitosa y de integración entre supuestos adversarios, en búsquedas y salvamentos, la protección medioambiental, los derechos de los aborígenes, la ciencia, la salud pública, es larga.

No cabe duda de que se han estado eludiendo escrupulosamente (se eluden todavía) los asuntos más espinosos: la seguridad nacional, la soberanía y las fronteras.<sup>28</sup> Pero al revés de lo que sucedía en el pasado, el Ártico ya no es hoy en día un lugar de vecinos suspicaces, armados hasta los dientes, que no se hablan; ahora es, muy al contrario, un lugar donde se ha tejido un entramado internacional notablemente civilizado, donde se trabaja cooperativamente y de manera efectiva en numerosos niveles de la gobernación.

## EL PRINCIPIO DE LEGALIDAD

La segunda razón para dudar de que vaya a estallar una guerra del Ártico estriba en CONVEMAR, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. En contra de la percepción común, el Ártico no es una jaula de grillos. En tierra, sus fronteras políticas internacionales no las discute nadie. En cuanto al océano Ártico, ahora hay reglas claras que establecen los

procedimientos a seguir para reclamar su lecho marino y el de cualquier otro mar. Lo principal es que casi todos los países del mundo parecen atenerse a ellas.

CONVEMAR se negoció a lo largo de nueve años, de 1973 a 1982. Ha resultado ser uno de los tratados internacionales más exhaustivos y estabilizadores del mundo. En 2009 lo habían ratificado ya 158 países, y hay muchos más en diferentes estadios del proceso de ratificación. De los ocho países del Cerco, siete lo han ratificado. La clamorosa excepción, Estados Unidos, está obediendo todas las reglas de CONVEMAR y manda señales de que acabará ratificándolo. Constituye, pues, uno de los códigos de la ley internacional con mayor consenso; es un agente del orden muy eficiente.

La piedra angular de CONVEMAR es la creación de una zona económica exclusiva, que se extiende 200 millas náuticas (unos 370 kilómetros) ante la costa de un país mar adentro. Un país tiene la soberanía única sobre todos los recursos, vivos o no, que haya dentro de su zona económica exclusiva. Tiene derecho a establecer reglas y planes de gestión y a cobrar rentas por la gestión y explotación de esos recursos. La creación de estas zonas ha reducido grandemente la «tragedia de los bienes comunes» en la forma de sobrepesca, así como otras presiones sufridas por los recursos y las disputas en las aguas costeras del mundo.

No es que CONVEMAR sea perfecta. Ahora se producen disputas por meros islotes porque gracias a ellos se puede reivindicar un círculo de 200 millas náuticas de radio a su alrededor en el fondo del mar. La minúscula Rockall, una roca —entiéndase al pie de la letra— desolada que se asoma en el Atlántico Norte, ha sido reivindicada por el Reino Unido, Irlanda, Islandia y Dinamarca. Dinamarca se las está viendo también con Canadá por la isla de Hans, otro islote que se encuentra entre ambos países en el estrecho de Nares, frente a Groenlandia. Las tortuosas costas de Rusia y Alaska abren un agujero de aguas extraterritoriales, como una rosquilla, y allá mandan Japón, Corea del Sur, Taiwan y Polonia sus arrastreros.<sup>29</sup> Por último, surgen disputas fronterizas acerca de cómo se trazan las doscientas millas con respecto a otras fronteras. Canadá, por ejemplo, traza la frontera en el mar como una extensión en línea recta de su frontera terrestre con Alaska, mientras que Estados Unidos tira la línea formando un ángulo recto con la costa. Esto crea un triángulo no muy grande (de unos 16.200 kilómetros cuadrados) sujeto a disputa donde se solapan las reclamaciones respectivas por el mar de Beaufort. En el mar de Barents, Noruega y Rusia tienen reivindicaciones territoriales bastante importantes que se solapan, pero la resolución del conflicto se ha anunciado para 2010.<sup>30</sup> \* No se trata de disputas insignificantes, pero, en comparación con el confuso sinfín de conflictos que había antes de CONVEMAR, son manejables.

Más allá del límite de las doscientas millas está la alta mar, las aguas extraterritoriales cuyos recursos no controla nadie. No obstante, el artículo 76 de CONVEMAR permite una excepción especial. Si un país puede probar, científicamente, que el fondo del mar es una extensión geológica de su plataforma continental —es decir, que está conectado al territorio del país, solo que se encuentra bajo el mar—, podrá presentar una solicitud ante una comisión especial de las

Naciones Unidas reclamando la soberanía del lecho marino aun más allá del límite de las doscientas millas náuticas.<sup>31</sup> El artículo 76 establece un procedimiento claro y ordenado para hacerlo. Como el océano Ártico es pequeño, tiene unas plataformas continentales inusualmente anchas y está circundado casi por completo por tierra, es único entre los océanos en el sentido de que, en gran parte, podría quedar repartido entre esas zonas expandidas. Rusia, Dinamarca, Canadá, Noruega y Estados Unidos<sup>32</sup> son los únicos países que dan al océano Ártico. Estos cinco países están bien situados, pues, para hacerse con el control de grandes porciones de su fondo y de los hidrocarburos o minerales que contengan.

Las palabras clave son «científicamente» y «ordenado». Una reivindicación territorial sujeta al artículo 76 ha de estar documentada exhaustivamente con petabytes de datos científicos. Lo principal es un mapa detallado de la batimetría del fondo del mar —su relieve topográfico— obtenido por medio del sónar hidrográfico de multihaz. Los sondeos sísmicos, que se valen de explosivos o de detonaciones de aire comprimido para enviar ondas de choque hacia el lecho marino, dibujan la geología subterránea más profunda. Las muestras de sedimentos, como los tomados por los pequeños submarinos de Chilingárov en el Polo Norte, se utilizan para establecer la proveniencia geológica. Y así lo demás.

Todo esto lleva muchos años de investigaciones costosas, pero hay un proceso detrás y acaba por hacerse. Noruega sometió su petición de que se extendiese su zona económica exclusiva en 2006; se aprobó en 2009.<sup>33</sup> Estados Unidos, Canadá, Dinamarca y Rusia todavía están atareados cartografiando; Rusia es la que más cerca está de terminar el trabajo. Canadá presentará la solicitud en 2013 y Dinamarca en 2014. Como Estados Unidos no ha ratificado todavía CONVEMAR, es probable que sea el último país en presentarla; no obstante, ya ha reunido buena parte de los datos del sónar hidrográfico y de otro tipo tomados por el rompehielos *Healy*, bajo la dirección de Larry Mayer, de la Universidad de New Hampshire.

Tras todo ese trabajo y todos esos gastos, poco extraña que los cinco países —Rusia, Dinamarca, Canadá, Noruega y Estados Unidos— se agrupasen hace poco para hacer pública la «Declaración de Ilulissat», que defiende que las leyes internacionales existentes son perfectamente suficientes para zanjar sus disputas territoriales en la región. Todo es estupendo, no hacen falta nuevos tratados árticos, o no se los desea. Ahora bien, los demás —la Unión Europea, por ejemplo—, ¿se harán a un lado amablemente?<sup>34</sup>

Esas cinco potencias están dando a entender que CONVEMAR es la ley del océano Ártico, como de cualquier otro. Se atienen a sus procedimientos cuando reclaman la soberanía del fondo de ese océano, tal y como se hace en muchas otras reivindicaciones territoriales sujetas al artículo 76 que van avanzando en distintas partes del mundo. Ninguna está interesada en renunciar al derecho con que ahora cuenta de presentar tales reivindicaciones. No habrá un nuevo «tratado del Ártico» que establezca una gobernación compartida internacionalmente, como en la Antártida. Y siglos de precedentes legales nos dicen que, en cuanto se trazan líneas fronterizas, permanecen.

Las lindes marcadas cuando se crearon los primeros ranchos en el sur de California persisten desde hace siglos, primero bajo el dominio español, luego bajo el de México y ahora en Estados Unidos.

Entonces, ¿cómo va a salir todo esto? Se siguen recogiendo datos batimétricos y geológicos, pero Rusia tiene la costa más larga y la plataforma continental más ancha del océano Ártico. Esta geografía óptima le proporcionará la soberanía sobre grandes porciones del lecho marino y la mayor parte del gas natural que las estimaciones del Servicio Geológico de Estados Unidos dicen que hay.<sup>35</sup> Canadá está en posición de doblar con creces sus posesiones más allá de la costa noroeste de la isla de la Reina Isabel. Estados Unidos expandirá su dominio en una cuña triangular que se extiende hacia el norte del North Slope de Alaska, y se hará así con el control de algunas de las rocas que contienen petróleo más prometedoras del océano Ártico. Noruega se ha hecho con partes de los mares de Noruega y Barents, y compartirá con Rusia reivindicaciones en el mar de Barents, rico en gas.

Pero Noruega no tiene nada que hacer en el Polo Norte; tampoco Estados Unidos. El premio — si es que lo es— depende de esa dorsal de Lomonósov de la que ya se ha hablado. Esa cadena montañosa, que mide cerca de dos mil kilómetros y divide más o menos en dos el abismo del océano Ártico central, es la única esperanza de cualquier solicitud de prolongación de la plataforma continental hasta el Polo Norte geográfico. Rusia, Dinamarca y Canadá están atareadas cartografiándola.<sup>36</sup> Pero la importancia del lecho marino en el Polo Norte, una zona distante, densamente cubierta de hielo y que no promete petróleo y gas algunos, es más que nada simbólica. Personalmente, pienso que si de verdad ha de haber algún país que controle el Polo Norte, lo justo es que sea Rusia. Los primeros sondeos hidrográficos rusos se remontan a 1933. La primera embarcación de superficie que llegó al Polo Norte fue el rompehielos nuclear soviético *Arktika* en 1977. A finales de 2009 se había logrado tal cosa ochenta veces: tanto Canadá como Noruega lo habían conseguido una vez; dos, Alemania; tres, Estados Unidos; seis, Suecia; y *sesenta y siete*, Rusia. Su rompehielos *Sibir* completó el primer (y único) viaje al Polo Norte en invierno allá en 1989. Por lo que a mí concierne, Rusia se lo ha ganado.

Se desconoce si la ciencia determinará que la dorsal de Lomonósov está conectada geológicamente a Rusia, a Groenlandia (Dinamarca) o a Canadá, o a ninguno de esos países. Los que *sí* se sabe es que nadie está amenazando con misiles por esto. Y hay pocas razones para pensar que alguien lo vaya a hacer.

#### UN SUEÑO QUE TIENE QUINIENTOS AÑOS

El sueño es el de una vía marítima en el Norte para los mercantes entre el Atlántico y el Extremo Oriente asiático. Se anda tras ella desde hace cinco siglos, desde que ingleses, holandeses y rusos

empezaran a buscarla. La única alternativa, hasta la construcción de Suez y Panamá, era doblar las puntas meridionales de África o de Sudamérica. Muchas almas intrépidas murieron en pos de una ruta más corta sobre los continentes norteamericano o euroasiático. Cuando tanteaban el noroeste (el Paso del Noroeste), sus barcos se quedaban atascados como insectos en el papel matamoscas en el archipiélago permanentemente helado del norte de Canadá, en ruta hacia el estrecho de Bering. Otros murieron probando con el nordeste (el Paso del Nordeste o Ruta Marítima del Norte); su intención era bordear la larga costa del norte de Rusia para llegar al estrecho de Bering por el otro lado. Ambas rutas se han recorrido ahora muchas veces, pero ninguna de las dos es una vía comercial viable para los cargueros. No obstante, se mueve un poco de tráfico internacional entre el puerto canadiense de Churchill (en la bahía de Hudson) y Europa, y en ocasiones Múrmansk.

Desde la convulsión de 2007 y 2008 por el hielo marino, la perspectiva de que el comercio mundial pueda valerse del Paso del Noroeste, del Paso del Nordeste o incluso de una ruta que atraviese el Polo Norte se ha convertido en uno de los beneficios más agotadoramente elogiados del cambio climático mundial. Al fin y al cabo, los navegantes del siglo XV estaban geográficamente en lo cierto: aun tras la construcción de los canales de Panamá y Suez, la ruta más corta entre Asia y Occidente para un carguero sigue pasando por el océano Ártico.<sup>37</sup>

Para que no se deje llevar por la imaginación y piense en coloristas regatas de veleros en el océano Ártico, recuerde qué dificultad tan formidable es el hielo marino para el transporte por mar. Solo los mayores rompehielos de la clase pesada, como el *Rossiya*, pueden abrirse paso por él confiadamente.<sup>38</sup> Canadá tiene solo dos rompehielos pesados y Estados Unidos, tres. Rusia — de lejos el líder mundial en este campo— está ampliando su flota para tener unos catorce. Siete son nucleares, los mayores y más potentes del mundo.<sup>39</sup> Pero los rompehielos son caros y pocos. Necesitan un casco reforzado, una forma que les permita hender el hielo y un empuje muy considerable, características que no poseen los barcos normales.<sup>40</sup> Apenas si hay cien en funcionamiento en el mundo entero. Hay cientos de miles de buques más en el mundo, claro está, pero no pueden navegar con seguridad por un mar de hielo.

Sin embargo, es muy real la posibilidad de que en 2050, si no antes, el océano Ártico se quede libre de hielo brevemente, en septiembre, a finales del verano boreal. El hielo siempre volverá en invierno (como en los Grandes Lagos hoy en día), pero no por eso dejaría de tratarse de una transformación radical, gracias a la cual la marina mercante, y otras actividades marítimas, se adentraría estacionalmente mucho más en la región. Durante parte del año, de predio de un puñado de rompehielos pasaría a serlo de miles de barcos corrientes.

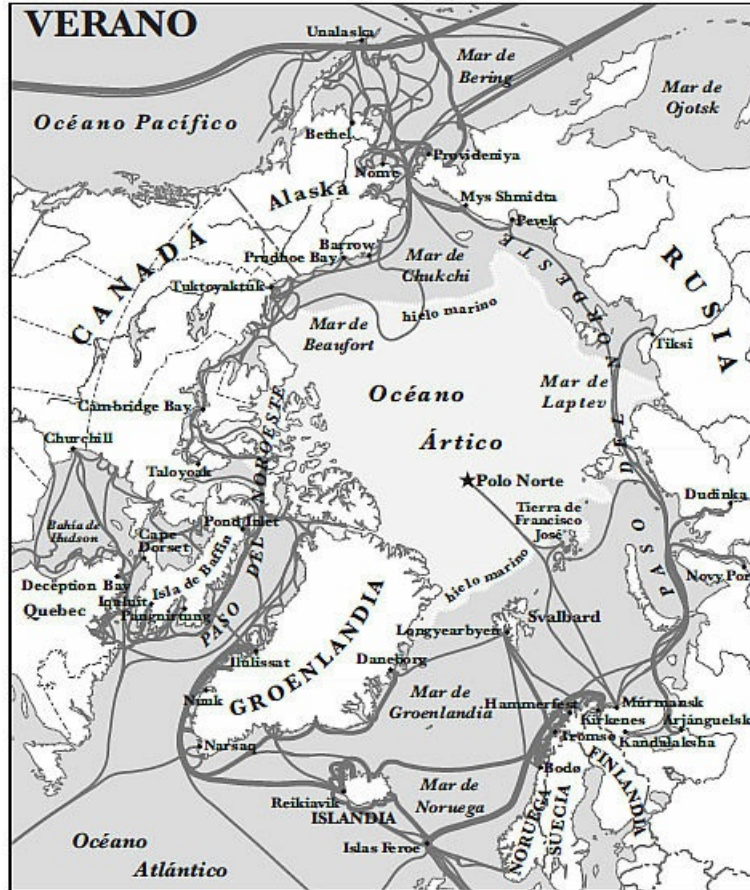
No se requieren las previsiones caprichosas de un modelo climático para llegar a esa idea. Hoy ya salta a la vista. Fíjese en las dos páginas siguientes en el ciclo estacional de la actividad mercante que ya se produce todos los años en el Ártico. Cuando el hielo marino crece en invierno, los barcos se retiran. Cuando en verano se encoge, avanzan.

Observe las severas restricciones que el hielo marino impone a la actividad de los mercantes. Pocos barcos, si es que lo hace alguno, se atreven a entrar en la cubierta de hielo, pero hay miles que se asoman a su periferia meridional y la tantean (en 2004, el año que representan esos dos mapas, circularon por el Ártico al menos seis mil barcos).<sup>41</sup> En enero, el hielo marino los confina en las islas Aleutianas, el norte de Fennoscandia, Islandia y el sur de Groenlandia. Hasta los rompehielos se retiran entonces. Solo Rusia los utiliza de verdad un poco: hacia y desde Dudinka, un puerto del complejo minero de Norilsk, en el río Yeniséi. Pero en julio, cuando el hielo se derrite, los barcos acuden.



La importancia del hielo marino para la actividad marítima. Transporte por mar en el océano Ártico en el invierno...

El océano Ártico nunca se quedará sin hielo en invierno, pero en verano el transporte por mar durará allí más tiempo y penetrará más adentro. Si realmente se queda sin hielo a finales del verano, será posible durante un breve período llegar con un barco ordinario hasta arriba del todo.



... y en el verano de 2004. (Datos del transporte marítimo:AMSA.)<sup>42</sup>

No a todas las compañías mercantes les entusiasma esta perspectiva. Tomemos, por ejemplo, a la Northern Transportation Company Limited, la agencia marítima ártica más antigua del norte de Canadá. Desde 1934 ha venido transportando mercancías por el río Mackenzie abajo y a lo largo de toda la costa ártica occidental, desde Prudhoe Bay, en Alaska, hasta Taloyoak, en Nunavut. El grueso de este negocio consiste en transportar mercancías a los pueblos, a las explotaciones de petróleo y gas, a las minas y a los sondeos en el mar. El vicepresidente de la compañía, John Marshall, tuvo la amabilidad de enseñarme su puerto en Hay River, en la orilla del lago Great Slave.

Me quedé impresionado. Había cien barcas en activo, hectáreas de otras embarcaciones atracadas y un *syncrolift*, que alza barcos enormes y los saca por completo del agua. En las barcas había un gran número de trabajadores, para cargarlas y moverlas. La compañía procede con rapidez para capitalizar su breve temporada de actividad mercante —unos cuatro meses— antes de que el hielo vuelva en octubre. Pero cuando le expuse a mi anfitrión las previsiones a largo plazo de los modelos climáticos relativas al hielo marino, me sorprendió que esperase que esas simulaciones no se materializaran en la realidad. Una temporada más larga del transporte por mar en el Mackenzie sería maravillosa, pero un Paso del Noroeste abierto permitiría que tuviesen



competencia desde el este. El hielo marino que lo bloqueaba, me explicó Marshall, mantenía fuera a sus competidores del sur.<sup>43</sup>

Que el océano Ártico se quede sin hielo en verano también afectará a las actividades marinas de otra manera importante, al menos. Significaría la desaparición del llamado «hielo multianual», la más obstaculizadora de las formas de hielo marino allí presentes. El hielo de «primer año», como dice su nombre, es hielo nacido hace poco, de menos de doce meses. Tiene un espesor de un metro o dos y es hasta cierto punto quebradizo, por las inclusiones de salmuera y bolsas de aire. Aunque es muy peligroso, a los rompehielos les es fácil romperlo y, por lo general, no reventará un barco bien pilotado que tenga un casco reforzado para el hielo. Tiene su importancia que el hielo de primer año sea también menos dañino para las plataformas de perforación y demás infraestructuras necesarias para extraer petróleo y gas natural en el mar.<sup>44</sup> En cambio, el hielo multianual es duro y puede llegar a los cinco metros de espesor.<sup>45</sup> Aguanta inmune a la mayoría de los barcos y puede derrotar hasta a un rompehielos nuclear ruso.

En un mundo donde todo el hielo marino se derritiese en verano, el hielo multianual no existiría y los rompehielos podrían ir a donde quisiesen. Los barcos de casco reforzado —e incluso los buques corrientes— serían algo más seguros.<sup>46</sup> En cuanto a la normativa, esa situación haría que se permitiese entrar y actuar en el Ártico a barcos de una clase polar inferior.<sup>47</sup> El Paso del Nordeste (en especial) y el Paso del Noroeste se convertirían en vías accesibles. Cada año, durante un breve intervalo, resultaría factible cruzar por el Polo Norte en barcos reforzados contra el hielo. Un sueño hecho realidad.

## TÚ SUEÑAS

¿Así que en el año 2050 habrá un tráfico comercial mundial a través del océano Ártico, como ahora lo hay por los canales de Suez y Panamá?

Imposible. Estos funcionan los 365 días del año, sin hielo alguno. Como mucho, el océano Ártico se quedaría sin hielo entre unos cuantos días y unas semanas, en verano, y ni siquiera entonces se podría decir que realmente estaría «sin hielo». Desde el otoño hasta la primavera habría una cubierta de hielo de primer año que frenaría a los barcos aun cuando les abran paso rompehielos. En verano siempre habría fragmentos persistentes de hielo que flotarían por aquí o por allá, y gruesos icebergs desprendidos de glaciares terrestres que flotarían en el mar (un iceberg de glaciar hundió al *Titanic*, no el hielo marino). El océano Ártico *siempre* estará helado en invierno, o al menos más nos vale que podamos esperar que así sea. Si no fuera así, querría decir que nuestro planeta estaría 20 grados más caliente: sería una roca abrasada, sin vida. A todo esto se le superpone la variabilidad natural, siempre presente, que hace que resulte imposible

saber con certidumbre las fechas de principio y de fin de la limitada temporada ártica del transporte por mar.

DIEZ «PUERTOS DEL FUTURO» DESTINADOS A BENEFICIARSE  
DE UN MAYOR TRÁFICO POR EL ÁRTICO

Puerto	País	Población actual	Sector(es) probable(s)
Arjánguensk	Rusia	356.051	madera, comercio, metales, energía
Churchill	Canadá	923	exportaciones agrícolas, comercio
Dudinka	Rusia	25.132	metales, tráfico del Paso del Nordeste
Hammerfest	Noruega	9.261	energía
Kirkenes	Noruega	3.300	metales, turismo, tráfico del Paso del Nordeste
Múrmansk	Rusia	336.137	metales, energía, comercio, militar
Nuuk	Groenlandia	17.834	turismo, servicios energéticos
Prudhoe Bay	Estados Unidos	5*	energía
Reikiavik	Islandia	120.165	pesca, comercio
Tromsø	Noruega	53.622	energía, pesca

\* Más varios miles de trabajadores temporales.

Al sector marítimo global le preocupan otras muchas cosas aparte de la distancia geográfica que los mercantes deban recorrer. Le preocupan también la duración del viaje, los costes y la fiabilidad. No cabe duda de que las rutas que atraviesan el océano Ártico son más cortas, pero se recorren a menos velocidad por el peligro que supone el hielo.<sup>48</sup> Si el marco normativo que se va constituyendo en la región impone que solo los barcos de clase polar puedan navegar por ella, el coste de los navíos será considerablemente mayor que el de un barco corriente de casco simple. ¿Y hasta qué punto resultaría verdaderamente atractiva para las cadenas de suministro de hoy, con sus calendarios tan estrictos, una temporada de transporte por mar breve e impredecible? ¿Qué importancia tendrían la relativa escasez en la zona de servicios portuarios y de emergencia, la responsabilidad medioambiental por vertidos de petróleo o las tasas que cobrarían Rusia y Canadá en caso de que reafirmasen sus posiciones de que los pasos del Noroeste y del Nordeste no son estrechos internacionales?<sup>49</sup> ¿Bajarían los canales de Suez y Panamá sus precios ante la nueva competencia? Hay muchos otros factores que controlan la rentabilidad de las vías transnacionales del transporte marítimo aparte de que una ruta, inciertamente disponible a lo largo del año durante unas semanas o unos meses nada más, sea geográficamente más corta.

Al imaginar cómo será 2050, veo muchos miles de embarcaciones en el Ártico, pero no recorriendo rutas comerciales mundiales, como se soñaba en el siglo xv y a principios del xx. No cabe duda de que alguna parte del comercio internacional se desviará por la región a medida que

el hielo marino se retire en verano hacia el norte. Ya está pasando ahora en las islas Aleutianas, en Múrmansk, en Kirkenes y en Churchill. Pero pocos de los barcos que me imagino son gigantescos barcos de contenedores que lleven y traigan mercancías entre Oriente y Occidente.<sup>50</sup> Los miles de barcos que veo son más pequeños, con formas, tamaños y funciones diversas. No usan el Ártico como atajo entre el punto A en Oriente y el punto B en Occidente, sino que se limitan a navegar por el Ártico.

Fijémonos de nuevo en los mapas de lo que realmente pasó en 2004. La acción no tenía lugar *a través* del Ártico, sino *en* el Ártico. Eran barcos cisterna, remolcadores, barcazas, cargueros de minerales, mercantes pequeños y barcos de pesca. Los había de la guardia costera, para las prospecciones de petróleo y gas y para expediciones científicas; había muchos cruceros de placer. Llevaban suministros a pueblos y emplazamientos mineros. Pescaban, acarreaban minerales o buscaban hidrocarburos. Transportaban mercancías descendiendo por los ríos y remontándolos, o atravesando el estrecho de Bering. Traían turistas de todo el mundo que querían ver uno de los últimos lugares verdaderamente salvajes del mundo.<sup>51</sup>

Con menos hielo marino, esta variada actividad marítima se intensificará. Se mantendrá durante más tiempo y se adentrará más. Resultará más económico el uso de embarcaciones para llevar alimentos y equipo pesado hacia el norte y traer recursos naturales en bruto al sur, a los mercados que los esperan. Las minas situadas cerca de una costa o de un río tierra adentro serán cada vez más viables. Ya en estos momentos, los constructores navales surcoreanos, como Samsung Heavy Industries, están creando buques cisterna polares para el transporte de gas natural licuado, especialmente diseñados para trabajar en el Ártico. Cuando se exploten por fin los grandes yacimientos marinos de gas, esos barcos navegarán hasta los pozos mismos. Se cargarán de gas natural licuado, se darán la vuelta y lo transportarán hasta cualquier parte del mundo.

El transporte naval es la forma de transporte más barata del mundo. A medida que se penetre más y con mayor frecuencia en el Ártico, veremos crecer allí una economía marítima. En la página 214 se presenta mi conjetura bien informada sobre diez puertos a los que habrá que prestar particular atención en los próximos años. Otros posibles durmientes son Tuktoyaktuk, Iqaluit y Bathurst Inlet, en Canadá; Nome, en Alaska; Ilulissat, en Groenlandia, y Varandei, Narian-Mar y Tiksi, en Rusia.



Cuando el *Amundsen* atracó en Churchill, yo sabía exactamente lo que tenía que hacer. Mientras los demás se arremolinaban por allí, despidiéndose o preguntando cómo se iba a la famosa pastelería portuguesa del pueblo, yo corría a la estación de tren para preguntar si las vías estaban en condiciones. Tal y como me temía, no lo estaban. Me marché inmediatamente al aeropuerto y

pillé una de las últimas plazas de un vuelo a Winnipeg. Me sentía culpable porque había batido a los que habían sido mis amigos y compañeros, que ahora se iban a quedar varados allí una semana o más. Pero yo había estado en Churchill hacía solo seis semanas y sabía que se lo pasarían bien.

Churchill es famosa por ser la capital mundial de los osos polares. Miles de turistas acuden allí en octubre para verlos en la tundra nevada desde autobuses con calefacción, pero el lugar es aún más increíble en verano. No hay nieve, el tiempo es templado y unas tres mil ballenas beluga blancas se presentan en la bahía para darse un banquete de capelanes y parir. Desde la costa se puede ver a las belugas a lo lejos, pero por ochenta dólares una excursión en Zodiac le lleva a uno a su lado. Ese hervidero de cuerpos blancos que saltaban a mi alrededor, muchos con pequeñas crías grises aferradas a sus lomos, es una de las vistas más espectaculares que haya contemplado en mi vida.

La otra actividad económica de Churchill es el transporte naval. Es el único puerto de aguas profundas en el norte de Canadá. Es también el más cercano a sus provincias occidentales, donde se encuentra la mayor parte de su agricultura. El trigo, el trigo duro, la cebada, la colza, los guisantes de forraje y el lino que producen las praderas se cargan en vagones de tren con destino a Winnipeg, desde donde una línea secundaria de más de mil quinientos kilómetros de longitud se dirige en dirección norte, a lo largo de la costa de la bahía de Hudson, hasta Churchill. Pero pese a sus ventajas geográficas, al puerto nunca le ha ido muy bien. En 1997, OmniTRAX Inc., de Denver, una de las mayores compañías de ferrocarril privadas de Norteamérica, le compró al gobierno canadiense el puerto, el silo y 1.300 kilómetros de vía férrea a precio de saldo. Como parte del trato, invirtió unos 50 millones de dólares estadounidenses en reparaciones y mejoras de las instalaciones y de la línea de ferrocarril.

La primera vez que visité Churchill, a los diez años de la compra por OmniTRAX, el puerto seguía sin funcionar a plena capacidad. Según su director general, y según el alcalde de Churchill, la razón era política, al menos en parte.<sup>52</sup> Persistía además la impresión de que las instalaciones de Churchill no podían admitir tolvas de acero (el estándar del ramo) incluso después de las necesarias mejoras que se habían hecho. Pero el mayor problema era la línea férrea que unía el puerto con Winnipeg. A pesar de los millones de dólares gastados en mejoras, seguía sin ser fiable. Solo permitía a los trenes ir muy despacio y había habido que cerrarla a menudo para repararla. La razón no es que estuviese mal diseñada, sino el deshielo del permafrost.

## EN SUELO MOVEDIZO

El permafrost es el suelo helado permanentemente. Está por doquiera en el Ártico; y a grandes altitudes, en cualquier lugar del mundo. Es sorprendente cuánto se extiende hacia el sur por los fríos interiores de Canadá y Siberia (véanse los mapas de las páginas 10-13). La parte superior se

derrite todos los veranos hasta una profundidad de unos cuantos centímetros, pero por debajo de esa llamada «capa activa» el suelo sigue duro y helado el año entero. Por eso ofrece una sólida base para construir encima carreteras, edificios, conducciones y otras infraestructuras, siempre y cuando *se mantenga siempre helado*. El asunto está en no calentarlo.

Toda una rama de la ingeniería civil se dedica a la construcción sobre el permafrost sin calentarlo. Las casas se elevan del suelo sobre pilotes, las carreteras y las líneas de ferrocarril se tienden sobre gruesos colchones de grava aislante, y así todo lo demás. Los oleoductos han de diseñarse con el mayor cuidado porque el fluido que corre por ellos genera una cantidad sorprendente de calor, y una conducción con pérdidas es un desastre medioambiental. La última hazaña de la ingeniería del permafrost en el mundo fue la inauguración en 2006, tras unos gastos de 4.200 millones de dólares, de la línea férrea china Qinghai-Tíbet, que atraviesa la meseta tibetana desde Golmud hasta Lhasa.

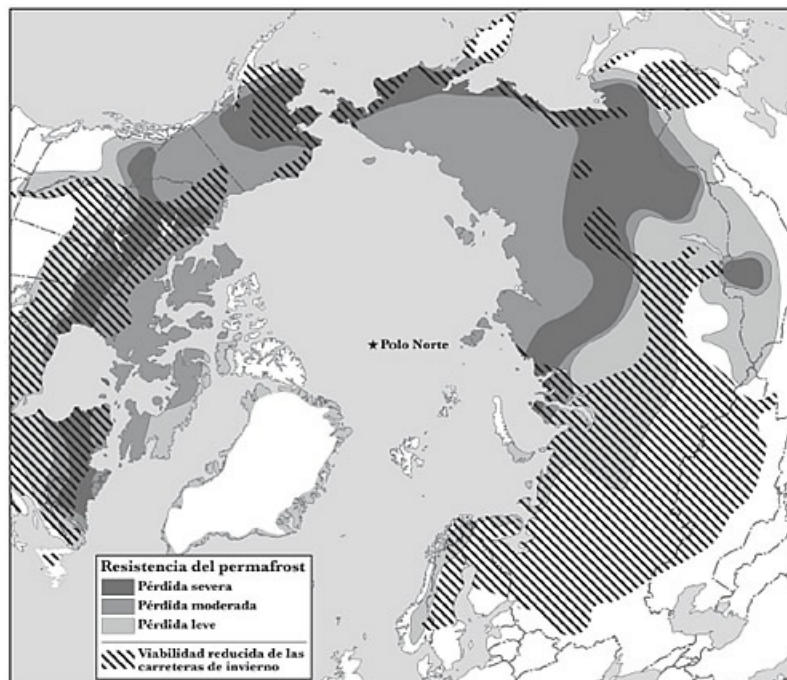
Pero por mucha hábil ingeniería que se aplique, no hay forma de impedir que el permafrost de una región del planeta se funda si los inviernos son más suaves y nieva más (la nieve aísla el suelo). Cuando tal cosa ocurre, y si el sustrato geológico no es la roca madre, las construcciones corren riesgo. El sustrato adquiere la resistencia estructural del barro mojado, o de la turba o de lo que quiera que esté compuesto. El terreno se hunde, las carreteras se deforman y los cimientos se agrietan.<sup>53</sup> Las conducciones y las vías del tren se doblan y ondulan cuando deberían ser rectas. Aun las menores ondulaciones obligan a los trenes a frenar mucho o a correr el riesgo de descarrilar. Las velocidades de tortuga que observé en algunas partes del recorrido del expreso de la bahía de Hudson, durante el por lo demás encantador viaje de Winnipeg a Churchill, se debían a eso. Distorsiones mayores obligan a cerrar el tramo para reparar las vías. Esa fue la razón de que se cerrara la línea seis semanas más tarde, cuando me fié del tren (y de mis compañeros del *Amundsen*) y acabé cogiendo el avión.

Por suerte para OmniTRAX, solo la última parte de ese largo camino en ferrocarril hasta Churchill yace sobre permafrost. Pero otras estructuras construidas en el Cerco del Norte no tienen esa suerte. Por la termometría de perforaciones y otras mediciones, sabemos que las temperaturas del permafrost, en general, están subiendo.<sup>54</sup> El final de este proceso consiste en terrenos hundidos, árboles inclinados, socavones y otras perturbaciones.

Desde el espacio ya se ven indicios de esto. Mi colega de la UCLA Yongwei Sheng y yo, valiéndonos de los satélites, cartografiamos un extraño fenómeno que está transformando ahora grandes extensiones del oeste de Siberia. Son famosos los miles de pozos que hay en esta región que suministran gas natural a los mercados internacionales de Ucrania y Europa. Menos famosos son las decenas de miles de lagos que salpican su superficie como otras tantas canicas desparramadas. Mediante la comparación de imágenes recientes de la región tomadas por satélites con las que se tomaron a principios de los años setenta, descubrimos que el paisaje está

cambiando a medida que el permafrost subyacente se deshiela: muchos de esos lagos están desapareciendo en el suelo.<sup>55</sup>

En teoría, si todo el permafrost desapareciese por completo, alrededor de la mitad de los humedales y de los lagos del Norte de sapa rece rían también.<sup>56</sup> Pero el deshielo del permafrost es un proceso lento, así que tal cosa no va a ocurrir dentro de poco. El permafrost profundo llega hasta a cientos de metros bajo la superficie; su deshielo llevaría siglos o milenios. Pero se espera que en 2050 se hayan producido reducciones significativas; los modelos climáticos prevén entre un 13 y un 29 por ciento menos de área del permafrost para entonces y un aumento de alrededor de un 50 por ciento de la profundidad del deshielo estacional.<sup>57</sup> Estos números son más que inquietantes porque, desde un punto de vista práctico, los problemas del asentamiento y los hundimientos comienzan en cuanto el permafrost empieza a derretirse. También es turbador que los terrenos de permafrost estén, por lo común, rellenos de pedazos y láminas lenticulares de puro hielo, que se convierten en agua y empeoran el hundimiento. En Rusia ya se han más que triplicado los daños que sufre la línea férrea principal Baikal-Amur. El número de edificios amenazados va del 10 por ciento de todas las estructuras de Norilsk a nada más y nada menos que el 80 por ciento de las de Vorkuta.<sup>58</sup> En el cuadernillo de fotografías se ve un edificio de vecinos destruido por el deshielo del permafrost. A los pocos días de las primeras grietas en las paredes, el edificio se vino abajo.



Pérdidas previstas para 2050 en (1) la integridad estructural de los suelos de permafrost, lo que supondrá una amenaza para los edificios y otras estructuras permanentes, y (2) en temperaturas de congelación adecuadas para la construcción de carreteras de invierno temporales sobre zonas húmedas o blandas.

El gran mensaje aquí es que el calentamiento climático supone un grave problema para las infraestructuras físicas actuales y futuras en las zonas de permafrost del Norte. La resistencia estructural de muchos suelos se reducirá, lo que supondrá una amenaza para las estructuras existentes y hará que resulten más caras las obras de ingeniería de las nuevas y su mantenimiento. En algunos paisajes de permafrost el terreno cederá, se desplomará o sufrirá cambios hidrológicos, de modo que serán aún menos atractivos para la actividad humana que ahora.

El mapa de esta página ilustra la escala que tendrá este problema a mediados de siglo.<sup>59</sup> Está confeccionado, en parte, gracias a un nuevo modelo de la capacidad que tiene el permafrost de soportar carga, elaborado por Dmitri Streletski, Nikolái Shiklománov y Fritz Nelson, de la Universidad de Delaware. Los tonos oscuros indican que la capacidad (la resistencia estructural) de los suelos de permafrost se reduce para una trayectoria de las emisiones de carbono de tipo medio, es decir, para la situación posible «moderada» (A1B del *SRES*) que se ha descrito en el capítulo 5. Unas pérdidas tan extendidas en Alaska, en el norte de Canadá y en la mayor parte de Siberia dan a entender que el problema de una menor resistencia del suelo para soportar pilotes, cimientos de edificios y otras obras pesadas será allí particularmente grave.

Las zonas rayadas del mapa no guardan relación con el permafrost. Ilustran otro tipo de cambio, que se producirá en lugares donde la superficie del suelo se congele en invierno durante menos tiempo y adquiriendo menos dureza que ahora. Las repercusiones de esto son muy diferentes de las amenazas contra la infraestructura que supone un permafrost caldeado, como veremos a continuación.

## LOCOS POR LA CARRETERA DE HIELO

La segunda forma en que el aumento de las temperaturas hará que los remotos paisajes del Norte sean menos accesibles consiste en la reducción de nuestra capacidad de viajar por ellos por medio de carreteras de invierno.

Las carreteras de invierno, llamadas también carreteras de hielo, carreteras de nieve y carreteras temporales, entre otros nombres que se les dan, son un secreto muy bien guardado. Como indica su nombre, son transitorias: requieren una superficie dura, profundamente congelada. Las carreteras de invierno se usan ampliamente en Alaska, Canadá, Rusia y Suecia, y también en Noruega, Finlandia, Estonia y varios estados del norte de Estados Unidos. En zonas verdaderamente remotas son el único tipo de carretera que hay. Sin embargo, pese a su importancia, estas pistas transitorias rara vez aparecen en los mapas. Antes de la popular serie de televisión *Ice Road Truckers*, pocos sabían siquiera que existiesen. Pero en muchas partes del Norte —sobre todo en las zonas húmedas, encenagadas— son la única forma de avituallar de modo económico a los pueblos, de llevar a cabo proyectos de construcción, de transportar

madera, de hallar petróleo y gas, o de hacer cualquier cosa. Lejos de ríos y costas, la única otra opción son los aviones y los helicópteros, que son carísimos.

En contraste con su vida biológica, la actividad económica en los paisajes del Norte se activa en invierno, cuando el suelo se hiela y los vehículos terrestres pueden pasar. Con parajes remotos y bajas densidades de población, el coste de las carreteras permanentes rara vez se justifica. Por el contrario, incluso la más cara de las carreteras de invierno —que se construyen como una pista de patinaje sobre hielo: con agua hasta vidriarlas— cuesta un 99 por ciento menos.<sup>60</sup> Así, en muchas zonas remotas la red de carreteras no es fija, sino un fantasma efímero que se expande brevemente cada invierno y se derrite de nuevo en primavera.

Una famosa carretera de invierno, que salía en la primera temporada de *Ice Road Truckers*, es la Tibbitt-Contwoyto, que se construye cada año en los Territorios del Noroeste de Canadá. Empieza cerca de la ciudad de Yellowknife y recorre seiscientos kilómetros hacia el noreste, hasta Nunavut, y avitualla a una serie de minas de diamantes muy lucrativas. Esta carretera atraviesa turberas y lagos y solo puede existir durante dos meses en todo el año, atestada de tráfico.<sup>61</sup> Durante los otros diez, a las minas solo se puede llegar por aire.

Desde 2003, uno de los hallazgos diamantíferos más ricos a los que sirve esta carretera es la mina de diamantes de Diavik, propiedad de Rio Tinto, un conglomerado minero multinacional. En las oficinas centrales de Diavik en Yellowknife, el director Tom Hoefler explicaba que la mina de Diavik ofrece de cuatro a cinco quilates de diamantes por tonelada de mineral, uno de las leyes mayores jamás descubiertas (el promedio mundial es de alrededor de un quilate —0,2 gramos— por tonelada). Para llegar a los diamantes, la compañía gastó 400 millones de dólares solo en apartar con diques un lago que había encima.<sup>62</sup> Junto con una de sus vecinas, esta mina genera actualmente alrededor de la mitad del producto interior bruto de los Territorios del Noroeste. Pero pese a su alta ley, sin la carretera Tibbitt-Contwoyto no sería rentable. «Si no tuviésemos esa carretera de invierno, no tendríamos estas minas —me dijo Hoefler—. Así de sencillo.»<sup>63</sup> Imagínese que se intentase llevar todo el equipo pesado, los materiales de construcción y miles de toneladas de mezcla de cemento por avión. No se podría haber hecho.

Por cada Tibbitt-Contwoyto hay miles de carreteras de invierno de menor fuste que son vitales para una actividad económica u otra. En Siberia vi muchos largos amontonamientos de arena profunda que se extendían por la taiga. Eran carreteras de invierno durmientes, y allí yacerán, inútiles, sin que se pueda conducir por ellas, hasta que vuelva la profunda congelación del invierno y se pueda alisarlas de nuevo. Ríos gigantescos que fluyen hacia el norte, como el Obi, el Yenisei y el Lena en Rusia, y el Mackenzie en Canadá, se convierten en carreteras de hielo en invierno. En High Level, Alberta, visité Tolko Industries —uno de los principales fabricantes estadounidenses de madera de pino para el sector de la construcción— y me enteré de que para que les llegue la madera dependen de una temporada de carreteras de invierno que dure entre catorce y dieciséis semanas. Para consternación de la empresa, ese intervalo se había ido



acortando con el tiempo. «Perderemos hasta la camisa» si esas carreteras desaparecen, me dijo su ingeniero forestal.<sup>64</sup>

En su mayor parte, la extracción de recursos sufre en el Norte estrechos márgenes de beneficio a causa de la escasez crónica de mano de obra, la larga distancia hasta el mercado y un entorno que es demasiado duro y, a la vez, demasiado delicado. Para un sector en el que el beneficio de un año se obtiene en unas semanas, la pérdida aun de unos pocos días puede ser un grave contratiempo. Como el calentamiento climático del Norte es mayor en invierno, golpea de forma singular a este sector. Unos inviernos tibios significan temporadas de carreteras de invierno más cortas, cargas permitidas menores o ambas cosas. Una nieve más profunda significa un aislamiento mayor para el suelo, lo que reduce la profundidad y dureza de su congelación. Salvo las más lucrativas, las explotaciones irán, cada vez más, dejando de ser rentables, y finalmente se las abandonará.

La importancia que tiene todo esto va más allá de las grandes carreteras de hielo del tipo de las que aparecen en *Ice Road Trucker*, que se reconstruyen en el mismo sitio todos los años. Significa que será más difícil acceder a cualquier sitio. Fijémonos, por ejemplo, en la prospección de petróleo y gas en el North Slope de Alaska más allá de las carreteras. Para no dañar el fino suelo de la tundra y su vegetación,<sup>65</sup> solo se puede hacer en invierno, cuando su superficie blanda y húmeda se endurece al congelarse. Es que no hay otra forma de conducir en ese ecosistema medioambientalmente sensible sin destrozarlo. Pero desde la década de 1970, la temporada de viajes más allá de las carreteras se ha ido reduciendo, desde más de doscientos días al año a solo algo más de cien días,<sup>66</sup> lo que a todos los efectos ha dejado la temporada de exploraciones en busca de fuentes de energía en la mitad.

Dicho de una forma sencilla, este no es un buen siglo para ponerse a trabajar sobre el terreno en los remotos interiores del Norte. Construir y mantener estructuras permanentes en el permafrost resultará aún más espinoso que ahora. Pese a que hay maneras de prolongar la vida de las carreteras de invierno,<sup>67</sup> no las hay de esquivar el hecho de que unos inviernos más suaves y una nieve más profunda en invierno acortarán su temporada, con lo que construir las dejará de tener sentido salvo para los proyectos más lucrativos, como los diamantes de los Territorios del Noroeste,<sup>68</sup> por ejemplo, o para los gasoductos. Ya estamos viendo aperturas retrasadas y cierres adelantados que perjudican a explotaciones menores que trabajan con márgenes más estrechos.

Los sectores extractivos se inclinarán por proyectos que se encuentren más cerca del agua. Al mirar hacia delante, nos encontramos un futuro del Norte en el que será más difícil el acceso por tierra y más fácil el acceso por mar. Para muchos paisajes de interior remotos, la perspectiva que veo, y que quizá resulte sorprendente, es la de una presencia humana más reducida y el retorno a un estado más salvaje.

## La tercera ola

*Canadá: unas cuantas fanegas de nieve.*

Voltaire (1694-1778)

*Número uno (596.000 millones de dólares por año).*

Puesto de Canadá entre los países con los que comercia Estados Unidos

Los capítulos precedentes imaginan un mundo de 2050 en el que la población mundial ha aumentado casi en una mitad y forma hacinados coágulos urbanos en las latitudes inferiores del planeta. Han surgido nuevos, imponentes polos de poder económico y consumo de recursos en China, la India y Brasil. La gente es de ciudad, más canosa y más rica. Muchos lugares padecen estrés hídrico, no pueden suscribir pólizas de seguros o se las tienen que ver con el mar. Algunos han abandonado la agricultura irrigada totalmente; sus ciudades dependen por completo para sobrevivir de las transacciones comerciales globales de energía y agua virtual.

Tenemos una cesta diversificada de nuevas fuentes de energía, pero seguimos dependiendo en muy gran medida de los combustibles fósiles. El gas natural es especialmente lucrativo y su explotación se está desarrollando con vigor en todos los rincones del mundo. Entre ellos está el océano Ártico, donde el capital inversor fluye hacia el Norte una vez se han zanjado pacíficamente las reivindicaciones territoriales del fondo del mar, donde el hielo marino ha disminuido, hay nuevas instalaciones portuarias marítimas y los nuevos buques cisterna de gas natural licuado han hecho que la extracción de gas en el mar sea cada vez más rentable. La riqueza relativa en agua de los países del Cerco del Norte es la envidia de todos. Unos inviernos más suaves han movido a miles de millones de seres vivos meridionales a tirar hacia el norte, y entre ellos estamos nosotros. Pero en los remotos interiores continentales se han abandonado muchos pueblos pequeños y muchas explotaciones extractivas, aun cuando han florecido en la costa.

Estas presiones y tendencias generales presagian grandes cambios en el cuarto norte del planeta; harán que en él la actividad humana sea mayor que hoy y aumentarán el valor estratégico de la región. Pero la historia nos dice que el ritmo y las pautas de la expansión humana no serán uniformes. Hay muchas diferencias entre los países del Cerco del Norte: por ejemplo, unos pronunciados contrastes de temperatura y una geografía desigual de los recursos naturales. Las disparidades abundan en las pautas históricas de sus asentamientos e infraestructuras. Las trayectorias demográficas, y la opinión nacional sobre los extranjeros y los derechos de los

aborígenes, varían mucho. Las decisiones de los líderes políticos del pasado sobre el desarrollo de sus territorios de frontera siguen contando hoy como herencia, como cuentan las actitudes actuales acerca de la globalización económica y del comercio.

¿Hasta qué punto son importantes estas diferencias en las circunstancias preexistentes de los países del Norte? Remodelarán a muchas de las fuerzas globales y regionales descritas hasta aquí. Los contrastes que presentan aportan detalles más finos a las líneas generales que se ha estado exponiendo hasta aquí en este experimento mental sobre el año 2050. De esos contrastes versarán este capítulo y el que viene.



¡Rápido! Atrévase con una suposición: de estos seis países, China, Brasil, Canadá, Islandia, México y Noruega, ¿en cuál crecerá la población a un ritmo más rápido hasta 2050?

Si se ha quedado con China, Brasil o México, ha supuesto mal. En cuanto al porcentaje en que crecerán (no en cuanto al número absoluto), quizá le sorprenda que ninguno de ellos se encuentra siquiera entre los tres primeros. Canadá, Islandia y Noruega están creciendo más deprisa: se espera que su población haya aumentado en un 20 por ciento o más en 2050 (véase la tabla de la página 228). Claro está, sus poblaciones de partida son mucho menores —entre estos tres países vive hoy la mitad de gente que en Alemania—, pero no puede ponerse en duda su extraordinario ritmo de crecimiento.

Las previsiones de los modelos nos dicen que en 2050 las poblaciones humanas de los países del Cerco del Norte serán mayores que las actuales en todos ellos salvo en uno. La excepción clamorosa es Rusia, donde menos nacimientos, más muertes y una población envejecida prometen una vertiginosa pérdida de población de casi una de cada cinco personas. De los países del Cerco, Rusia es el único que se une a Japón, Alemania, Corea del Sur e Italia como país que pierde población en 2050. Pero incluso con 24 millones de habitantes menos en Rusia, se prevé que la población total de los ocho países del Cerco aumente en 76 millones de personas (un 15 por ciento más). La mayor parte de ese crecimiento se deberá a Estados Unidos (86 millones, con quizá 15 de ellos en los estados del norte)<sup>1</sup> y Canadá (11 millones), con casi 3 millones en Suecia, Noruega, Finlandia, Dinamarca e Islandia.

¿Dónde vivirá toda esa gente adicional? Fuera de Europa, los países del Cerco del Norte controlan la mayor parte de las zonas terrestres que se encuentran al norte del paralelo 45. Si se excluye el manto de hielo de Groenlandia, son más de cuarenta millones de kilómetros cuadrados de tierra, más del cuádruple del área de los cuarenta y ocho estados contiguos de Estados Unidos. Según mis cálculos,<sup>2</sup> en unos catorce millones de kilómetros cuadrados de esos más de cuarenta

—alrededor de vez y media el tamaño de Estados Unidos o de China— es perfectamente posible vivir. ¿Será en esas tierras por donde se extenderán los nuevos asentamientos?

## LAS PRIMERAS OLEADAS

En realidad, ya lo están haciendo. Al paralelo 45 se le escapa Toronto, la mayor ciudad de Canadá, pero por encima tiene a casi todo Canadá, más una fila de estados del norte de Estados Unidos, de Minnesota a Washington. Las ciudades de Portland, Seattle, Vancouver, Edmonton, Calgary, Winnipeg, Minneapolis-St. Paul, Ottawa y Montreal caen todas en el cuadrante norte de latitud del planeta. Si se traza el paralelo 45 más hacia el este, veremos que atrapa a toda Alemania y al Reino Unido, a muy buena parte de Europa en realidad, incluyendo las ciudades de París, Bruselas y Budapest. Si se mira aún más al este, se traga Rusia, la mayor parte de Mongolia y un buen pedazo del nordeste de China, incluyendo la ciudad de Harbin.

ALGUNAS DENSIDADES DE POBLACIÓN Y TRAYECTORIAS, 2010-2050

País	Densidad (habitantes/km <sup>2</sup> )	2010	2050	Cambio (%)
India	369	1,214,464,000	1,613,800,000	33
Canadá	3	33,890,000	44,414,000	31
Estados Unidos	33	317,641,000	403,932,000	27
Islandia	3	329,000	407,000	24
Noruega	13	4,855,000	5,947,000	22
Reino Unido	255	61,890,000	72,365,000	17
México	57	110,646,000	128,964,000	17
Suecia	21	9,293,000	10,571,000	14
España	90	45,317,000	51,260,000	13
Brasil	23	195,423,000	218,512,000	12
China	141	1,354,146,000	1,417,045,000	5
Países Bajos	401	16,653,000	17,399,000	4
Finlandia	16	5,346,000	5,445,000	2
Dinamarca	127	5,481,000	5,551,000	1
Italia	199	60,098,000	57,066,000	-5
Corea del Sur	487	48,501,000	44,077,000	-9
Alemania	230	82,057,000	70,504,000	-14
Rusia	8	140,367,000	116,097,000	-17
Japón	336	126,995,000	101,659,000	-20

Hacia el norte, nos encontramos con que incluso los parajes más apartados y duros del Ártico han sido ocupados desde hace mucho (aunque raramente). Los primeros que vieron el océano Ártico debieron de ser mongoles que llegaron a la costa norte de lo que hoy es Rusia hace entre treinta y cuarenta mil años, si no antes.<sup>3</sup> Hará al menos catorce mil años, sus descendientes cruzaron el estrecho de Bering y llegaron a Alaska. Desde allí, hubo grupos que se dispersaron hacia el sur y el este a través de Norteamérica; algunos alcanzaron el este de Canadá y Groenlandia hará unos cuatro mil quinientos años. Una oleada posterior de invasores mongoles barrió de nuevo desde el Canadá ártico hasta Groenlandia y sustituyó a la primera. Los antepasados de los actuales aleut, yupik, inuit, chipewyan, dogrib, gwich'in, slavey, cree, nenets, khanty, komi, dolgan, evenk, yakut, chukchi, tlingit y muchos otros emigraron y proliferaron. Nuestra colonización circumpolar estaba casi completa.

La Europa del norte arrancó más tarde porque estaba enterrada bajo una capa de hielo. Pero cuando los glaciares retrocedieron, fue invadida y reinvasada una y otra vez, desde hará unos doce mil años. Según los estudios genéticos, parece que los más antiguos de sus actuales ocupantes son los sámi y los karelianos del norte de Escandinavia y del noroeste de Rusia.<sup>4</sup> Una segunda pista la da la lingüística: los sámi y karelianos de hoy (y los finlandeses y los estonios) hablan lenguas que derivan del fino-úngrico; preceden a la llegada del germánico (el sueco y el noruego), el báltico (el letón y el lituano) y el eslavo (el ruso), los idiomas indoeuropeos de la región. Esta es la razón de que suecos, noruegos e islandeses se puedan entender hoy entre sí bastante bien, mientras que los sámi y los finlandeses les suenan como si hablasen un puro galimatías; lo mismo les parece a los rusos. Los últimos fragmentos de tierra por descubrir —Islandia y las islas Feroe — no se colonizaron hasta que los vikingos los descubrieron en el siglo IX.

Luego se produjeron más oleadas de expansión y redescubrimiento. Tramperos y comerciantes franceses y británicos llegaron al Nuevo Mundo; los cosacos rusos se lanzaron hacia el este a través de Siberia hasta el océano Pacífico. En los siglos XIX y XX, casi tres millones de escandinavos emigraron al Medio Oeste americano y al Canadá rural. Hoy hay nigerianos que emigran a Fort McMurray, iraquíes a Estocolmo, filipinos a Yellowknife y azerbaiyanos a Norilsk. Hay ciudades que crecen, programas de trabajadores invitados y empresas multinacionales. Mientras conducía por el Círculo Ártico en un coche de alquiler, unas horas al norte de Fairbanks, mi mano agarraba todavía un café con leche gigante de Starbucks. Las últimas invasiones han empezado.

Así que, a diferencia del fondo del océano Ártico, ni siquiera nuestras masas de tierra más septentrionales son una frontera desierta. Siberia tiene 35 millones de habitantes, la mayor parte de los cuales viven en ciudades de un millón de habitantes. Entre Canadá y Alaska viven 34 millones, en los países nórdicos 24. No obstante, hablamos de algunas de las densidades de

población más bajas de la Tierra, especialmente en Canadá y en Rusia, con solo 3 y 8 personas por kilómetro cuadrado, respectivamente (véase la tabla de la página 228). Si se pudiese evacuar de sus ciudades a todos los canadienses y dispersarlos uniformemente por el país, cada hombre, mujer o niño tendría una parcela de treinta y tres hectáreas. El mismo ejercicio daría en China menos de una hectárea por persona; en la India, menos de media hectárea.<sup>5</sup> Pero no hay paisaje en la Tierra poblado con esa uniformidad. Nos concentramos en sitios determinados por razones determinadas: por el suelo cultivable, en encrucijadas comerciales estratégicas, a lo largo de los ríos, etcétera. Las limitaciones físicas siempre han influido en el patrón de los asentamientos humanos, y seguirá haciéndolo en el futuro. Está claro que una de las mayores limitaciones para el asentamiento humano en esas zonas norteñas ha sido siempre el frío.

## EL FRÍO DESIGUAL

Como regla general, cuanto más alta sea la latitud, más severo es el frío (y peor la estacionalidad, por supuesto) y menos gente hay. Sin embargo, estar cerca del mar cambia las cosas. Gracias a la geografía de los continentes y las propiedades térmicas del agua, que acumula calor y reacciona con lentitud a los cambios de temperatura, las temperaturas del aire no solo varían de sur a norte, o de una altitud baja a una alta, sino también con la distancia a un océano occidental.<sup>6</sup>

Fijémonos, por ejemplo, en la línea de los 45° de latitud norte que se ha mencionado antes. En la costa del Oregón, que da al Pacífico, en esa línea la media diurna de la temperatura en enero es de 11°. Desplazándonos hacia el este a través de la frontera entre Montana y Wyoming, de Dakota del Sur y de Minneapolis, cae hasta los -5,5°. Las temperaturas se mantienen alrededor de los -5 en Green Bay, ciudad de Wisconsin de donde es uno de los más importantes equipos de fútbol americano, los Packers, Ottawa (-7°) y Montreal (-5,5°), pero para los capitanes de barco en medio del Atlántico saltan hacia arriba bruscamente gracias a la corriente del Golfo y sus ramificaciones que fluyen hacia el norte y llevan agua templada hacia latitudes más altas desde los trópicos. Su tibieza calienta la reentrada de los 45° de latitud norte en tierra por una playa del sur de Francia (9,5°) y persiste un poco por Europa occidental. Pero en Milán (4,5°) el toque tibio se va esfumando de nuevo, y en Stávropol, en Rusia (-4°), ha desaparecido. Si seguimos las medias de enero a lo largo de esa sola latitud, ¡encontraremos variaciones de temperatura de casi veinte grados!

Ese es el llamado efecto continental, por el cual el interior de los continentes experimenta inviernos más fríos y veranos más cálidos a medida que aumenta la distancia a un gran océano, especialmente en sus mitades orientales.<sup>7</sup> El efecto continental contribuye al frío abrumador de la «maldición siberiana» descrita en el capítulo 5 y a que por el este de Canadá y de Rusia el permafrost descienda hacia el sur. Es lo que fuerza a quienes viven en Ottawa a enfundarse en

parkas en invierno, mientras que más al este, en Milán, les basta con chaquetas ligeras y pañuelos de moda. Es la razón principal de que la penetración en el Norte de los asentamientos humanos haya sido mayor en el oeste de Canadá que en el este de Canadá y en el oeste de Rusia que en el este de Rusia. Junto con el calor de la corriente del Golfo y la corriente del Atlántico Norte, explica por qué la mayor parte de la población euroasiática al norte del paralelo 45° de latitud norte se acumula en el extremo occidental del continente; y con ello explica las pautas históricas de los asentamientos agrícolas en Europa.

#### EL IMPERATIVO DE LAS COSTAS Y LAS TIERRAS BAJAS

Otra consideración importante relativa al patrón de los asentamientos humanos, especialmente en los lugares fríos, es el terreno.<sup>8</sup> Hasta los cazadores nómadas prehistóricos, a los que poco les preocupaba el permafrost o el rendimiento de las cosechas, preferían los valles situados a poca altura y las costas.

La razón, de nuevo, es la temperatura. Las grandes elevaciones son más frías que las pequeñas, y por lo usual son también más escarpadas. Como regla práctica general, la temperatura del aire cae alrededor de 6,5 grados por kilómetro adicional de elevación. Por lo tanto, los terrenos elevados son más fríos. En ellos puede haber permafrost mucho más al sur de lo que, si no, lo habría; así pasa en las montañas noruegas, en la Cordillera Canadiense —en el oeste del país— y en la Meseta Tibetana. En Rusia, al este del río Yeniséi, una elevación grande se combina con el efecto continental, de modo que esas tierras son de las más frías de la Tierra. Están profundamente congeladas como permafrost, resultan inútiles para la agricultura y son espantosamente frías en invierno. En Norteamérica, por lo general, las temperaturas van siendo más frías de sur a norte, pero en Rusia es de oeste a este.

Por estas y otras razones, las altas latitudes septentrionales nunca han atraído mucho a pobladores que vengan del sur. Su estacionalidad extrema da lugar a una temporada de crecimiento corta pero intensa. El agua abundante y los veranos cálidos crean un refugio húmedo para hordas de mosquitos. El paisaje, recién erosionado, expuesto a los elementos solo desde la última glaciación, tiene unos suelos poco desarrollados. La riqueza biológica es baja, y sigue colonizándolos desde la retirada de los glaciares. No sorprende, pues, que nuestras expansiones históricas apenas si hayan tocado vastas zonas de las tierras del Norte.

En Canadá, la mayor parte de los asentamientos coloniales franceses y británicos se ciñeron a las costas y ríos del sur. La agricultura se extendería después por sus bajas y llanas praderas, insertadas entre las escarpadas montañas del oeste y el rocoso escudo cristalino precámbrico al este. Todos los grandes asentamientos de Alaska están, bien en terrenos poco elevados, bien a lo largo de la costa, bien en lugares que cumplen ambas condiciones. La larga cadena montañosa que

constituye el largo eje de Noruega hizo que sus asentamientos se aglomerasen en la costa, donde se crearon sociedades de pescadores, exploradores y (ahora) perforadores de petróleo y gas marinos. Suecia, Finlandia y la Rusia noroccidental, en cambio, están a poca altura y carecen de permafrost. Ha habido en ellas abundantes asentamientos humanos desde la prehistoria y sus sociedades dedicadas a la agricultura de clima frío, a la producción de lácteos y la ganadería de renos se cuentan entre las más antiguas de la Tierra.

Dado todo esto, hizo falta que se percibiera la posibilidad de conseguir beneficios económicos para atraer a las zonas septentrionales más remotas a pobladores que viniesen de otras partes. En el siglo IX, los navegantes vikingos —antecesores de los actuales noruegos, suecos y daneses— unas veces saquearon, otras se asentaron en Rusia, Groenlandia, Canadá, Islandia y las islas Feroe. El (re)descubrimiento de Norteamérica atrajo a tramperos y comerciantes franceses y británicos, que penetraron en Canadá en busca de castores. La piel de marta cibelina llamaba a Siberia. Tras derrotar al jan cerca de la actual Tobolsk, los cosacos rusos avanzaron en 1697 cinco mil kilómetros en dirección este, desde los Urales hasta el océano Pacífico; llevaron a cabo así la versión rusa del «destino manifiesto» un siglo y medio antes de que Estados Unidos hiciera lo propio con la suya. Su legado fue un sistema de puestos remotos donde los misioneros y los comerciantes de pieles rusos interaccionaban con decenas de grupos aborígenes. Hizo falta que se descubriese oro para que se encaminaran nuevas oleadas de gente hacia el Yukón y Alaska. Algunos se quedarían y mezclarían con la población aborigen para arrancar de la tierra una forma de ganarse la vida en esos parajes de frontera como mineros o tramperos, o con actividades agropecuarias a pequeña escala. Más o menos así siguieron las cosas hasta la segunda oleada.

Si las migraciones que crearon los primeros asentamientos fueron moldeadas por el clima, el terreno y el oro, en el siglo XX les dieron forma la política y la guerra. Se produjeron dos grandes transformaciones que alteraron para siempre zonas enormes del Cerco del Norte. La primera fue la decisión de Iósiv Stalin de crear el Gulag, una vasta red de miles de campos de trabajos forzados y localidades para exiliados que se extendió por Rusia entre 1929 y 1953. La segunda fue la decisión del ejército de Estados Unidos de invadir el oeste de Canadá en plena Segunda Guerra Mundial.

#### LA SEGUNDA OLEADA: EL PLAN DE STALIN Y LA OCUPACIÓN DE CANADÁ POR ESTADOS UNIDOS

Aun antes de que el 7 de diciembre de 1941 Japón atacase Pearl Harbor, a Estados Unidos le preocupaba cómo podría defender Alaska. Era demasiado remota; solo se podía llegar por barco o por aire, no había carreteras que la conectasen al resto del país. Mientras, los ejércitos de Hitler devoraban Europa y el avance japonés por el sudeste de Asia y las islas del Pacífico parecía



imparable. Desde Washington, la sensación era que el noroeste entero de Norteamérica —no solo Alaska, sino Canadá también— era un gran flanco débil, completamente vulnerable si los japoneses intentaban invadirlo.

Se construyeron a toda prisa bases en Anchorage, Fairbanks y las islas Aleutianas, y se mandaron allá miles de soldados. Después de que Japón bombardease Pearl Harbor, el miedo de los americanos se intensificó. Se firmó un tratado entre Washington y Ottawa: Canadá permitiría al ejército de Estados Unidos que trabajase en sus territorios vírgenes y los conectase con Alaska, a condición de que los devolviese cuando se acabara la guerra. La maquinaria militar-industrial de Estados Unidos se puso en marcha y escogió su cabeza de puente, una soñolienta población agrícola canadiense, Dawson Creek, al final de una línea de tren secundaria de Northern Alberta Railways que se dirigía hacia el oeste.

En marzo de 1942, los vecinos de Dawson Creek se llevaron el susto de sus vidas. El tren llegó, pero en vez de traer los esperados productos textiles y muebles, estaba cargado con equipo pesado y cuadrillas de trabajo del ejército de Estados Unidos. Estaban allí para abrir una carretera de dos mil quinientos kilómetros de longitud para esa emergencia a través de zonas vírgenes, no cartografiadas aún —a través de la Columbia Británica y del Yukón, tenía que conectar Dawson Creek con Fairbanks—, en menos de un año.

El gobierno de Canadá observaba desde Ottawa cómo el ejército de Estados Unidos le abría los territorios vírgenes del oeste del país. Cuarenta mil soldados y trabajadores civiles estadounidenses cayeron sobre una inmensidad salvaje de bosques y turberas, sin carreteras, donde apenas si había asentamientos. Allí vivían menos de cinco mil canadienses, en su mayoría cazadores-recolectores aborígenes.

Dawson Creek se convirtió en la puerta de acceso a la carretera a la que acabaría llamándose Alaska Highway. A fin de que llegasen los materiales, se despejó el monte en decenas de lugares para que sirvieran de aeropuertos; formaron la llamada ruta de postas del noroeste, que se utilizaría después para llevar unos diez mil aviones construidos en Estados Unidos —aunque tenían pintada la estrella roja soviética— hasta Alaska, donde los entregaban a los pilotos rusos.<sup>9</sup> Se construyó otra carretera y un oleoducto de mil kilómetros de longitud para llevar al sur el crudo de petróleo de los yacimientos de Norman Wells. Se construyó una carretera más para unir la nueva con el puerto de Haines, en Alaska. Whitehorse, uno de los viejos pueblos de la fiebre del oro, experimentó un nuevo aumento rápido de la población; de allí salían oleoductos hacia el norte y el sur. Se construyó una red telefónica, junto con nuevas instalaciones para el transporte por barco a lo largo del río Mackenzie. Gracias a una mano de obra y un bolsillo enormes, Estados Unidos había hecho que las tierras vírgenes de otro país fuesen accesibles y había conectado Alaska por carretera con el resto del continente.<sup>10</sup>

Lo mismo estaba pasando en otras partes del Cerco del Norte. Se construyeron un aeropuerto y una base grandes en Keflavík, Islandia, y más de treinta mil soldados se mantuvieron allí durante

la guerra y después. Esa instalación es ahora el aeropuerto internacional de Islandia. Otro que se construyó en Sondre Stromfjord es ahora el aeropuerto internacional de Groenlandia; la carretera que hicieron los americanos es hoy la más larga del país. Otro aeropuerto en el norte de Groenlandia (la base aérea Thule) sigue perteneciendo a las fuerzas armadas de Estados Unidos y en estos momentos es su base aérea más al norte.

El fin de la Segunda Guerra Mundial cambió solo el enemigo, pero no los planes de construcción. A través de Alaska, Canadá y Groenlandia se ensartaban tres cadenas de estaciones de radar «de aviso temprano distante» para disuadir a los bombarderos soviéticos. Se construyó una base conjunta estadounidense-canadiense en Fort Churchill, Manitoba, y otra en Frobisher Bay (ahora Iqaluit). En las bases de Alaska estaban estacionados más de sesenta mil soldados, y así sigue siendo hoy en día. Hacia el final de la Guerra Fría, las fuerzas armadas de Estados Unidos habían construido un primer armazón de carreteras, aeropuertos y puestos avanzados por las latitudes altas del Norte, una plantilla imborrable que sigue conformando la región hoy.

## EL GULAG DE STALIN

Las inversiones de Estados Unidos en el Norte durante la Segunda Guerra Mundial y la Guerra Fría fueron estrictamente militares.<sup>11</sup> Pero el propósito de fondo que tenía Iósiv Stalin al construir el Gulag era mucho más profundo. No se trataba meramente de una manera conveniente de castigar a los criminales y de silenciar a los disidentes políticos; lo que pretendía era industrializar la Unión Soviética valiéndose del trabajo esclavizado de su propio pueblo. Se perseguía el avance de ciertas ideologías socialistas, como reafirmar el triunfo del hombre sobre la naturaleza y la máxima de Engels: que en un país la industria debía repartirse geográficamente de manera uniforme. Fue, nada más y nada menos, que una colonización forzada con población étnicamente rusa de los apenas habitables territorios siberianos de su país —hasta entonces raramente poblados por aborígenes y puestos avanzados desperdigados.

El uso de campos de prisioneros en Rusia se remonta a los zares, pero Stalin lo llevó hasta un extremo completamente nuevo. En los años treinta había establecido campos por las doce zonas horarias rusas. Cuando el programa alcanzó su cenit a principios de los años cincuenta, la abultada población total de los campos era de dos millones y medio de prisioneros. Se construyeron casi quinientos complejos que comprendían miles de campos, en cada uno de los cuales estaban internados de unos cientos a unos miles de personas.<sup>12</sup> Muchas estaban condenadas por delitos menores. Se cree que a lo largo de la historia de los campos pasaron por ellos, quizá, dieciocho millones de personas; a otros seis millones se les desterró y pasaron su exilio cerca de aquellos otros.

El Gulag de Stalin es uno de los capítulos más sombríos de la historia rusa.<sup>13</sup> Entre sus

atrocidades se cuentan innumerables muertes de hambre, de frío, por extenuación, incluso asesinatos pura y simplemente. Se emprendieron en aquellas soledades salvajes miles de proyectos sin suministros, sin un plan, sin capacitación. Muchos se abandonaban al final. Pero, como herramienta bruta para forzar la industrialización masiva y la recolonización de Siberia, aquello tuvo un éxito rotundo.

Una gran parte de esa gigantesca mano de obra cautiva fue enviada directamente a lo más profundo de las heladas tierras vírgenes. Los presos abrían minas con explosivos y talaban bosques. Construyeron carreteras, puentes, líneas de ferrocarril y fábricas. La Unión Soviética se industrializó sobre las espaldas de estos trabajadores y del hierro, el carbón y la madera que producían. Cuando sobrevivían a sus sentencias, a muchos no se les permitía volver a casa. Millones de exiliados y de familiares de los prisioneros, al contrario, se trasladaron a los pueblos y ciudades cada vez mayores que había cerca de los campos. Las ciudades fabriles se hicieron enormes y llevaron a Moscú a dedicarles más fondos económicos y programas de emigración. Aun tras la muerte de Stalin y el desmantelamiento del Gulag en 1953, las subvenciones continuaron. En los años ochenta había gigantescas ciudades industriales dispersas por algunas de las tierras más frías de la Tierra: Novosibirsk, Omsk, Yekaterinburg, Jabárovsk, Cheliábinsk, Krasnoiarsk, Norilsk, Irkutsk, Bratsk, Tomsk, Vorkuta, Magadán... La Madre Rusia, con un coste en sangre y en dinero abrumador, había urbanizado Siberia.

#### PAUTAS DE COLONIZACIÓN CONTRAPUESTAS

La decisión de los planificadores soviéticos de realojar a millones de personas lejos de sus lugares de origen y de levantar a la fuerza ciudades gigantescas en sus tierras más frías y remotas creó uno de los contrastes más fascinantes entre asentamientos humanos que pueda haber en la Tierra.

En un mapamundi o en un globo terráqueo, Noruega, Suecia y Finlandia parecen los sitios más fríos que hay. Sus asentamientos e infraestructuras están dispuestos en una dirección norte-sur y llegan más al norte aún que la mayoría de las ciudades siberianas. Pero no se deje engañar. Se bañan en el calor de la corriente del Atlántico Norte y disfrutan de inviernos mucho más tibios que los de Rusia, sobre todo por encima del Círculo Ártico. Visité en una ocasión la encantadora ciudad noruega de Tromsø, a 70° de latitud norte, en enero, el mes que allí es el más frío del año. La calle estaba llena de vecinos, felices en la nieve, charlando amigablemente ante los jardines de sus casas. Aun en enero, la temperatura diurna media es en Tromsø de -4 grados, más alta que en Minneapolis. Reikiavik, capital de Islandia, en medio de la corriente templada, promedia un suave grado y medio sobre cero. Pero en la rusa Novosibirsk, mucho más al sur, a 55° de latitud norte, la

temperatura está bajo cero, con una media de  $-19$  grados. No hay que preocuparse por los nórdicos.

Volviendo a nuestro mapa del mundo, Canadá y Rusia, a primera vista, se parecen bastante. Son dos países enormes con largas costas orientadas en la dirección este-oeste que miran al océano Ártico. Ambas tienen vastos espacios vacíos en la parte norte de su territorio. Ambas tienen ciudades situadas en una banda dispuesta también en la dirección este-oeste, justo al norte de una larga frontera sur y más o menos paralela a ella.

Pero al fijarse mejor se perciben algunas diferencias. Las ciudades canadienses se ciñen a la frontera estadounidense como una larga anguila moteada, mientras que las rusas se disponen de una forma que recuerda más a una perdigonada. A causa de la peculiar orientación del gradiente climático de Rusia (tenga presente que en Canadá las temperaturas se hacen más frías cuanto más al norte se vaya, mientras que en Siberia tal cosa ocurre a medida que se va del oeste al este), las ciudades rusas, a diferencia de las canadienses, se internan más en las partes más frías del país. Viene a ser como si Canadá hubiese establecido sus núcleos de población en una banda de grandes ciudades que fuera de sur a norte, desde la frontera de Estados Unidos hasta el océano Ártico.

Bajo la economía planificada soviética se hizo que aparecieran metrópolis en lugares donde no tenía sentido que las hubiese: gélidamente fríos y separados entre sí y de aquellos con quienes podrían mantener relaciones comerciales en otros países por grandes distancias. Están conectadas, si es que lo están, de manera precaria por infraestructuras absurdamente dilatadas. Subvencionarlas supuso una carga tan pesada para la economía soviética que algunos investigadores creen que contribuyó al hundimiento en 1991 de la Unión Soviética.<sup>14</sup> Después, claro está, las subvenciones se esfumaron y en los años noventa las gigantescas ciudades siberianas se despoblaron más deprisa que Detroit en un mal año de despidos. En el oriente de Siberia la población se redujo a la mitad —de unos doce millones de habitantes a seis—, caída libre que solo ahora se está estabilizando, cuando la población ha disminuido hasta alcanzar alguna semblanza de equilibrio dentro de una economía de libre mercado. Pero aun tras esa despoblación, la Federación Rusa es un caso único entre los países del Cerco del Norte por tener tantas ciudades grandes en las zonas más frías y remotas.

Quizá llegue el día en que compense el contar con núcleos urbanos tan dispersos y el haber diseminado infraestructuras por el Nuevo Norte. Pero por ahora Rusia sigue pagando el precio de la disposición ineficiente y las temperaturas bajísimas de sus ciudades siberianas. La geógrafa económica Tatiana Mijailova calcula que las distancias enormes y las temperaturas frías le cuestan al país todos los años hasta un 1,2 por ciento de su producto interior bruto solo en el gasto adicional de energía y en costes de construcción.<sup>15</sup> Es casi la mitad de la contracción del producto interior bruto que sufrió Estados Unidos durante la recesión de 2008-2009 (2,5 por ciento).

Un ejemplo extremo de este tipo de ineficiencia geográfica es Yakutsk, la capital de la

República de Sajá, en el este de Siberia. Pese a tener una población de más de doscientos mil habitantes, de ser más de diez veces mayor que la canadiense Yellowknife, es una ciudad a la que apenas si hay otra forma de llegar que por avión. Alcanzarla de otra manera requiere, bien mil quinientos kilómetros de viaje en barco por el río Lena en la corta temporada en que es navegable, bien atreverse con la «carretera de los huesos», una pista de dos mil kilómetros de largo, con las rodadas marcadas, construida por los presos del Gulag, que parte de Magadán y por la que solo se puede conducir de verdad en invierno. Esta carretera, encima, termina en el lado del Lena opuesto a Yakutsk, y sin puentes. Para acabar el viaje, pues, hay que conducir sobre el río helado, en invierno, o subir a un transbordador, en verano. Durante la violenta crecida de la primavera, que arrastra grandes cantidades de hielo, la capital de la República de Sajá se queda completamente aislada del mundo, salvo por avión.

A diferencia de Rusia, una gran parte de la población canadiense está muy cerca de la frontera de la nación por la zona más cálida y accesible del país. Sus grandes centros de población están cerca de los de Estados Unidos. Esta proximidad, más el TLCAN —el Tratado de Libre Comercio de América del Norte— y una frontera históricamente amistosa, alienta que entre los dos países circulen enormes cantidades de mercancías y de numerosísimos vehículos. A muchos estadounidenses les sorprenderá saber que el país con el que Estados Unidos tiene más intercambios comerciales no es China, sino Canadá. Sin embargo, hay una penalización (o una bonificación, según el punto de vista) que los canadienses deben pagar por acumularse junto a la frontera con Estados Unidos. Con una población pequeña y la economía concentrada en el sur, a la mayor parte de su país solo se puede llegar por avión o gracias a las temporales carreteras de invierno, que conectan a un disperso puñado de pueblos. Puede decirse lo mismo, en una escala menor, de Alaska. Hasta el día de hoy, buena parte de Canadá y de Alaska siguen en un estado salvaje de anonadante belleza.

Si Canadá y Alaska son vírgenes y a Rusia la han colonizado, los países nórdicos están absolutamente civilizados. En mi primera visita a Islandia, me quedé asombrado al enterarme de que podía alquilar un elegante turismo, el que eligiese, en una de las muchas casas de alquiler de coches que hay, y conducirlo cómodamente a alta velocidad por toda la isla. A lo que me había acostumbrado conduciendo por países árticos apenas poblados era a avanzar a paso de tortuga y apretando los dientes por carreteras de grava llenas de baches con un camión 4×4 hecho polvo, alquilado a alguien de por allí o prestado por el gobierno, mientras rezaba para que una decrepita gasolinera situada a trescientos kilómetros de distancia tuviese realmente algo de gasolina y un teléfono que funcionara. Pero Islandia, Noruega, Suecia y Finlandia tienen carreteras perfectamente pavimentadas que llegan hasta su extremo más remoto. Están sembradas de espléndidas estaciones de servicio, de tiendas y restaurantes. Los teléfonos móviles funcionan en todas partes. Llegar al Círculo Polar Ártico en Alaska, Canadá o Rusia puede convertirse

rápidamente en una expedición que tiene que abrir trocha; en los países nórdicos no es más que una gratificante salida de fin de semana.



Los resultados de la planificación soviética no siempre eran malos. La próxima vez que pague su factura del gas o llene el depósito del coche, deles las gracias con un gesto a los fantasmas de los viejos planificadores soviéticos: si no fuera por su «qué nos importan las fuerzas del mercado», por su decisión sin sentido económico de desarrollar un remoto cenagal ártico a medio continente de distancia de Moscú, usted tendría que pagar, con toda seguridad, mucho más que ahora.

La llanura del oeste de Siberia es una lisa inmensidad húmeda delimitada por los montes Urales al oeste y el río Yeniséi al este, entre los 52° y los 73° de latitud norte. Abarca mil quinientos kilómetros en todas las direcciones; tiene un tercio de la superficie continental de Estados Unidos y es casi seis veces mayor que Alemania. El tiempo alterna entre una larga noche polar con temperaturas bajo cero en invierno, y un húmedo paraíso de los mosquitos en verano. Está cubierta por turba húmeda y semicongelada, y abundan los lagos. La mitad norte está siempre congelada: es un permafrost. Del destino de esa turba helada y rica en carbono, hasta cierto punto reciente (tiene menos de 12.000 años), se habla en el capítulo 9. Pero a miles de metros de profundidad, enterrada bajo la turba, encontramos otra forma de carbono, mucho más vieja: los restos alterados de los veintitrés billones de toneladas de sedimento rico en materia orgánica que se depositó en el fondo de un mar que desapareció hará entre 152 y 146 millones de años. A ese sedimento orgánico se le llama ahora «esquistos arcilloso de Bazhenov»<sup>16</sup> y ha cambiado no ya Rusia, sino el mundo entero.

#### NUEVAS CIUDADES DE LOS HIDROCARBUROS

En 1960, el oeste de Siberia estaba vacío, salvo por los mosquitos y los pastores aborígenes de renos. Pero cuando se descubrieron allí cuatro yacimientos supergigantes de petróleo entre 1962 y 1965, los planificadores rusos, allá en Moscú, tomaron una decisión extraordinaria. La Unión Soviética desarrollaría a la mayor escala la llanura del oeste de Siberia, por tremendamente remota que fuese. No importaba que no hubiese una buena manera de llegar hasta allí, de que estuviese cargada de permafrost, que fuese un sólido congelado en invierno y una ciénaga inundada en primavera. No importaba que hubiese que hacerlo todo desde el principio —puertos, carreteras, ferrocarriles, plataformas de perforación y conducciones— mandando barcos por el río Obi. No importaba que la magnitud de la inversión inicial significase que la empresa no fuera

a ser rentable durante decenios. Era una decisión históricamente enloquecida que las actuales empresas privadas del sector de la energía no habrían tomado jamás.<sup>17</sup>

Durante años, Moscú derramó dinero sobre un lugar del que pocos rusos habían oído hablar. Estaba al este de los Urales, para empezar, así que era como si estuviese en la Luna. Treinta años después, sin embargo, los yacimientos supergigantes de Samotlar, Fedorovskoye y Mamontovskoye eran nombres familiares. De las decenas de miles de pozos de esa región salía un quinto del petróleo y del gas natural del mundo. La llanura empantanada, antes vacía, ahora estaba salpicada de ciudades —Surgut, Nizhnevartosk, Noyabrsk, Novi Urengoi y otras—, y tenía una población de tres millones de habitantes.

He estado en esas ciudades y he recorrido en coche miles de kilómetros por el oeste de Siberia.<sup>18</sup> En buena parte sigue desierto, con la belleza indescriptible que solo las inacabables ciénagas musgosas, los ríos de color de té y la maraña de los bosques salvajes pueden tener, en el silencio, bajo un cielo del Norte de incandescencia surrealista. Pero esta naturaleza muerta del Pleistoceno lleva impresa la huella de la industria del petróleo y del gas: amplias carreteras pavimentadas, bulldozers de escapes que eructan y camiones diésel de neumáticos más altos que una persona, miles de pozos y un laberinto de conducciones que apuntan hacia el oeste. Hay cerros de tuberías roñosas, montañas de arena, cementerios de hierro donde se acumulan en desorden camiones a los que se ha despojado de las piezas que aún puedan ser útiles. Al presentar un pasaporte de Estados Unidos nos miraban con incredulidad la cara cochina:<sup>19</sup> para los siberianos del oeste, un puñado de científicos sucios y quemados por el sol, vestidos con vellón sintético y botas de goma, a duras penas encajan en su idea preconcebida. Para ellos, un americano es un sonriente ejecutivo de una compañía de petróleo con maletín y traje.

Gracias al oeste de Siberia, la Federación Rusa es ahora la mayor productora mundial de gas natural y la segunda mayor productora de petróleo. De allí son sus principales compañías petroleras y Gazprom, el monopolio del gas natural, propiedad del Estado. Tras casi cincuenta años de actividad en la región, la industria rusa de la energía ha acumulado allí una enorme presencia económica, intelectual y política. El oeste de Siberia es a la industria rusa de la energía lo que en Estados Unidos Silicon Valley es a la tecnología, NuevaYork a las finanzas y Los Ángeles al espectáculo.

### LA TERCERA OLEADA

La tercera oleada de la expansión humana por el Cerco del Norte deriva, pues, de la incesante búsqueda de hidrocarburos fósiles. Empezó en los años sesenta con grandes descubrimientos en Alaska, Canadá y la llanura del oeste de Siberia, y no hay señales de que vaya a remitir. El interés mundial por el Ártico, en particular, se alimenta, bien de la preocupación ecologista por sus

ecosistemas amenazados, bien de la excitación que producen la abundancia de petróleo y gas por descubrir que se cree que encierra.

La ultimísima frontera es el fondo del Ártico. En el capítulo anterior se ha hablado de la conmoción geopolítica que ha provocado la naciente conciencia de que es así, y también de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR). Una subasta del Servicio de Gestión de los Minerales de Estados Unidos vendió en 2008 nada más y nada menos que 2.800 millones de dólares en concesiones de explotaciones marinas árticas; de modo parecido, el gobierno de Canadá recibió ofertas, por un monto récord, para obtener concesiones en el mar de Beaufort.<sup>20</sup>

En 2009, el Servicio Geológico de Estados Unidos publicó en *Science* una primera evaluación general del petróleo y del gas que podía haber en el océano Ártico; se hicieron públicos los ficheros de datos correspondientes.<sup>21</sup> Según esta evaluación, aún incompleta y en marcha, casi un tercio del gas natural que no se ha descubierto todavía en el mundo y un 13 por ciento del petróleo por descubrir se encuentran al norte del Círculo Ártico (véanse los mapas de las páginas 10-13). Y todo ello en unos lugares que apenas si cubren el 4 por ciento del planeta.

Los datos del Servicio Geológico de Estados Unidos descubren dos grandes ganadores: el norte de Alaska en el petróleo, Rusia en el gas natural. De las cuarenta y nueve provincias geológicas analizadas hasta ahora, esos dos lugares destacan sobre los demás. Se cree que la plataforma de Alaska, que abarca el North Slope y un área parecida ante la costa, contiene entre 15.000 y 45.000 millones de barriles de petróleo; el valor más probable es 28.000 millones. Este número se acerca al de las reservas demostradas de Nigeria y es alrededor de una cuarta parte del de las reservas de Irak. Solo el sur del mar de Kara tiene, según se cree, entre 6 y 40 billones de metros cúbicos de gas natural; el valor más probable es 17 billones. Si este número fuese correcto, duplicaría con creces las reservas demostradas de Estados Unidos y Canadá juntos.

Hay otras provincias geológicas prometedoras aparte de esas dos. Para el petróleo, están el delta del Mackenzie en Canadá, el norte del mar de Barents, la llanura del oeste de Siberia y tres provincias ante las costas oriental y occidental del norte de Groenlandia. Para el gas natural, están el sur del mar de Barents, la plataforma de Alaska y el norte del mar de Barents.<sup>22</sup>

Si las ventas de concesiones marinas sirven de indicación, muchos de esos lugares, o todos, serán objeto en los decenios venideros de un interés creciente, conocerán más prospecciones y recibirán más inversiones. Pero, hacia 2050, ¿habrán proliferado las plataformas de perforación y habrá miles de pozos en esas aguas árticas?

Es posible, pero no apueste por ello. Lo más probable es que la explotación de las fuentes de energía en el mar vaya desarrollándose con cautela y poco a poco. Hasta en los mares sin hielo — lo que el océano Ártico está claro que no es —, perforar es complicado y caro. Los entornos del Norte son medioambientalmente delicados, así que exigen protecciones por encima de lo normal. Como se ha dicho en el capítulo 5, escasean los puertos y demás instalaciones marítimas. Todavía



están por inventar plataformas que resistan el hielo, entre otras técnicas. Fuera de la plataforma del Ártico, la mayor tajada de los hidrocarburos del Ártico no corresponde al petróleo, sino al gas natural, que es más difícil de extraer y de transportar. En el caso del petróleo, basta con bombear para extraerlo del suelo y verterlo en un petrolero. El gas natural, en cambio, necesita un gasoducto o una costosa instalación licuadora (en esencia, una refinería). Incluso en 2050, estos seguirán siendo unos obstáculos formidables en lugares tan remotos y ecológicamente sensibles, y a los que tampoco entonces se podrá acceder en buena parte del año.

#### ALGO QUE ERA VIEJO ES NUEVO OTRA VEZ

De lo que no cabe duda es de que a lo largo de los próximos cuarenta años se intensificará la explotación del petróleo y del gas donde hoy ya se extrae, y en los alrededores. Es el caso, en el mar, del yacimiento gigante de gas de Shtokman y de otros yacimientos de gas del mar de Barents, y de la isla de Sajalín en el extremo oriental de Rusia. En tierra —pese a las complicaciones en la ingeniería derivadas del deshielo del permafrost—, están el oeste de Siberia, el North Slope de Alaska, el delta del Mackenzie y Alberta. Las actividades gasísticas y petroleras de Noruega se efectúan sobre todo en el mar, pero en 2050 habrá grandes extensiones del centro-norte de Rusia, de Alaska y de Canadá que tendrán un aspecto bastante distinto al de hoy.

Rusia, en particular, seguirá desarrollando agresivamente sus yacimientos de gas siberianos. Cuando conseguí hablar con Alexéi Varlámov, viceministro a cargo del organismo gubernamental que supervisa los recursos naturales de la Federación Rusa, me dijo que «las necesidades de la industria son el factor más importante» y que absolutamente nada debía interponerse ante los sondeos en pos de más recursos energéticos.<sup>23</sup> Esta forma de ver las cosas es comprensible, dada la importancia de su país como proveedor mundial de energía. Rusia produjo 3.600 millones de barriles de petróleo en 2008; solo la superó Arabia Saudí.<sup>24</sup> Produjo 603.000 millones de metros cúbicos de gas natural y posee 43,3 billones más en reservas demostradas; en ambos aspectos no tiene a nadie por delante.

Dos de cada tres barriles de ese petróleo y el 85 por ciento de ese gas proceden del oeste de Siberia. No obstante, como pasa con todas las provincias petrolíferas, la distribución de tamaños de sus yacimientos de petróleo es del tipo log-normal y la producción de petróleo de la región ya ha empezado a declinar.<sup>25</sup> La producción rusa alcanzó su pico en 1987-1988. Samotlar, uno de los mayores yacimientos de petróleo del mundo, llegó a su pico de 3,4 millones de barriles al día en 1980. Desde entonces ha decaído en un 90 por ciento: en sus alrededor de cinco mil pozos produce solo 300.000 barriles al día.<sup>26</sup> Los tres mayores yacimientos de gas de la región también han alcanzado su pico; se espera que en 2030 su producción haya caído en un 75 por ciento.<sup>27</sup> Siempre se encontrarán bolsas, pero como se ha dicho en el capítulo 3, irán siendo

exponencialmente menores, al igual que ocurre en las demás provincias del mundo productoras de hidrocarburos, así que resultará cada vez menos rentable explotarlas.

Las prospecciones, pues, se están apartando en el oeste de Siberia de los tramos centrales del río Obi —donde se encuentra la mayoría del crudo de petróleo de la cuenca— y se dirigen a las inmensas concentraciones de reservas de gas que hay más al norte. Las mayores reservas conocidas de gas natural del mundo son las de entre unos sesenta y cien yacimientos de esa zona. La costa da al sur del mar de Kara, del que ahora se cree que contiene quizá 40 billones de metros cúbicos más. La península de Yamal, rebosante de gas natural, condensado de gas natural y petróleo, se halla en el cogollo de toda esa abundancia, y sin duda será explotada.

La perspectiva para 2050, aunque con menos relumbrón que la de una proliferación de plataformas ante las costas del océano Ártico, consiste probablemente en una gran desgasificación de la península de Yamal para alimentar miles de kilómetros de conducciones dirigidas hacia el oeste, hacia Europa, y hacia el este, hacia China. No está claro que se pueda construir un puerto en su somera costa occidental o que se vayan a evitar los daños ecológicos, pero los gasoductos atravesarán Yamal. En estos momentos, ya hay planificados dos; para el primero ya han empezado las obras.<sup>28</sup>

## EL SUCIO FILÓN

Aun a unos kilómetros de distancia, a través de la empañada ventanilla del pequeño avión y de la tristeza de las gotas de lluvia, podía ver la espesa cortina de humo y el resplandor de los puntos donde ardían las llamas anaranjadas. Era, redivivo, el Mordor de Tolkien; el suelo, descarnado, dejaba al aire la absoluta negrura que tenía debajo. Camiones gigantescos arrancaban el botín como orcos. Cerca de las humeantes chimeneas había montañas amarillas de bloques de azufre prensado, el desechable excremento de la transformación de betún de baja ley en petróleo crudo sintético. Era un paisaje deprimente, de apariencia maligna, al menos para aquellos a quienes los humedales y verdes pinares boreales les resulten atractivos.

Era el norte de Alberta, no Norilsk. Por debajo de mí se desperdigaban las llagas abiertas de las arenas bituminosas de Athabasca, el motor económico de Fort Murray y una mitad casi de la industria petrolera canadiense. Aunque de ordinario se suele llamarlas «arenas petrolíferas», lo que contienen no se parece al petróleo convencional. El crudo puro, ligero, «dulce» (con poco azufre) que se bombea con facilidad desde los yacimientos petrolíferos saudíes es un sueño comparado con esta sustancia. Es betún, o bitumen, una sustancia similar al alquitrán, un hidrocarburo de baja ley, rico en azufre y pobre en hidrógeno que empapa grandes extensiones de la arenisca de Alberta.

Extraer petróleo líquido de esa mezcolanza es un proceso extraordinariamente invasivo,

derrochador y dañino para el medio ambiente. Hoy en día, la manera más común de hacerlo es la minería a cielo abierto y se necesitan unas dos toneladas de arena bituminosa para obtener un solo barril de petróleo. Camiones y palas gigantes arrancan la sustancia de la superficie. Hay que comprimirla y arrojarla a unas cintas transportadoras que la llevan a unas bañeras de agua agitada. Las tuberías llevan la lechada que se crea así a una instalación extractora, donde es batida en un brebaje caliente de vapor, agua y sosa cáustica. Así se separa el betún de la arena y de la arcilla, que se hundan hasta el fondo. El betún que flota es llevado a un «aumentador de la ley» (una especie de refinería) para eliminar el azufre y añadir hidrógeno (procedente del gas natural), con lo que se obtiene petróleo crudo sintético. Los líquidos y desechos residuales se envían a estanques de almacenamiento de residuos; los ladrillos amarillos de azufre se apilan, sencillamente.<sup>29</sup>

Las arenas bituminosas son la pesadilla del ecologista. El proceso de extracción engulle enormes cantidades de agua y de energía. Las aves migratorias se posan en los estanques de residuos y se mueren.<sup>30</sup> El dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno y las partículas salen al aire junto con el triple de gases de efecto invernadero de los emitidos por la perforación ordinaria de petróleo. Según la técnica que se use, hacen falta de 2 a 4 metros cúbicos de agua y de 125 a 214 metros cúbicos de gas natural para producir un solo metro cúbico de petróleo sintético.

El agua se bombea desde el subsuelo o se extrae del río Athabasca, lo que reduce el caudal que llega al delta del Peace-Athabasca, considerado por la Unesco Patrimonio de la Humanidad, y a los humedales de Ramsar, unos 150 kilómetros río abajo.<sup>31</sup> La mayor parte de las minas estarán abiertas durante cuarenta años; se excavarán en ellas unos cien kilómetros cuadrados de terreno. No se ha regenerado por completo ningún estanque de almacenamiento de residuos, y reponer después el suelo mitiga el daño pero no restaura de verdad el ecosistema natural. Desde 1967, cuando se abrió la primera de estas minas, solo está certificada la restauración y devolución al público de un mero kilómetro cuadrado.<sup>32</sup> Estos y otros problemas hacen que las organizaciones ecologistas pongan el grito en el cielo contra cualquier aumento de la producción de arenas bituminosas.

Se enfrentan a una dura batalla. Salvo que se prohíba legalmente, cuesta imaginar cómo va a detenerse el crecimiento de esta industria. Se calcula que las reservas de petróleo contenidas en las arenas bituminosas ascienden a la asombrosa cantidad de 175.000 millones de barriles; si esta cifra es correcta y es posible extraer ese petróleo, se trataría de la segunda mayor reserva de petróleo de la Tierra, tras la de Arabia Saudí (que, según se calcula, tiene 264.000 millones de barriles). Significa que Alberta tiene más petróleo que Irak (115.000 millones), Kuwait (102.000 millones), Venezuela (99.000 millones), Rusia (79.000 millones) o Noruega (7.500 millones). El coste de producción ha bajado de 35 dólares el barril en 1980 a 20 en años recientes, con lo que hasta con un precio del barril de petróleo de solo 50 dólares resultaría muy rentable.<sup>33</sup> Con la construcción del Mackenzie, un gasoducto esperado desde hace mucho, de 1.220 kilómetros de

longitud que llevará el gas del Ártico desde la zona del delta del Mackenzie hasta las arenas bituminosas y otros mercados en Norteamérica, se dispondrá de nuevas y enormes fuentes de gas natural, necesario para la generación de energía y la fabricación de hidrógeno.<sup>34</sup> La historia nos dice que la adhesión de Canadá a los tratados internacionales del clima se resquebraja ante fuerzas del mercado como estas: las arenas bituminosas son una de las mayores razones de que Canadá no solo no haya cumplido la reducción de las emisiones de carbono que había acordado al suscribir el Protocolo de Kioto (un 6 por ciento menos con respecto a los niveles de 1990), sino que las haya aumentado en un 27 por ciento.<sup>35</sup>

Hasta ahora se ha practicado la minería a cielo abierto en 530 kilómetros cuadrados de terreno, un área no mucho mayor que la ciudad de Edmonton. Pero hay arenas bituminosas nada más y nada menos que bajo 140.000 kilómetros cuadrados de Alberta, casi una cuarta parte de la provincia, una extensión parecida a la de Bangladesh. De esta gran área, solo un 20 por ciento —sesenta Edmontons más— es lo suficientemente somero para que se pueda practicar la minería a cielo abierto. El resto se podrá explotar mediante la extracción subterránea, lo que supone inyectar vapor presurizado a 232 grados de temperatura en el subsuelo durante varios años para calentarlo; así, el betún acabará fluidificándose lo bastante para que se pueda bombear una parte.<sup>36</sup> Este tipo de extracción subterránea podría practicarse por casi todo el norte de Alberta. En tal caso, a continuación tendrían que venir nuevas conducciones, carreteras y núcleos urbanos.

Este futuro no nace solo de mi fértil imaginación, sino del duro y frío dinero. Esos 175.000 millones de barriles de sucio bitumen se encuentran justo en la puerta de al lado de la del mayor y más amistoso cliente del mundo, cuyos otros proveedores o están ya decayendo, o lo harán pronto. Las compañías del sector de la energía no son tontas. A principios de 2009, el gobierno de Canadá ya había otorgado las concesiones para la extracción de arenas bituminosas de más de 79.000 kilómetros cuadrados de terreno. Se espera que la producción futura suba de los 1,3 millones de barriles por día de hoy hasta 3,5 millones de 2018 y hasta 6 millones en 2040.<sup>37</sup> Si ese negro torrente de betún se hace realidad, su flujo será casi diez veces mayor que la cantidad de petróleo convencional que hoy mana hacia el sur desde el North Slope de Alaska.

Estados Unidos está listo y esperando.



La imagen de un petróleo canadiense que fluye desde el norte hacia el sur es exactamente la que hay que retener en la mente. Conforme al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), atraviesa las fronteras estadounidenses sin estar sometido a tarifa alguna. Y en comparación con las demás relaciones geopolíticas del mundo, Estados Unidos y Canadá siguen siendo dos países unidos en un matrimonio feliz.

No solo se abrazan para las cuestiones energéticas, ni mucho menos. Es solo una parte de una dependencia transfronteriza mayor, existente desde hace mucho gracias a unas fronteras amistosas y a la proximidad geográfica de sus núcleos de población vecinos, como se ha dicho antes. Pero esta mirada de amantes no siempre ha estado tan arrobada. Durante buena parte del siglo XX, Canadá se ha centrado más en la integración de puertas adentro que en la integración a través de las fronteras.

Un cisma grave fue el del levantisco Quebec, la provincia francocanadiense con una larga historia de movimientos separatistas y de terrorismo. Una campaña de bombas del Front de Libération du Québec culminó en 1970 con el secuestro de dos altos cargos del gobierno, uno de los cuales —el ministro de Trabajo Pierre Laporte— fue hallado estrangulado en el maletero de un coche. Los años setenta vieron también la aparición de movimientos en favor de los derechos de los aborígenes y un creciente poder económico y político de las provincias occidentales de Canadá. Fue intenso el debate acerca de una política nacional de bilingüismo. En ese período de su historia, la mayoría de los canadienses se centraron en tender puentes que salvaran las divisiones culturales internas del país, no en hacer avanzar la integración con Estados Unidos.

#### LOS NUEVOS CASCADIANOS

Pero la aprobación en 1994 del TLCAN marcó el principio de una asombrosa reorientación de la geografía política y económica de Canadá. Empezó rápidamente a integrarse en la dirección norte-sur con partes de Estados Unidos, en vez de en la vieja orientación este-oeste a través de Canadá mismo. Estudios muy recientes de este fenómeno han descubierto que es mucho más profundo que un comercio y un tráfico transfronterizos más intensos: está en marcha una verdadera fusión de economías a los dos lados de la frontera.<sup>38</sup> No se trata de un proceso guiado por Ottawa y Washington, sino de una proliferación de redes transfronterizas de grupos de negocios, de cámaras de comercio, de organizaciones no gubernamentales, de ayuntamientos y de otras iniciativas de base.

El resultado final de esta reorientación norte-sur es la aparición de nuevas «superregiones» con peculiaridades económicas distintivas y sus propias atmósferas culturales. Se está hablando incluso de nombres para dos de ellas. «Cascadia» se refiere a las economías del noroeste del Pacífico y del oeste de Canadá que se están fusionando y tienen su centro en el corredor Vancouver-Seattle-Portland. «Atlántica» liga el norte del estado de Nueva York, Vermont, New Hampshire y Maine con Nueva Escocia, New Brunswick y la isla del Príncipe Eduardo.<sup>39</sup> Una superregión clave es el corredor Toronto-Hamilton-Detroit, que integra el sur de Ontario —el corazón industrial de Canadá— con la industria del automóvil de Michigan y los sectores industriales de Indiana, Ohio y otros estados del Medio Oeste.

En cada una de estas superregiones en ciernes, las dos mitades respectivas a un lado y al otro de la frontera entre Estados Unidos y Canadá se están cosiendo también culturalmente. Nuevas encuestas revelan que los valores sociales del Canadá atlántico se parecen ahora a los de la Costa Este de Estados Unidos, mientras que los de Alberta y la Columbia Británica se parecen ahora a los del oeste de Estados Unidos.<sup>40</sup> Al parecer, los canadienses y los estadounidenses que están cerca entre sí se identifican más entre ellos que con sus compatriotas que viven más lejos. En Norteamérica se están abriendo de par en par grandes puertas a lo largo de esa larga frontera, y los pasillos más anchos son los que unen norte y sur.

#### LOS GLOBALIZADORES AMISTOSOS

La frontera felizmente cosida entre Canadá y Estados Unidos no es un caso único en el Norte. Al revés que el fondo del océano Ártico, hace tiempo que las fronteras territoriales en tierra entre los ocho países del Cerco del Norte están perfectamente fijadas y permanecen en calma.<sup>41</sup> Las fronteras entre Noruega, Suecia y Finlandia son de las más amistosas del mundo, y sus ciudadanos (como los cascadianos) se identifican más estrechamente entre sí que con el resto de Europa. Lo más parecido a una frontera problemática, si es que hay una, es la que zigzaguea a lo largo de mil y pico kilómetros de bosque para separar Finlandia de Rusia.

A lo largo de la historia, los finlandeses quedaron sometidos primero a Suecia y luego a Rusia, hasta que aprovecharon el desorden que se produjo tras la revolución bolchevique para obtener una independencia pacífica de Rusia en 1917. Finlandia ha estado desde entonces viendo la forma de coexistir con su gigantesco y ocasionalmente belicoso vecino del este. Los dos países se enfrentaron durante la Segunda Guerra Mundial, y Finlandia se vio forzada a aceptar una considerable cesión de territorios a la Unión Soviética. En uno de ellos, la Carelia finlandesa, está la bella ciudad portuaria de Viipuri (ahora Vyborg), que sigue siendo motivo de gran amargura para los finlandeses. De tiempo en tiempo, los políticos finlandeses arman un poco de jaleo acerca de su devolución. Menos ruido hizo la pérdida de Petsamo (ahora Pechenga), pequeño corredor que antes conectaba Finlandia con el océano Ártico. Su pérdida excluye a Finlandia de toda posible reivindicación territorial conforme a CONVEMAR. Es razonable esperar que los finlandeses vayan lamentándose más por esa región en los próximos decenios.

Pero nada de esto hace que la frontera finorrusa esté militarizada y sea tensa. Está naciendo una economía transfronteriza regional de la madera talada, que no ha pasado todavía por la serrería, no muy distinta de la que hay entre Canadá y Estados Unidos.<sup>42</sup> Muchos rusos poseen ahora casas de vacaciones en Finlandia —para felicidad de los tenderos locales y consternación de los que añoran viejos tiempos— y los turistas finlandeses invaden Carelia. En realidad, la única razón por la que esta frontera es digna de mención es por lo plácidas que son las demás fronteras en el

Cerco del Norte. En comparación con otros países vecinos del mundo entero, los del Cerco del Norte forman un grupo de lo más pacífico.

ALGUNAS MEDICIONES COMUNES DE LA GLOBALIZACIÓN ECONÓMICA, DEL COMPORTAMIENTO PACÍFICO Y DE LAS LIBERTADES CIVILES RELATIVAS AL MUNDO

	¿Se globalizan económicamente?		¿Son pacíficos?		¿Respetan las libertades políticas?		Puntuación media
	WSJ/Heritage	IML	IMP	IDUIE	Freedom House	Freedom House	
Dinamarca	96	91	99	97	libre	libre	96
Canadá	96	95	94	93	libre	libre	95
Finlandia	91	90	94	96	libre	libre	93
Islandia	92	91	97	98	libre	libre	92
Neuega	84	84	99	99	libre	libre	91
Suecia	85	77	96	99	libre	libre	91
Estados Unidos	97	94	42	89	libre	libre	81
Rusia	18	28	6	36	no libre	no libre	34
Alemania	86	88	89	92	libre	libre	89
Reino Unido	94	96	76	87	libre	libre	88
Japón	89	81	95	90	libre	libre	84
Francia	64	68	79	86	libre	libre	78
Brasil	41	32	41	75	libre	libre	50
India	31	45	15	79	libre	libre	42
China	26	34	49	19	no libre	no libre	37

[expresado como percentiles de todos los países del mundo muestreados]

FUENTES: Índice de la libertad económica de 2009, Heritage Foundation y Wall Street Journal (179 países); índice de la libertad económica en el mundo (IML) de 2008 (141 países); índice KOF de la globalización de 2009 (208 países); índice global de la paz (IMP) de 2009 (144 países); índice de democracia de la Unidad de Inteligencia de The Economist (IDUIE) de 2008 (167 países); clasificaciones por países de la libertad en el mundo (193 países).

Se encuentran además entre los países que más deprisa se están globalizando y más favorecen a los negocios. En la página anterior se compilan puntuaciones derivadas de unos índices que miden distintos aspectos del comportamiento de quince países: las seis mayores economías nacionales, los BRIC y las del Cerco del Norte.<sup>43</sup> Estos respetados índices incorporan una amplia serie de datos econométricos y de otros tipos para generar unas clasificaciones de los países según cómo se portan en aspectos como la apertura al comercio, la tendencia a la guerra, el trato a los ciudadanos, etcétera. En vez de entrar en cuáles son los méritos o propósitos de cada índice, me limito a presentar unas puntuaciones derivadas de las clasificaciones que generan.<sup>44</sup> Cada uno

emplea un sistema de puntuación diferente; por eso los presento por medio de percentiles, para que la comparación sea más fácil. Una puntuación de 86, por ejemplo, significa que el país está por encima del 86 por ciento de los países del mundo que se han medido con ese índice en concreto. También se presenta una puntuación combinada única para cada país, que promedia los cinco índices numéricos.

Lo que se desprende de esos números llama la atención. Con la excepción de Rusia, los países del Cerco del Norte son los más estables, liberales comercialmente y rápidamente globalizados del planeta. ¿Quién sabía que Dinamarca y Canadá están aún más abiertos al libre comercio que Japón, Alemania o Estados Unidos? Particular importancia para la producción de energía tiene el que esa apertura afecte también al sector del petróleo y del gas, en contraste con la tendencia mundial hacia la nacionalización que se describe en el capítulo 3.<sup>45</sup> Las libertades civiles y políticas son notables, excepto en Rusia. Seis están entre las naciones más pacíficas. Vistos en grupo, los países del Cerco del Norte parecen particularmente bien situados para triunfar en un mundo como el nuestro, que se está integrando deprisa.

Dejando a un lado los fríos inviernos, las ciudades de los países del Cerco del Norte se encuentran además entre los sitios del mundo más felices para vivir. Según la Unidad de Inteligencia del *Economist*, de Londres, cuatro de ellas están entre las diez ciudades del mundo más habitables (con Vancouver en primer lugar), y da como razones para ello la baja criminalidad, que no estén apenas amenazadas por la inestabilidad política o el terrorismo, y la excelencia de la educación, la atención sanitaria, las infraestructuras y la cultura.<sup>46</sup> ¿Se acuerda de Lagos, Dhaka y Karachi, las tres megaciudades del 2025 de las que se ha hablado en el capítulo 2? Se encuentran entre las diez de abajo.



#### ACEPTACIÓN DE LOS INMIGRANTES DEL MUNDO

Pero hace falta algo más que la presencia de recursos naturales en el terreno, un clima mejorado, gobiernos estables y ciudades agradables para que una civilización se expanda. También hace falta gente.

Como en el resto del mundo desarrollado, los ocho países del Cerco del Norte están envejeciendo y sus tasas de fertilidad caen. La Federación Rusa se enfrenta a una contracción radical de la población (se prevé que haya disminuido un 17 por ciento en 2050, véase la tabla de la p. 228.) Sin embargo, los otros siete se espera que crezcan entre un 1 y un 31 por ciento en 2050. Buena parte de ese crecimiento se deberá a la inmigración internacional.<sup>47</sup> Por lo tanto, los



flujos mundiales de personas están cambiando ya el rostro del Cerco del Norte y son un factor crítico que determinará qué será de él en el futuro.

No es posible adivinar aquí las reglas y cuotas concretas de las políticas futuras de inmigración. No obstante, al examinar las leyes y tendencias actuales se descubren algunas actitudes sorprendentemente diferentes hacia los extranjeros entre los países del Cerco del Norte. Las políticas nacionales difieren en el número, el origen y la cualificación de los inmigrantes extranjeros admitidos. Y culturalmente hay lugares más acogedores que otros.

La Federación Rusa encara la perspectiva más sombría. Su demografía está en caída libre: mueren dieciséis personas por cada diez que nacen.<sup>48</sup> Su población total está ahora perdiendo casi ochocientas mil personas al año. Tras el hundimiento de la Unión Soviética, unos tres millones de personas de etnia rusa se trasladaron de los viejos satélites a la nueva Federación Rusa, pero en 2003 ese movimiento de regreso había terminado en muy buena medida. En un esfuerzo por repatriar a más, el gobierno de Putin creó un programa nacional encaminado a que veinte millones de expatriados rusos «volviesen a casa» en 2006. Pero ahora parece imposible atraer a más de dos millones y medio en total, aun contando con los que vienen de los estados bálticos.<sup>49</sup>

La mano de obra rusa para la construcción, la agricultura y otros trabajos estacionales depende, pues, y mucho, de los emigrantes de Kazajistán, Ucrania, Uzbekistán y Kírguizistán, y cada vez más, en el Extremo Oriente ruso, de los chinos. Muchos son «inmigrantes ilegales»; en Estados Unidos se les llamaría «trabajadores indocumentados» o «extranjeros ilegales». Quizá estén viviendo diez millones en Rusia. Hasta un millón de tayikos —casi la mitad de la población laboral de Tayikistán— emigran a Rusia como temporeros todos los años.

Los líderes rusos comprenden desde hace tiempo que han de permitir más inmigración legal en el país, pero tal política es impopular. Antes de las elecciones de la primavera de 2008, el gobierno de Putin redujo drásticamente la cuota de trabajadores extranjeros de seis millones a dos, y varios años antes había abolido las leyes que permitían a las multinacionales contratar fácilmente trabajadores extranjeros cualificados. La razón de estas medidas es puramente política, ya que Rusia sufre de una xenofobia generalizada. El resentimiento contra los inmigrantes extranjeros tiene raíces hondas, sobre todo en las grandes ciudades, donde tienden a concentrarse. Solo en 2008, al menos 525 inmigrantes sufrieron agresiones xenófobas y 97 fueron asesinados.<sup>50</sup>

Estados Unidos se parece a la Federación Rusa en que su economía también echa mano de abundante mano de obra inmigrante sin papeles. A lo largo de la historia también ha sufrido brotes de xenofobia, dirigidos hoy en día contra los hispanos. Sin embargo, se mida con la vara de medir mundial que se quiera, la cultura de Estados Unidos es propicia para los inmigrantes. Su población, alimentada en gran medida por la inmigración extranjera, crece al vivo ritmo de más de 2,6 millones de personas al año. Cada año se admite a alrededor de un millón de nuevos inmigrantes como residentes permanentes legales, otro millón se convierten en ciudadanos y un millón más son detenidos en la frontera cuando intentan entrar ilegalmente.<sup>51</sup> A casi cuatro

millones más se les admite como residentes temporales. Es difícil saber cuál es el número de inmigrantes indocumentados, pero deben de rondar los diez o doce millones, lo que viene a ser comparable a la cifra rusa.

El primer y principal objetivo de la política migratoria expresa de Estados Unidos es la reagrupación familiar. Los solicitantes que ya tengan parientes en Estados Unidos disfrutan del nivel más alto de prioridad para la consecución de la residencia permanente legal, y más del 65 por ciento de los residentes permanentes legales son admitidos por esa razón. Los demás objetivos expresos de Estados Unidos, en grado decreciente de prioridad, son: admitir a trabajadores cualificados, proteger a los refugiados que escapan de la persecución política, racial o religiosa en sus países y garantizar la diversidad cultural. La competencia es feroz, en especial en la última categoría, con entre seis y diez millones de solicitantes todos los años para solo cincuenta mil permisos. Incluso quienes solicitan la reagrupación familiar se enfrentan a una espera para la tramitación de entre cinco y diez años. En un mundo donde la población envejece y la natalidad decrece, Estados Unidos tiene una considerable ventaja con respecto a los demás países de la OCDE, ya que no le faltan todavía personas de todo el mundo dispuestas a trasladarse allí.

Canadá disfruta de una situación parecida, pero con algunas diferencias importantes. Los objetivos de su política de inmigración, como la de Estados Unidos, consisten en reagrupar las familias, atraer trabajadores cualificados y proteger a los refugiados. Sin embargo, la prioridad de los dos primeros está invertida. El primero y principal objetivo de la política de inmigración canadiense es admitir a personas con una cualificación laboral que resulte valiosa económicamente.

En el cuarto de millón de inmigrantes legales admitidos en Canadá en 2008, el número de los que eran trabajadores cualificados era casi el triple que el de miembros de familias reagrupadas.<sup>52</sup> Desde 1967 se ha empleado un intrincado sistema de puntos para calificar el valor que un solicitante tiene para la mano de obra, es decir, hasta veinticinco puntos por el nivel educativo, hasta veinte por el dominio de la lengua, hasta diez por una edad adecuada laboralmente, etcétera. Dicho de manera sencilla, Canadá ha afinado su política de inmigración para atraer sobre todo a trabajadores educados, multilingües y cualificados.<sup>53</sup> Es menos emotiva que la política estadounidense de priorizar la reagrupación familiar, pero está claro que hace que la mano de obra de Canadá sea globalmente competitiva pese a que su población es mucho menor.

Las políticas canadienses también han tenido su lado oscuro; así, los no europeos quedaron excluidos hasta 1976. Pero desde entonces, la cultura del país se ha vuelto inusualmente acogedora para los inmigrantes de todo el mundo. Actualmente, casi uno de cada cinco canadienses ha nacido en otro país. No hace mucho, vi a miles de manifestantes tamiles inundar las calles del centro de Ottawa, lo que complicaba mucho el tráfico en Parliament Hill. Los conductores atrapados en el atasco esperaban tranquilamente, y algunos hasta tenían el detalle de

tocar la bocina para apoyarlos. Un programa de televisión muy conocido en Canadá es *Little Mosque in the Prairie* (juega con el título de *La casa de la pradera*, con mezquita en vez de casa). Es una comedia de situación sobre unos inmigrantes musulmanes que intentan adaptarse a la vida de una pequeña ciudad en Saskatchewan. Mi ejemplo favorito me lo da la cadena de televisión NBC, que hace poco ha encargado a los comentaristas deportivos Parminder Singh y Harnarayan Singh que presenten *Hockey Night in Canada* (el equivalente a *Monday Night Football* en Estados Unidos) en punjabí, que va camino de convertirse en la cuarta lengua más hablada del país. Entre las láminas de este libro puede verse una fotografía de estos dos caballeros preparándose para comentar un partido de los Toronto Maple Leafs.

En los países nórdicos, el sentimiento público y las políticas de inmigración nacional tienden a caer entre la xenofobia disfuncional rusa y el crisol étnico que crece deprisa de Canadá y Estados Unidos. Desde un punto de vista colectivo, simpatizan moralmente con el sufrimiento de los refugiados y aprecian la necesidad del trabajo inmigrante, pero temen también que se diluya su composición étnica y (en especial) sus lenguas y cultura. Comparadas con Norteamérica, Rusia y los países grandes de Europa, sus poblaciones son pequeñas y bastante homogéneas. Salvo Suecia, ninguno tiene una larga historia de absorción de inmigrantes. La xenofobia está presente y a la mayoría, si se le pregunta, le preocupa más preservar las cosas como están que la pérdida de población o que haya suficientes trabajadores de la construcción.

En principio, todos los países nórdicos han adoptado la política de permitir la entrada libre de trabajadores de cualquier país de la Unión Europea, incluso aunque Noruega e Islandia no son miembros de la Unión Europea.<sup>54</sup> En eso son más acogedores que Rusia, que exige permisos de trabajo hasta a los ciudadanos de los países que, como ella, son miembros de la Confederación de Estados Independientes. Sin embargo, la obtención de la ciudadanía en un país nórdico resulta mucho más difícil, e incluso requiere un examen de lengua. Los inmigrantes de fuera de la Unión Europea no son bien recibidos; su admisión se restringe a un pequeño número de refugiados.

Sin duda, hay algunas diferencias sutiles entre los países nórdicos. El sueco típico es rubio y de ojos azules, pero la verdad es que hay muchos inmigrantes de piel oscura en Suecia. Alrededor del 12 por ciento de la población sueca actual ha nacido en otro país; es una proporción parecida a la de Estados Unidos y Alemania. Islandia también ha acabado por depender bastante del trabajo de los inmigrantes. Antes del hundimiento bancario de 2008, un 10 por ciento de su población había nacido fuera. Los números van descendiendo en los otros países: un 7,3 por ciento en Noruega, un 6,8 por ciento en Dinamarca y un 2,5 por ciento en Finlandia.<sup>55</sup> Finlandia, pese a pertenecer a la Unión Europea y estar, pues, técnicamente abierta a los inmigrantes de los países de la Unión, es el país nórdico que menos inmigrantes acoge, en parte por la dificultad del idioma, pero también por carecer de programas de reclutamiento concertados. No sorprende que se prevea que el crecimiento de la población de ese país esté entre los más bajos del Cerco del Norte: solo un 2 por ciento para 2050 (véase la tabla de la página 228). Si tienen que escoger, muchos

finlandeses prefieren que haya menos inmigración que más, aunque sea al precio de perder población y crecimiento económico.

#### IMAGINARSE 2050

Nuestro experimento mental ha adquirido textura humana. Ante un trasfondo mundial de una riqueza material, un estrés medioambiental y una población mundial crecientes, nos encontramos con la probable situación de unas culturas más pequeñas y florecientes que crecerán entre inviernos más suaves y en la abundancia de recursos naturales del cuarto norte del planeta. Todo indica que esos recursos pueden dividirse, y se dividirán, pacíficamente entre las naciones, y que a las fuerzas del mercado se les permitirá explotarlos. Aunque su población se contraiga, Rusia impera sin rival sobre el potencial económico de las enormes cantidades de gas natural que posee en el Norte. En los demás países del Cerco del Norte la población crece, sobre todo en Estados Unidos y en Canadá, propensa a admitir inmigrantes y con un ritmo de crecimiento cercano al de la India.

Los asentamientos clave y las infraestructuras ya existen, pero su geografía y su calidad varían mucho. Norteamérica es eficiente pero concentrada; Rusia, remota pero llega hasta sus últimos confines. Los mejor desarrollados son los países nórdicos: la corriente del Atlántico Norte los caldea constantemente, tienen una extensa red de carreteras y ferrocarriles de alta calidad, cuentan con sistemas de gobierno estables, y ya existen ciudades, puertos, empresas y universidades, desde las capitales en el sur hasta el remoto Ártico en el norte.

La inmigración global explica la mayor parte del previsto crecimiento de la población del Cerco del Norte. Pero se concentra en las ciudades grandes, en lugares como Estocolmo y Toronto, Fort McMurray y Anchorage. Son avanzadillas urbanas en medio de bellas, extensas soledades. ¿Quién mandará en lo demás?

## Adiós, arpón; hola, maletín

*El cimientto de nuestra cultura está en el hielo, el frío, la nieve.*

Sheila Watt-Cloutier (1953-)

*Los inuialuit son un pueblo orgulloso y adaptable. No habríamos durado tantas generaciones... si no lo fuésemos.*

Nellie J. Cournoyea (1940-)

—MEIDÄN ELÄMÄ ON AINA VAIHTUNUT —dijo mi anfitriona, golpeando con sus nudosas manos la rústica valla de madera para que el énfasis fuese mayor.

Volví prestamente la vista hacia mi nueva traductora de finlandés, quizá demasiado prestamente. Era muy maja y no cabía duda de que algo había en el aire. No lo sabía todavía, pero solo seis semanas después estaríamos prometidos.

—Dice que «siempre estamos cambiando».

—¿Eh? ¡Ah, sí! Pídele que se explaye sobre eso.

En mi defensa, he de decir que podría haberme distraído de la entrevista no importa quién hubiese estado traduciendo. Lo que le estaba oyendo en Laponia a mi entrevistada, una cincuentona pastora sámi de renos, se estaba convirtiendo enseguida en lo que ya había oído en muchas entrevistas a lo largo del Cerco del Norte. Me estaba quedando claro a pasos agigantados que iba a tener que ensanchar de modo considerable la perspectiva con que había abordado este proyecto.

Había ido allá —creía— para escribir un libro sobre el cambio climático. Tenía pensado documentar no solo las realidades físicas del hielo y el suelo que se descongelan, sino las consecuencias que iban a tener para las sociedades aborígenes tradicionales. Quería encontrar los rostros y las tragedias ocultas tras los píxeles de las imágenes tomadas por los satélites y tras los modelos climáticos con los que yo trabajaba. Me imaginaba que me recibirían con gratitud, tras haber viajado miles de kilómetros para dejar constancia de sus recuerdos personales, de sus relatos de cacerías sin carne, de una vida salvaje hambrienta, de un hielo peligrosamente fino. En mi año y pico liberado de procesar números me iba a convertir en la Anna Politkóvskaya del cambio climático ártico.

En el recuerdo es un poco embarazoso. En vez de gratitud solo recibía una mirada resignada y el cansino recitado de historias contadas demasiadas veces. A menudo era yo el tercer, el cuarto o el décimo extraño que interrumpía el atareado verano de alguien con la exigencia de saber cómo

estaba el cambio climático destrozándole la vida. En aeropuertos y hoteles me topaba con equipos de filmación y autores de libros, todos pidiendo pistas que les condujesen a un cazador en apuros al que entrevistar o a un pedazo de hielo derretido al que filmar.

Conseguí todas esas historias de pesadumbre. Mis cuadernos de notas rebosan de ellas. Nuestra pastora de renos sámi se gasta ahora un pico en heno porque unas extrañas lluvias de invierno han hecho que sus animales no puedan apartar con las pezuñas la nieve, convertida en su parte superior en hielo, para comer.<sup>1</sup> No cabe duda de que el cambio climático está sembrando la desolación entre los pueblos del Norte, como se ha descrito en capítulos anteriores. Estos problemas solo empeorarán en el futuro. Pero aislar el cambio climático y presentarlo como la única preocupación a la que han de enfrentarse las sociedades norteamericanas no es obrar de buena fe. No es más que una parte de una historia mucho mayor.



En una vasta parte del muy gélido extremo norte de Canadá, un lugar sin carreteras permanentes y demasiado frío para que haya madera, se está realizando un experimento político notable.

El nuevo Territorio Nunavut —la primera modificación del mapa de Canadá desde 1949— ha celebrado hace poco sus diez primeros años. Con 1,9 millones de kilómetros cuadrados, lo que viene a ser el tamaño de México, es geográficamente lo bastante grande para ser un país de buen tamaño. Pero si lo fuese, con sus apenas treinta mil habitantes tendría la menor densidad de población de la Tierra.

Los que viven allí se están esforzando por cambiar eso. No hay en toda Canadá una tasa de crecimiento de la población tan alta como la de Nunavut, y no depende para ello de inmigrantes extranjeros. Nacen veinticinco niños por cada mil personas, cuando el promedio nacional es de once. Con una edad mediana de solo veintitrés años (en Canadá de cuarenta), Nunavut es jovencísima. Más de un tercio de la población tiene menos de quince años.<sup>2</sup>

Según el último censo de Canadá de 2006, la población de Nunavut aumentó en más de un 10 por ciento en solo cinco años; Iqaluit —su nueva capital, que se ha creado en el lugar que ocupaba una vieja base de las fuerzas aéreas de Estados Unidos de cuando la Guerra Fría—, en más de un 20 por ciento. El porcentaje de viviendas vacías es de cero casi; no se pueden construir viviendas nuevas a velocidad suficiente para seguir el ritmo de la demanda. Un piso se alquila por entre dos y tres mil dólares al mes; la ciudad compite con Fort McMurray por la dudosa distinción de tener los alquileres más caros de Canadá.

Conocí a Elisapee Sheutiapik, la alcaldesa de Iqaluit, en 2007. Bulle de entusiasmo por el potencial de Iqaluit. Es un tiempo apasionante para ser un aborigen del Norte, explica. Estamos

recuperando el control de nuestra tierra. Hay más trabajo y nuevas oportunidades. El mundo entero lo observa.

Describe también sus problemas: precios altísimos de los alimentos, la escasez de viviendas, las adicciones y el cambio climático. La principal plataforma de Nunavut para viajar, el hielo marino, está dejando de ser fiable. Hay otros problemas si en verano la temperatura pasa de 21 grados. Con una risa contagiosa me explica que los nuevos edificios de Iqaluit se están construyendo con aire acondicionado, algo nunca visto por los inuit. Poniéndose seria, habla de los planes que tienen para convencer al gobierno canadiense de que construya un puerto de aguas profundas en su novísima capital.<sup>3</sup>

Puede que lo consiga. Canadá, sin apenas presencia en la región, con dos vecinos con ejércitos gigantescos, se siente muy insegura en lo tocante a su soberanía en el Ártico y sabe que sus asentamientos aborígenes son la clave para afianzarla, lo que la ha llevado en el pasado a abusos como trasladar a familias inuit a siniestros puestos avanzados en las latitudes altas del Ártico en la década de 1950. Aunque los inuit canadienses son un pueblo minúsculo —solo cincuenta mil en 2006 (por cuarenta mil en 1996), la mayoría de los cuales viven en aldeas aisladas dispersas por la costa del océano Ártico—, son la presencia humana dominante en parajes tan inmensos y tan vacíos. En el Ártico, un número pequeño de personas adquiere una importancia desmedida. Una aldea de doscientos habitantes se convierte en un destino mayor; un pueblo de dos mil, en una metrópoli.

Pese a todo lo que hoy pueda parecer, la ansiedad de Canadá por su soberanía es más intensa que nunca. El mundo ha fijado la vista en el Ártico en general y en particular en el Paso del Noroeste —que en realidad contiene varias vías posibles—. Como en cualquier otro sitio, en Canadá las zonas rurales se están despoblando; el rápido crecimiento de su población se debe sobre todo a los inmigrantes extranjeros que se apiñan en las ciudades del sur del país. Canadá sabe que las remotas localidades de los inuit son sus puestos avanzados esenciales y que sin ellos su frente norte estaría vacío. Pero tras décadas de tratar con muy pocos miramientos a sus ciudadanos aborígenes del Norte, de desalentar el uso de sus lenguas y de llevarse a sus niños a internados para que se asimilasen, las relaciones entre el gobierno central de Canadá y ellos han empezado por fin a enmendarse, y parece improbable que esta mejora pueda revertirse.

Un ejemplo de ello es Nunavut. Habida cuenta de que su población en un 85 por ciento es inuit, su creación supone la primera vez en la historia que una minoría aborígen ha establecido una unidad de gobierno estándar —en este caso, un «territorio»—<sup>4</sup> dentro de un país occidental moderno. Imagínese la creación de un nuevo estado de Estados Unidos siete veces mayor que Nevada y con la pequeña población aborígen de Nevada construyendo el nuevo gobierno del estado de arriba abajo, empezando desde cero. Eso es lo que ha pasado en Nunavut.

Es un proceso sacudido por falsos arranques y penalidades crecientes. El pueblo inuit se mueve por esa tundra desde hace milenios, pero las localidades e instituciones permanentes de hoy son

muy recientes. El gobierno en evolución de Nunavut ejerce y se va inventando al mismo tiempo, como si se ensamblase el camión mientras se conduce. Ha de enfrentarse a asentamientos muy alejados a los que no llegan carreteras, tasas de suicidio muy altas, un número insuficiente de trabajadores con educación bastante para cubrir los nuevos puestos de trabajo y una plataforma para los viajes de invierno cada vez más peligrosa. Pero el optimismo abunda. Se está construyendo una sociedad norteña flamantemente nueva partiendo de cero, y el mando lo tienen los inuit. Saben que es una gran oportunidad, no de recrear simplemente las viejas usanzas, sino de construir las nuevas.

#### DEMOGRAFÍA ABORIGEN

En los países del Cerco del Norte viven entre 6 y 26 millones de aborígenes, según como se cuente la población rusa.<sup>5</sup> La Federación Rusa tiene probablemente unos 20 millones, pero solo unos 250.000 están reconocidos de manera legal como tales, así que oficialmente son un 0,2 por ciento de la población rusa (no oficialmente, un 14 por ciento). Estados Unidos tiene 4,9 millones (el 1,6 por ciento de la población), Canadá 1,2 millones (3,8 por ciento), Dinamarca 50.000 (0,9 por ciento), Noruega 40.000 (0,9 por ciento), Suecia quizá 20.000 (0,2 por ciento) y Finlandia 7.500 (0,1 por ciento).<sup>6</sup> Islandia, descubierta por los vikingos en el siglo IX, no tiene ninguno.

Está claro que el porcentaje de la población aborígen en la totalidad de los países del Cerco del Norte es pequeño. ¿Por qué, entonces, se dedica aquí un capítulo entero a su situación y trayectoria? Porque los pueblos aborígenes son un componente clave de nuestro futuro en el Norte.

En primer lugar, las estadísticas nacionales recién citadas enmascaran la importancia de la distribución geográfica. En los territorios más fríos y remotos de los países del Cerco del Norte —los mismos lugares donde están sucediendo muchos de los fenómenos más extremos descritos en este libro—, la población aborígen es desproporcionadamente grande, hasta el punto de que constituye *una minoría abultada o incluso es mayoría*. Alaska es aborígen en un 16 por ciento. En Canadá, los aborígenes abarcan el 15 por ciento de las poblaciones de Saskatchewan y Manitoba, el 25 por ciento del territorio del Yukón, el 50 por ciento de los Territorios del Noroeste y nada más y nada menos que el 85 por ciento de Nunavut. En ciertas partes del norte de Suecia, Noruega y Finlandia, son el 11, el 34 y el 40 por ciento de la población, respectivamente. La danesa Groenlandia es aborígen en un 88 por ciento. En el norte de Rusia, incluso el porcentaje que se reconoce oficialmente es de un 2 por ciento —diez veces la media nacional—, y eso que tal número olvida a casi cuatrocientos mil yakuts aborígenes, que forman un tercio de la población de la república de Sajá.<sup>7</sup>

En segundo lugar, las poblaciones aborígenes norteamericanas están creciendo muy deprisa. Según el último censo de Canadá, se han expandido un 45 por ciento en solo diez años (lo que



corresponde a un ritmo de crecimiento que casi sextuplica el de la población del país en su conjunto). Se prevé que los aborígenes de Estados Unidos, hoy 4,9 millones, lleguen a ser 8,6 millones en 2050.<sup>8</sup>

Vemos, pues, que el rápido crecimiento de la población de Iqaluit no es inusual; solo refleja una tendencia demográfica mucho más general. No obstante, hay una considerable diferencia entre la actitud de los habitantes de Iqaluit y la de los grupos aborígenes que, en número mucho mayor, se dispersan por cientos de empobrecidas reservas del sur de Canadá y de los Estados Unidos contiguos. ¿Por qué están boyantes en Iqaluit mientras que en las reservas viven en permanente depresión? ¿Cuáles son las consecuencias de esto para el futuro del Cerco del Norte? Las respuestas empiezan cuando se cruza la frontera hacia el oeste, y ponen a relucir un tema que, a estas alturas, espero, debe de resultar ya familiar.



El estado de Alaska apenas si tenía ocho años —era todavía más joven que Nunavut ahora— cuando se descubrió el mayor yacimiento petrolífero de Norteamérica en Prudhoe Bay, en su costa norte. A continuación se organizó un pandemónium por quién se quedaba con las tierras.

Era 1968 y el bisoño estado no había terminado de negociar con el gobierno federal de Estados Unidos las transferencias de terrenos. Las compañías petroleras comprendieron inmediatamente que lo hallado era enorme, pero las aguas estaban demasiado heladas para llevar hasta allá un petrolero. Había que tender un largo oleoducto en terrenos públicos para trasvasar el petróleo hasta los mercados del sur, ya fuera mediante un puerto en el golfo de Alaska que estuviese abierto todo el año, o atravesando Canadá. Los modernos ecologistas, recién inspirados por el libro *Primavera silenciosa* de Rachel Carson, que se publicó en 1962, se aprestaron para una batalla épica.

Mientras, se había galvanizado otro grupo para cerrar una herida que escocía desde hacía mucho: ¿quién poseía la tierra en la que el pueblo aborigen había vivido siempre? Aun antes de que Estados Unidos le comprase Alaska a Rusia en 1867, los aborígenes de Alaska llevaban mucho tiempo preguntando cuándo y cómo había llegado el zar a adquirir la posesión de lo que para ellos era su tierra.<sup>9</sup> Pero no parecía que a nadie le preocupase mucho esa cuestión. Llevaba fermentando, pasada por alto, sin que llegase a la conciencia pública, desde hacía más de un siglo.

Para cuando se encontró el petróleo en Prudhoe Bay, los tiempos habían cambiado. El movimiento por los derechos civiles en Estados Unidos le había enseñado a una generación nueva el poder de las querellas y de las protestas organizadas. La Federación de los Nativos de Alaska y otros grupos habían estado litigando contra Washington para que se suspendiesen las transferencias de terrenos federales al nuevo estado de Alaska mientras no se hubiese decidido

sobre sus reivindicaciones territoriales ancestrales. Muchas de las reivindicaciones se solapaban y, sumadas, cubrían una superficie de terreno mayor que el nuevo estado. Era un lío. En 1966, el secretario del Interior Stewart Udall (padre del actual senador por Nuevo México Tom Udall) declaró una «congelación de tierras» que realmente detenía todas las transferencias de tierras al nuevo estado mientras no se aclarase el lío. Cuando se encontró el petróleo y se empezó a hablar de un oleoducto, la importancia de las consecuencias legales de las reclamaciones de los aborígenes aumentó enormemente. ¿De quién era de verdad esa tierra? De pronto, Alaska —un lugar que era más o menos tan conocido como Nunavut lo es ahora— le importaba a todo el mundo. Mientras la cuestión no estuviese zanjada, no se podría construir un oleoducto.

Los legisladores del estado y las compañías petroleras empezaron a hacer campañas de presión para que el Congreso actuase de prisa sobre un oscuro problema ignorado desde la compra de Alaska en 1867. Después de tres años de animada actividad política en el Capitolio, el resultado final fue la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos, firmada por el presidente Richard Nixon en 1971.<sup>10</sup>

El gran trato de la nueva ley fue este: los aborígenes de Alaska renunciaban para siempre a sus reivindicaciones ancestrales de la tierra del estado de Alaska, así como a su derecho tradicional de cazar y pescar sin atenerse a regulaciones. Además, los viejos tratados de sus reservas quedaban anulados. A cambio, se les concedía un título de propiedad completa, solo sometida a las obligaciones ordinarias con el Estado, de dieciséis millones de hectáreas —alrededor de una novena parte del estado de Alaska— y los derechos sobre los minerales que contuviesen, más casi mil millones de dólares contantes y sonantes y un plan de negocio.

El gobierno de Estados Unidos acababa de convertir a los nativos de Alaska (los aborígenes) en los mayores terratenientes privados del estado de Alaska.<sup>11</sup> El terreno se dividía geográficamente entre doce «corporaciones regionales» que gestionarían las nuevas propiedades y los fondos en dinero, y supervisarían la posterior inclusión de más de doscientas pequeñas corporaciones municipales dentro de sus fronteras. Esas nuevas compañías tenían a partir de aquel momento libertad para perseguir los beneficios que pudieran obtener gracias a sus nuevos activos, beneficios que luego se repartirían en forma de dividendos entre los accionistas. Para ser accionista había que tener una cuarta parte de sangre nativa de Alaska, ser ciudadano de Estados Unidos y estar inscrito en una corporación regional o municipal. Hasta se constituyó una corporación especial desprovista de tierras para quienes, pese a cumplir las condiciones para ser accionistas, no viviesen en el estado.<sup>12</sup>

La Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos se diferenciaba de los anteriores tratados con los aborígenes en dos aspectos importantes, al menos. El primero, que se les concedió una enorme cantidad de terreno, mayor que la superficie de todas las reservas indias de Estados Unidos juntas. Algunos se quejaron de que incluso dieciséis millones de hectáreas eran insignificantes comparadas con lo que se les había robado, pero no cabe duda de

que se trataba de una extensión colosal si se la comparaba con lo otorgado en anteriores tratados. En segundo lugar, esa ley no creaba santuarios permanentes para una tradicional y perpetuada vida de mera subsistencia; muy al contrario, incentivaba el uso de las tierras concedidas no solo para cazar y pescar, sino para una actividad capitalista, a cargo de las empresas y accionistas aborígenes, que espolease el desarrollo y el crecimiento económico. La nueva ley hizo saltar por los aires el viejo modelo de la reserva de aborígenes y en su lugar puso uno nuevo, el de los negocios de aborígenes.

Hoy, las corporaciones regionales propiedad de los aborígenes de Alaska y sus subsidiarias valen miles de millones. De ellas han nacido cientos de industrias auxiliares para los yacimientos de petróleo y gas, de empresas de construcción, de transportes, de ingeniería, de gestión de instalaciones, de desarrollo de terrenos, de telecomunicaciones, de turismo, por citar solo algunos sectores. Publican informes para los accionistas, eligen consejos de administración y redactan planes quinquenales. Como otras empresas, a algunas les ha ido bien y a otras no. Algunas han estado mal dirigidas y han acabado en la bancarrota. Otras han malgastado el dinero con que se las dotó, han talado sus bosques y han vendido la tierra o la han cedido a los accionistas. Pero las que han tenido éxito, sobre todo en zonas remotas, se han convertido en una fuerza dominante de la política y de la sociedad de Alaska. Se crean puestos de trabajo, se atrae a otros negocios, a los que ofrecen servicios logísticos. Todos los años les pagan a sus accionistas miles de dólares en dividendos.

La Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos fue solo el principio del apoderamiento de los aborígenes de Alaska. Allanó además el terreno para gobiernos autónomos, como el borough de North Slope, que ha tenido un éxito enorme: ha construido escuelas, alcantarillados y depuradoras de agua, y ha proporcionado muchas otras mejoras de la calidad de vida en North Slope al gravar las actividades de los yacimientos petrolíferos. Buena parte de su éxito hay que atribuirlo al modelo implantado por la Ley de Conciliación. No sorprende que los aborígenes de Alaska apoyen hoy las prospecciones en busca de petróleo y gas, el desarrollo de terrenos y los negocios en general más que las generaciones anteriores.

#### FUERA DE ALASKA

Lo que ha pasado en Alaska ha inspirado a grupos aborígenes de todo el mundo y ha impulsado en Canadá una era de acuerdos generales sobre las reivindicaciones modernas de tierras. En 1973, los inuit, los cree y otros tenían también equipos legales para promover sus reivindicaciones territoriales y, siguiendo el ejemplo de Alaska, detuvieron proyectos de explotación de los recursos naturales mientras no se hubiesen zanjado los pleitos.<sup>13</sup> Solo cuatro años después de la

aprobación de la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos, la resistencia de los aborígenes a la construcción de una serie de presas hidroeléctricas condujo al Acuerdo de la Bahía de James y del Norte de Quebec, la primera conciliación moderna en Canadá por reivindicaciones territoriales. En 1974, los pueblos dene, métis e inuit asombraron al mundo al lograr que se interrumpiese el Proyecto del Gas del Mackenzie, un gasoducto que se venía proyectando desde hacía mucho para llevar el gas natural del Ártico hasta los mercados del sur y una piedra angular del plan de desarrollo del norte de Canadá. Las negociaciones fueron aún más largas, pero hoy, con los acuerdos que zanján las reivindicaciones territoriales en vigor y con sus negocios en marcha, la mayoría es partidaria acérrima del gasoducto.<sup>14</sup> Como en el caso de la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos, sus corporaciones y empresas propiedad de aborígenes se beneficiarán mucho con el proyecto, que se podría emprender en 2018.<sup>15</sup>

Los acuerdos modernos sobre las reivindicaciones territoriales en Canadá han ido evolucionando hasta llegar mucho más lejos que las meras corporaciones comerciales de la Ley de Conciliación. Desde el principio, los negociadores aborígenes insistieron en que los nuevos acuerdos no solo promulgasen derechos de propiedad, sino también de índole política, social y cultural. Muchas conciliaciones establecen además el autogobierno político. Recaudan regalías por la extracción de minerales, petróleo y gas subsuperficiales, y no solo en las propiedades concedidas, sino en los terrenos públicos que las circundan.<sup>16</sup> Las corporaciones aborígenes y el gobierno de Canadá toman ahora decisiones conjuntas sobre el desarrollo de terrenos, la gestión de la vida salvaje y la protección medioambiental en esas tierras públicas. Las compañías de fuera han de contratar a un número prescrito de trabajadores y empresas aborígenes. En esos documentos abundan las medidas para la protección de la lengua y la cultura nativas. Acuerdos tan complejos requieren años de negociaciones, ocupan cientos de páginas y contienen a menudo provisiones para más negociaciones en el futuro.<sup>17</sup>

Tras casi cuatro décadas, la era de los acuerdos sobre las reivindicaciones de tierras geográficamente grandes se acerca en Norteamérica a su fin. Más de la mitad de Canadá está ahora bajo la jurisdicción de una conciliación u otra; las más recientes son de 2008 y 2009.<sup>18</sup> La última fase consistirá en una oleada de acuerdos menores a lo largo de Canadá en los diez o veinte próximos años.<sup>19</sup> Y con eso ya se habrá hecho todo.

¡GROENLANDIA MANDA!

El tercer lugar donde los pueblos aborígenes del Norte han arrebatado el poder político a distantes capitales mucho más al sur es Groenlandia. Durante casi tres siglos, esta isla enorme, enterrada bajo glaciares, a menos de setecientos kilómetros de Iqaluit, fue una colonia de

Dinamarca, pero su lengua y su población —hoy de unas cincuenta y siete mil personas— es abrumadoramente inuit de Groenlandia («groenlandesa»), con una buena mezcla de sangre danesa.

Como en Canadá, no pasó desapercibida en esta helada provincia danesa la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos de 1971. En ese mismo año en que se aprobó, los groenlandeses eligieron para su consejo provincial<sup>20</sup> a varios jóvenes radicales, entre ellos un desconocido maestro de veinticuatro años de edad, Lars-Emil Johansen (al que conocería muchos años después cuando ya era ex primer ministro de Groenlandia) y el agitador Moses Olsen. Estos dos protestaban estridentemente contra la soberanía danesa en Groenlandia, y por primera vez que se recordase, los groenlandeses empezaron a pensar en serio en desembarazarse del dominio colonial danés.

Un año después, los groenlandeses rechazaron con claridad incorporarse a la Comunidad Europea (la predecesora de la actual Unión Europea): el 70 por ciento de ellos votaron «no» en el referéndum convocado por Dinamarca. Junto con el creciente nacionalismo, los recursos naturales eran de nuevo la causa principal, pero esta vez por la razón opuesta: la entrada de Dinamarca en la Comunidad Europea impondría a Groenlandia restricciones pesqueras y una prohibición de la venta de pieles de foca, lo uno y lo otro gravoso para las pequeñas economías aborígenes. En el referéndum ganó el sí, pero el voto contrario de Groenlandia despertó a Copenhague. En unos meses, el Parlamento danés estaba cooperando con el ministro de Groenlandia y el consejo provincial para tantear la posibilidad del autogobierno político. Los groenlandeses aprobaron entonces en un referéndum, con una mayoría abrumadora, seguir adelante con la idea. En 1979 se aprobó la Ley de Autonomía de Groenlandia; Groenlandia se convirtió en un país políticamente autónomo dentro del reino de Dinamarca.<sup>21</sup> En 1982 se retiró de la Comunidad Europea.

La Ley de Autonomía de Groenlandia no era una «reivindicación territorial», en el sentido de que se persiguiese un título de propiedad, pues no hay tierras privadas en Groenlandia (se pueden construir estructuras de propiedad privada, pero la tierra es toda un bien público). Pero al final el resultado fue el mismo. Durante los treinta años siguientes, los groenlandeses controlarían el uso de su tierra y emprenderían la construcción de un gobierno, unos servicios y un aparato político autónomo, como Nunavut está haciendo hoy.

Así fue durante tres décadas, hasta que, en 2008, los groenlandeses volvieron a las urnas. Un nuevo referéndum proponía llevar aún más lejos el divorcio con Dinamarca. Las vastas reformas incluían hacerse con el control de la policía, los tribunales y la guardia costera. La lengua oficial de Groenlandia pasaría de ser el danés a ser el groenlandés. Los ingresos que reportasen futuras explotaciones petrolíferas y gasíferas se compartirían entre los dos países, de modo que las subvenciones danesas necesarias para la supervivencia de Groenlandia se pudieran ir suprimiendo. Groenlandia dirigiría sus relaciones con otros países. En el referéndum ganó el sí con una mayoría abrumadora y lo aprobado entró en vigor en 2009. Esta isla —rebotante de gas

en sus mares por un lado y por el otro— se encuentra ahora en el camino político hacia una independencia completa.<sup>22</sup>

#### LA GEOGRAFÍA POCO EQUITATIVA DEL PODER ABORIGEN

Los acuerdos modernos sobre las reivindicaciones territoriales en Norteamérica y la Ley de Autonomía en Groenlandia tienen una gran importancia. Políticamente, presagian un cambio fundamental en el poder: los gobiernos centrales habrán de transferírsele a los aborígenes. Económicamente, presagian la abolición de una cultura del paternalismo y el bienestar, y que en su lugar vendrá la inserción de los pueblos aborígenes en la moderna economía global. Estos compromisos nuevos están ahí para quedarse. En Canadá, por ejemplo, los nuevos acuerdos sobre las reivindicaciones territoriales están protegidos hasta por una enmienda constitucional.<sup>23</sup> Esta tendencia a la transferencia de poderes es un paso hacia delante gigantesco con respecto a los abusos del pasado. Señala el regreso de la autonomía y la dignidad, en el sentido más hondo, a muchos pueblos aborígenes del Norte.

Obsérvese que digo «del Norte». Esa recuperación del control se está produciendo al norte del paralelo 60. Los diversos pueblos que viven allí arriba —los nativos de Alaska, los inuit, los indios del Yukón, la nación dene y los groenlandeses, entre otros— son los que más razones tienen para regocijarse.

La geografía y la suerte explican el desigual patrón espacial de este nuevo poder efectivo de los aborígenes. Si muchos grupos nortños remotos se libraron en los siglos XVIII, XIX y principios del XX de que se les engatusase para que aceptaran tratados a la vieja usanza, fue porque su tierra estaba muy lejos y no resultaba deseable. La tundra de permafrost y las turberas de abetos eran poco apetecibles para los colonos blancos. A los aborígenes del Norte se les infectaba, acosaba y reasentaba, pero no se les forzaba a firmar la renuncia a toda reivindicación territorial. Al no haberse firmado tratados históricos, sus reivindicaciones ancestrales sobre la tierra no se extinguieron nunca.<sup>24</sup> Legalmente, esto los dejó en una posición negociadora fuerte para cuando, en los años setenta, llegó la época de una interpretación más progresista de sus derechos legales y civiles.

Pero lo más importante es que, al ser tan remota su posición geográfica, todavía quedaba algo por lo que negociar. En Norteamérica, la tríada perfecta que forman los combustibles fósiles, la energía hidráulica y los derechos civiles convergió en unos territorios federales o de la Corona vacíos, controlados solo por Washington y Ottawa. Antes de los nuevos acuerdos sobre las reivindicaciones territoriales, apenas si se había privatizado alguna parte de esos territorios. Las nuevas corporaciones aborígenes son, pues, los primeros y últimos terratenientes de alguna importancia en la parte más septentrional de Norteamérica.



La geografía poco equitativa del poder de los aborígenes. Las zonas sombreadas indican las tierras en las que los grupos aborígenes tienen el control total o parcial, sea mediante reservas, propiedades transferidas o la gestión conjunta por medio de acuerdos modernos sobre la autonomía o las reivindicaciones territoriales. Las fronteras marcadas en Alaska delimitan las jurisdicciones de las doce corporaciones regionales establecidas por la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos de Alaska. El control por los aborígenes es mayor en las partes más septentrionales y en Groenlandia; en el sur de Canadá y en los 48 estados contiguos de Estados Unidos se restringe a reservas mucho menores, establecidas por tratados históricos. (Los datos del mapa se han recogido de muchas fuentes.)<sup>26</sup>

La situación es totalmente distinta en el sur de Canadá y en los 48 estados contiguos de Estados Unidos. Aunque la ley colonial británica mantenía un mínimo respeto al derecho de propiedad de los aborígenes sobre sus tierras,<sup>25</sup> ya sabe usted cuál fue la historia de los siglos de muerte y reubicación que siguieron a la colonización europea del Nuevo Mundo. Entre 1492, cuando Cristóbal Colón dio con Haití (y llamó equivocadamente a sus habitantes «indios») y 1923, cuando se firmó en Canadá el último tratado de creación de una reserva india, Norteamérica fue un lugar donde los colonos blancos disparaban y contagiaban a los aborígenes y conspiraban para echarlos de sus tierras. Tras millones de muertos y cuatro siglos de tratados sesgados, sus descendientes habían quedado encajonados en minúsculos y dispersos fragmentos de territorio, a menudo rodeados por propiedades privadas. Estos tratados, no importa lo injustos que parezcan conforme a los criterios actuales, extinguían sus reivindicaciones territoriales. No tenían la esperanza de otro. Las reservas podían crecer, pero solo si compraban las fincas de los vecinos, si es que las vendían, a precio de mercado. Incluso cuando estaban rodeadas de terrenos públicos,

al haberse extinguido sus reivindicaciones no tenían nada en que apoyarse legalmente para reclamar un nuevo tratado.<sup>27</sup>

La Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos de Alaska entregó unos 16 millones de hectáreas en propiedad a los nativos de Alaska. Los acuerdos modernos sobre reivindicaciones territoriales firmados en Canadá cedían el control, conjunto o total, de más de cuatrocientos millones de hectáreas,<sup>28</sup> con decenas de reivindicaciones de menor monta todavía pendientes. Por el contrario, el total de las reservas de aborígenes en los 48 estados contiguos de Estados Unidos es de unos treinta millones de hectáreas, lo que, si se pudiesen juntar todos los pedazos, viene a ser la superficie de Colorado. La población de las reservas puede crecer, pero sus fronteras no. No serán otro Nunavut.

#### EL ARGUMENTO DE LA PRESIDENTA KESKITALO

Estaba en Tromsø con Aili Keskitalo, presidenta del Parlamento sámi noruego. Me estaba describiendo las penalidades de su pueblo sámi (los lapones),<sup>29</sup> los ocupantes aborígenes del norte de Europa. Aquella menuda madre de treinta y ocho años de edad se echó para adelante en la silla mientras hablaba con calma, pero los ojos azules se le encendían.

—Nuestra lengua. Nuestros símbolos. Nuestros conocimientos tradicionales. Están amenazados; en algunas partes, en muy gran medida. ¡Se nos ha de escuchar cuando se explotan los recursos naturales!

Moví la cabeza. Una vez más, mi proyecto del cambio climático se iba al garete. ¿Cuánto faltaba para que se pusiese a hablar de la nieve endurecida y de los renos hambrientos? Pero entonces, mientras me explicaba que su Parlamento estaba muy ocupado pero era políticamente impotente, sin voto en Oslo, unió por mí, sin saberlo, los puntos hasta entonces inconexos.

—El cambio climático hace que el petróleo, el gas, los recursos minerales del Norte sean más accesibles. Así que la necesidad de tener control sobre la gestión de los recursos es aún más importante a causa del cambio climático. —Se volvió a echar para atrás, exasperada—. Si no tienes representación, ¿cómo vas a tener influencia en la gestión de los recursos?

Si hubo un momento en que mi perspectiva del futuro de los países del Norte por los que estaba viajando se ensanchó de pronto, probablemente fue ese. Hablamos un poco más, de modo que pude ensamblar en mi cabeza lo que en la suya tan evidente era. Todo está ligado. El hielo que mengua, la demanda de recursos naturales y el poder político: cada uno de estos factores tira de los demás. Mi formación científica me había conducido erróneamente a diseccionar, aislar y clasificar. Es un buen camino cuando el problema está enfocado, pero no siempre es el mejor para llegar a un conocimiento sinóptico del mundo.

A los aborígenes del Norte no les gusta que se les presente como víctimas desgraciadas del



cambio climático. Tampoco esperan que sus gobiernos centrales vayan a resolverles sus problemas. Todo lo contrario. Tras numerosas entrevistas con líderes aborígenes,<sup>30</sup> el mensaje más resonante de los que oí era el de que deseaban más autonomía, más control, tener más voz acerca de lo que pasa o no pasa en aquellas tierras. Los daños causados por el cambio climático —que ya van siendo visibles— solo intensifican su sensación de que la cosa urge. Más control les daría más resistencia, más adaptabilidad, para vérselas con las consecuencias. Las personas que conocí no ponen su esperanza en que se les manden desde el exterior fuerzas especiales que les salven del cambio climático. Quieren el poder —y sí, los ingresos que los recursos naturales generan— para salvarse por sí mismas.

Con esta nueva visión podía comprender que la presidenta Keskitalo estuviese hasta las narices. En los tres países de que he hablado hasta aquí —Estados Unidos, Canadá y Dinamarca—, los aborígenes del Norte se están volviendo políticamente poderosos. En los países nórdicos y en Rusia, no.

#### LA SITUACIÓN DE LOS SÁMI

Los europeos están fascinados con sus sámi. Mucho después de que Alemania y Francia se hubiesen llenado de ciudades grandes, los sámi seguían viviendo en tiendas, se desplazaban con sus renos, vivían de la tierra pescando, poniendo trampas y cazando. Su cultura, mística, muy espiritual, está saturada de nexos con el mundo natural, como se expresa en las bellas canciones recitadas que llaman *joiks*. Además, son blancos. Al contrario que la mayoría de los aborígenes del Norte, su origen es europeo en vez de mongol. Muchos sámi tienen la piel blanca, los ojos azules y el pelo rubio. Se debe en parte a siglos de mezclarse con los nórdicos, pero genéticamente los sámi están mucho más cerca de los vascos que de los inuit.

Hoy, viven unos setenta mil sámis en «Sápmi», su tierra ancestral, que se extiende a lo largo del norte de Fennoscandia (véase el mapa de las páginas 10-11.) Pero Sápmi está fragmentada hoy en cuatro partes, pertenecientes a Noruega, Suecia, Finlandia y Rusia. Está desmembrada.

Puede que la población sámi no forme nunca una sola unidad política colectiva dentro de un mismo país, como sí ocurre con los pueblos aborígenes de Canadá y Groenlandia. El pastoreo tradicional de renos, que trashumaba por toda Sápmi, es difícil o imposible. También los noruegos, los suecos, los finlandeses y los rusos se han trasladado allá, y consigo han llevado el desarrollo industrial, la privatización de la tierra y la pérdida de terrenos de caza y para pastos. Con cuatro sistemas judiciales diferentes en los que orientarse, la capacidad colectiva que los sámi tienen de plantear batallas legales contra esas intrusiones se disipa y limita. Y a diferencia de lo que pasó en Norteamérica y Groenlandia, ni uno de esos cuatro gobiernos da la menor

muestra de que quiera llegar a un acuerdo general sobre las reivindicaciones territoriales o que piensen en un nuevo Estado sápmi o en una autonomía para cada fragmento.

Sin embargo, hay diferencias entre los cuatro países. Desde 1989, Noruega, Suecia y Finlandia cuentan con parlamentos sámi elegidos; Rusia, no. Estos parlamentos son políticamente débiles; sirven sobre todo como foros y asesores de sus gobiernos centrales, pero al menos dan una voz a los sámi. El de Noruega, el más antiguo y mayor, es el más efectivo de los tres.

Además, cuando se trata de defender los derechos de los aborígenes conforme al derecho internacional, Noruega es el único de los países del Cerco del Norte que presta su apoyo. Fue el primer país del mundo que ratificó la Convención 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT); el gobierno noruego se comprometía así a preservar sus pueblos, culturas y lenguas aborígenes por medio de actuaciones expresas (Dinamarca también ratificaría después ese tratado de la OIT). Noruega ha sido también el único de los cinco países del Cerco del Norte que adoptó la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas en 2007.<sup>31</sup>

En parte para cumplir las obligaciones que había contraído al firmar estas leyes, Noruega aprobó en 2005 una especie de pseudoley de las reivindicaciones territoriales, la llamada Ley de Finnmark. Aunque no se refería específicamente al pueblo sámi, transfirió la propiedad de tierras que eran del gobierno noruego a su condado más septentrional y de mayor tamaño, donde el 34 por ciento de la población es sámi.<sup>32</sup>

Por floja que parezca según la vara de medir norteamericana, la Ley de Finnmark es lo mejor que cabe encontrar en esa parte del mundo. No se vislumbran tendencias parecidas en Suecia, Finlandia o Rusia. Ninguno de estos países ha ratificado la Convención 169 de la OIT y no se habla de conciliaciones de reivindicaciones territoriales. En Laponia, los sámi se quejan de los impostores que les roban su cultura, se visten con ropas falsas y destrozan su lengua para los turistas.<sup>33</sup> Donde más deprimente es la situación de los sámi es en Rusia, donde una pequeña población de dos mil personas poco puede esperar.

Atrapados en la península de Kola —el núcleo militar e industrial del norte de Rusia—, están en su mayor parte desempleados y no tienen un parlamento. Los pocos pastores de renos que quedan se quejan de que se han privatizado y cercado sus pastos, y de una horrible contaminación medioambiental causada por las minas, las fundiciones y la radiactividad que se escapa de viejos reactores nucleares. Los soldados rusos a veces matan los animales para comer o por diversión.<sup>34</sup> Atados por la pobreza, sin tierras propias, sin voz política, están perdiendo muy deprisa su lengua aborígen. De las cuatro piezas en que se fragmenta Sápmi, la de Rusia es la que tiene un futuro más incierto.

Acompañados por el ruido del helicóptero, un Mi-8 de color naranja de la época soviética, sobrevolábamos la taiga apiñados contra uno de sus pequeños ojos de buey. Por debajo de nosotros, una inacabable llanura de lagos musgosos, de algodonosas hierbas *Eriophorum*, de coníferas encorvadas se extendían hasta el infinito. Mi alumna de doctorado Karen Frey murmuraba tras una cámara de vídeo mientras yo escribía notas y coordenadas de GPS en un cuaderno. Por aquí y por allá se extendían a través de la tundra débiles rastros de renos, pero el paisaje permanecía inmóvil. Llevábamos sobre él media hora sin haber visto una señal de vida.

De pronto, los rotores del Mi-8 emitieron como un grito agudo y nos quedamos cernidos. De delante nos llegaban chirridos y voces de hombres que hablaban en ruso. El pesado helicóptero posó lentamente toda su masa sobre el suelo y con un sonido metálico se abrió la puerta. Desde el cavernoso interior unas blancas manos rusas sacaron una bolsa de arpillera llena de patatas. Desde fuera se acercaron unas manos morenas y curtidas para cogerla.

Habíamos descendido en el campamento de una familia de nenets, uno de los mayores entre los diversos pueblos aborígenes del Norte ruso que se dedican al reno. Su *chum*, una tienda circular, entre un tipi y una yurta, estaba hecha de palos de madera atados y pieles de reno. Había corrales y largos trineos con patines de madera curvada. Unos niños sucios y encantadores nos miraban. Pieles de reno recién arrancadas estaban puestas a secar. Había humo por todas partes, de las hogueras que ardían para alejar a los insectos. Nuestro Mi-8 no era un helicóptero, sino una máquina del tiempo. Los nenets son uno de los últimos pueblos de la Tierra que todavía practican con sus renos el antiguo nomadismo.

Los antropólogos, incluso los rusos, han tenido una visión romántica de escenas siberianas como esas. Pero la mayoría de los pueblos aborígenes rusos no viven nostálgicas vidas de frontera en medio de la tierra. Muy al contrario, viven en pueblos ásperos, pobres, multiétnicos, donde cunden el desempleo, el alcoholismo y el suicidio.<sup>35</sup> La esperanza de vida es baja. La potestad que tienen los aborígenes de controlar la explotación por otros de los recursos naturales es prácticamente nula, como lo es la cantidad de regalías que reciben por ella. No tienen perspectiva alguna de que vayan a recibir títulos de propiedad de la tierra, como ha sucedido en Estados Unidos,<sup>36</sup> y aunque la tuviesen, la ley rusa establece todavía que los derechos sobre la energía y los minerales del subsuelo pertenecen al Estado. Como los rusos étnicos son abrumadoramente más, no hay esperanza de que haya grandes mayorías políticas aborígenes, salvo en *okruga* (regiones) y *raiony* (distritos) pequeños. Las excepciones, como un puñado de yukagires que consiguieron el autogobierno de la república de Sajá,<sup>37</sup> son raras. Con tan poco poder político, hasta sus alimentos salvajes están amenazados constantemente por los intereses comerciales. Un caso reciente es el de los aborígenes de Kamchatka que rogaron al presidente Medvédev y al primer ministro Putin que detuviesen la subasta de concesiones sobre sus ríos salmoneros porque, si no, se morirían de hambre.<sup>38</sup>

Los aborígenes del norte de Rusia no tienen tiempo para debatir modelos de gobierno o formas

de repartir los ingresos generados por la explotación de los recursos naturales. Su prioridad es, pura y simplemente, poder seguir accediendo a la vida salvaje y a la tierra, y mantener alejadas las industrias intrusas que las dañarían. El antropólogo Aleksandr Pika, que dedicó su vida al estudio de los aborígenes del Norte hasta que se ahogó en 1995 al naufragar en el mar de Bering junto con cinco esquimales y tres estadounidenses, escribió:

Los pueblos [aborígenes] del Norte, numéricamente pequeños, viven en tierras ricas en petróleo, gas natural, uranio, estaño, madera y otros recursos. La sociedad no ha aprendido todavía a tomar esos recursos sin dañar la naturaleza. La sociedad no puede vivir, de hecho, sin tocar esos recursos. Los pueblos del Norte son a menudo culpables sencillamente porque viven en esas tierras y su misma existencia supone un problema para el Estado. A muchos, en efecto, les parece que sin esos pueblos no habría tales problemas y que los pueblos del Norte deberían entenderlo y no quejarse demasiado alto o demasiado a menudo.<sup>39</sup>

Esto no quiere decir que al gobierno ruso, o más en general a los rusos, les dé lo mismo lo que les pase a sus aborígenes. Se nos advirtió con toda seriedad a mi alumna y a mí que respetásemos la privacidad de la familia de nenets y no los fotografiásemos, y de las concesiones comerciales del salmón de Kamchatka, trece se retiraron para proteger los derechos de pesca tradicionales de los aborígenes. Según las viejas leyes soviéticas, los aborígenes no podían reivindicar legalmente las tierras o sus recursos, pero eso ha cambiado un poco con la Federación Rusa. Su Constitución de 1993 establece que deben protegerse tierras y recursos «por ser el fundamento de la vida y las actividades de los pueblos» que viven en ellas, y confiere al gobierno central y a los regionales la responsabilidad de proteger «las formas tradicionales de vida». Para materializar estos preceptos constitucionales de índole general, Moscú promulgó en 2001 tres leyes federales más sustanciales que abordaban, de modo concreto, los derechos de los aborígenes a la tierra.<sup>40</sup> Entre esas reformas, la principal es la recuperación de los *obshchiny*, pequeñas parcelas de propiedad grupal cuyo uso exclusivo para la subsistencia tradicional puede ser solicitado por familias, clanes o aldeas.

Según un dicho bien conocido en Rusia, la obediencia a las leyes federales es inversamente proporcional a la distancia geográfica a Moscú. Sin embargo, estas nuevas, al menos sobre el papel, suponen un avance considerable para los rusos aborígenes. Si bien Rusia no ha ratificado la Convención 169 de la OIT, está claro que las nuevas leyes están redactadas en conformidad con muchas de sus directrices. Tiene su interés que la reciente recentralización del poder, que empezó con Vladimir Putin y fue denostada por la prensa occidental, sea una buena noticia para los cuarenta y cinco grupos aborígenes oficialmente reconocidos en Rusia: si Moscú exige a los lejanos gobiernos regionales que apliquen y obliguen a cumplir las nuevas leyes federales, esos aborígenes estarán mejor protegidos.

Hay que trazar una última distinción, de una importancia capital, entre las nuevas políticas aborígenes que se están forjando en Norteamérica y en Groenlandia, y las del norte de Europa y Rusia. Las primeras les conceden su valor a las culturas tradicionales del pasado y las protegen, pero a la vez se sientan a la mesa del futuro y les transfieren el poder político, las decisiones tocantes a la gestión del territorio y los ingresos que reportan los recursos naturales, incluso las regalías del petróleo y del gas. En cambio, en los países nórdicos y en Rusia las políticas en ciernes persiguen la conservación de la cultura y de las formas de vida «tradicionales» por encima de todo. Así, en Rusia, un requisito clave para obtener las protecciones y privilegios que se conceden a los aborígenes, entre ellas los *obshchiny*, es contar con una prueba verificable de que se practica una de esas actividades tradicionales (criar renos, por ejemplo, o subsistir gracias a la caza y la pesca). Además, se conserva la vieja tradición soviética de limitar el reconocimiento legal de la condición de aborígenes a las poblaciones de cincuenta mil personas como mucho, así que pueden obtener esos privilegios los grupos pequeños y dispersos, pero no los grandes. La primera impresión es que se trata de políticas nobles: ¿qué hay de malo en intentar que culturas ancestrales que están desapareciendo no se extingan del todo? Pero, como se dice en el reciente *Informe sobre el desarrollo humano del Ártico*, «hay que cuestionar la tendencia que se tiene, cuando se habla de las sociedades indígenas, a considerar que el cambio es una amenaza contra alguna “tradición” inmemorial, mientras que cuando afecta a las sociedades occidentales se le llama “progreso”».41

Dicho sin ambages, las políticas relativas a los aborígenes que aplican los nórdicos y los rusos alientan la momificación de los aborígenes y de sus maneras históricas de proceder, de modo que las convierten en muestras vivas de folclore. Las nuevas protecciones legales —por bienintencionadas que sean y por ardientemente que las hayan deseado sus destinatarios—, al no ir lo bastante lejos, incurren en el paternalismo, pura y simplemente. A los aborígenes se les da permiso para seguir con sus viejas usanzas —lo que agradecen los ancianos de las aldeas y los futuros antropólogos—, pero se les niegan las formas de hacerse fuertes que más importan para los tiempos venideros: el poder político, que se les escuche en lo que se refiere al uso y desarrollo de la tierra, y el derecho a recibir regalías del gas natural, el petróleo y los minerales que se extraerán de debajo de sus pies. A sus culturas se les niega el derecho de evolucionar; muy al contrario: se las guarda en conserva dentro de una campana de cristal.

Cuando intento imaginarme el papel de los aborígenes de los países del Cerco del Norte en 2050, mi impresión es que se desarrollarán dos escenas muy diferentes. En el hemisferio oriental veo unos enclaves históricos fascinantes, donde se seguirán practicando en la tierra las tradiciones ancestrales de la subsistencia. Las vidas allí no serán muy diferentes a las actuales, salvo porque se habrán convertido en exhibiciones museísticas vivientes, asediadas por los antropólogos y la industria turística mundial. En el hemisferio occidental imagino que arraigan unas sociedades nuevas, sin precedentes, una mezcla única de lo viejo y de lo nuevo que, en algunas cosas, se

quedan con la cultura tradicional y en otras la abandonan. Los individuos se ocupan de sus corporaciones empresariales por la mañana y se van de caza por la tarde (se protege a las focas oceladas y a los osos polares, pero las focas comunes y los salmones se están yendo ahora para allá). Los oleoductos y gasoductos y los puertos menudean, el gas natural fluye hacia el sur y las regalías hacia el norte. En Canadá se ha fundado la primera universidad por encima del paralelo 60.<sup>42</sup> La flota mundial galea en el mar, pero la tierra les pertenece a ellos. Veo a quienes fueron los primeros capataces y guardianes de esas tierras haciéndose con ellas de nuevo.

## Tercera parte

## FINALES ALTERNATIVOS



## El informe del Pentágono

Hasta aquí, nuestro experimento mental ha estado propulsado por cuatro grandes motores, por las cuatro fuerzas globales de la demografía, la demanda de recursos naturales, la globalización y el cambio climático. Ha aparecido una quinta —los marcos legales duraderos— cuando se ha abordado la soberanía sobre el fondo del Ártico y el poder político de los pueblos aborígenes. A lo largo de este libro no hemos salido de los confines delimitados por las siguientes reglas fundamentales, tal y como se ha expuesto en el capítulo 1:

No hay milagros en la recámara (la tecnología avanza poco a poco y de manera previsible).

No habrá una tercera guerra mundial (nuestra geopolítica y nuestras leyes no se alterarán radicalmente).

No hay genios ocultos en la botella (como una depresión mundial, una pandemia letal, un cambio climático brusco).

Y

los modelos son suficientemente buenos.

Esas fuerzas impulsoras generales y estas reglas fundamentales le han servido bien hasta aquí al experimento mental del 2050. Espero que hayan impedido que el libro acabe en las estanterías de ciencia ficción de las librerías y de las bibliotecas. Los resultados que se han descrito se deducen de las grandes tendencias y de los indicios tangibles que hoy ya son manifiestos; no son fruto de una ideología política o de mi maravillosa imaginación. Se inclinan por lo probable en detrimento de lo improbable. Espero, sinceramente, que si vivo lo suficiente veré muchos de tales resultados, si no todos, materializarse.

En este capítulo y en el siguiente vamos a salirnos un poco de la zona confortable. ¿Qué otros resultados podrían derivarse de esas tendencias? Las cuatro fuerzas, ¿van a aguantar? Las reglas fundamentales, ¿son razonables? Este capítulo explora seis procesos, de los que no se puede estar tan seguro pero, en todo caso, verosímiles, que podrían afectar a algunas de las grandes tendencias presentadas hasta aquí. Cinco de ellos se originan en el Norte, pero sus consecuencias son mundiales o, al menos, de muy largo alcance. Empecemos con el cambio climático e infrinjam

dos de las reglas fundamentales: la de los genios ocultos en la botella y la de los modelos por ordenador.

## LA EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS

La razón por la que se ejecutan modelos del clima no tiene nada que ver con la razón por la que se hacen predicciones del tiempo en los telediarios. Estas quieren saber sobre sucesos concretos, sobre un frente de tormenta, por ejemplo, y son válidas solo para unos pocos días. En cambio, los modelos climáticos predicen variables climáticas promediadas, como la temperatura media de enero, y sus predicciones son válidas decenas de años después. Para ello tienen en cuenta ciertas cosas —como la circulación profunda del océano y las concentraciones crecientes de gases de efecto invernadero— que carecen de la menor importancia para el tiempo que haga a corto plazo. No es posible saber cuál será la temperatura exacta en Chicago el 14 de agosto que viene, o el 12 de enero, a las tres de la tarde, pero sí cabe dentro de lo posible saber cuáles serán las temperaturas medias en agosto o en enero. Lo primero es tiempo, lo segundo es clima.

Los modelos climáticos son también unas herramientas asombrosas para determinar cómo funciona realmente nuestro complejo mundo. Suponga que la observación ha establecido que va lloviendo menos en verano en Georgia, y, sin embargo, este fenómeno no aparece en las simulaciones del clima basadas en cierto modelo no importa cuántas veces se ejecute este. Los programadores, desconcertados, comprenden que falta algo y se preguntan qué puede ser. Introducen en el modelo una hipótesis: por ejemplo, que se ha perdido superficie forestal, ya que se han cortado muchos árboles para construir las urbanizaciones que rodean Atlanta (los árboles desprenden enormes cantidades de vapor de agua, que vuelve a la atmósfera). El modelo, ¿simula ahora de manera correcta la disminución medida de las precipitaciones? Si es así, felicidades: ahora se va a saber mejor cómo funciona la lluvia en Georgia y el modelo será más realista. Y si no, a probar con la siguiente hipótesis de la lista. Al final se descubre ese poquito de física que faltaba, el modelo mejora y sus creadores abordan el pequeño fallo siguiente.

En el fondo, los modeladores del clima quieren saber cómo funciona la atmósfera y cómo responde a impulsos cambiantes. Al estudiar cómo y cuándo fallan los modelos, mejoramos el conocimiento científico del funcionamiento real del mundo y los modelos se vuelven más precisos. Tras más de cincuenta años de ensayos y errores, hoy están mucho más evolucionados que sus primitivos antepasados de los años sesenta. Hemos aprendido mucho acerca de la verdadera manera de actuar del sistema climático de la Tierra. En la generación actual de modelos, fenómenos complicados como El Niño y la circulación de Hadley surgen orgánicamente sin que los programadores tengan en absoluto que «añadirlos» a mano. Es muy alentador, ya que nos dice que las premisas y la física<sup>1</sup> de los modelos son realistas y funcionan correctamente.

El gran empeño consiste ahora en afinar las resoluciones espaciales de los modelos climáticos (es decir, el «tamaño de píxel» de sus simulaciones): que de los cientos de kilómetros, útiles para las previsiones a gran escala del estilo de las expuestas en este libro, pasen a los kilómetros, que es lo que necesitan los planificadores locales. Pero aun con esa escala espacial más basta de los modelos de la generación actual, hay muchas conclusiones importantes acerca de nuestro futuro que ya están bien comprobadas y no son objeto de controversia. Las megatendencias examinadas aquí hasta ahora —las temperaturas medias mundiales en aumento, el calentamiento amplificado del Ártico, las mayores precipitaciones invernales en las latitudes altas del Norte— caen dentro de la categoría de las conclusiones no sujetas a controversia.

Más problemáticos son los análogos en la variabilidad climática natural de los vendedores en posiciones cortas y los inversores que cuentan con información privilegiada. Volcanes, incendios forestales y ciclos solares son solo unos pocos de los muchos fenómenos que imprimen sus propias variaciones naturales sobre la señal de fondo correspondiente a los gases de efecto invernadero. Pero ahora también se están añadiendo estos fenómenos volubles (y bastante comunes) a los modelos climáticos y se está comprobando el resultado.

Cuando más se ven afectados los modelos climáticos es a la hora de reproducir sucesos raros que caen por completo fuera de nuestra experiencia moderna. La mayoría de las estaciones meteorológicas tienen una antigüedad de menos de un siglo; la era de los datos de los satélites empieza solo en los años sesenta y setenta. Los registros correspondientes son demasiado cortos para iluminar la gama completa de los comportamientos espasmódicos de la Tierra. Las variaciones de los océanos y los mantos de hielo son impulsores clave del clima, pero sus interruptores y circuitos tienen una paciencia más larga que nuestros breves registros instrumentales. Pese a ello, como le añaden amplificadores, amortiguadores y sumideros al efecto invernadero general, tenemos también que conocerlos.

Por desgracia, un clima por naturaleza espasmódico hace que el tirón constante, predecible, de los gases de efecto invernadero antropogénicos resulte más peligroso, no menos. Gracias al pasado geológico sabemos que el clima de la Tierra no siempre ha sido tan tranquilo como ahora. Por medio de la descarga de gases de efecto invernadero en la atmósfera estamos aplicando, pues, una presión persistente a un sistema dado a pegar saltos de golpe sin que sepamos bien por qué. Imagínese que un gato montés duerme tranquilamente en su puerta. Parece pacífico, pero por naturaleza es una fiera impredecible, con mal carácter; podría convertirse en un torbellino de colmillos y garras en un instante. Los gases de efecto invernadero son los nudillos con que usted aprieta sin parar su dormido y blando vientre; el ecosistema es el brazo y la mano al aire.

Los comportamientos raros o límite —como una reorganización de la pauta de las precipitaciones, una subida acelerada del nivel del mar o una erupción gigantesca de gases de efecto invernadero desde el suelo— suponen amenazas contra el mundo que es legítimo tomar en cuenta. Sabemos que son verosímiles, pero, a diferencia de lo que nos pasa con el forzamiento por

los gases de invernadero, no sabemos todavía hasta qué punto son probables. Pero también hay que incorporar su comportamiento a los modelos climáticos, de una u otra forma: que parezca improbable no significa que no vaya a ocurrir o que sus consecuencias no sean potencialmente enormes. Estos son los genios del clima, y solo estamos empezando a discernir el perfil de sus diversas formas durmientes. Para descubrirlas hemos de fijarnos en el pasado prehistórico.

## EL INTERRUPTOR TEMBLOROSO

Uno de mis héroes científicos es Richard B. Alley, glaciólogo y catedrático de ciencias de la Tierra en la Universidad del Estado de Pensilvania, que cuenta con unos logros extraordinarios. No solo ha marcado un hito científico tras otro, no solo ha publicado casi cuarenta veces en *Science* y *Nature*, ha sido elegido para la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y ha escrito un maravilloso libro de divulgación para explicarnos todo eso a los demás,<sup>2</sup> sino que es uno de los tipos más agradables y entusiastas que jamás hubiese podido soñar en conocer.

En 1994, Alley vino a la Universidad de Cornell invitado a dar una conferencia; yo era allí por entonces un modesto estudiante de segundo año de doctorado. Todos se decían unos a otros que iba a venir Richard Alley: acababa de publicar un par de artículos, uno tras el otro, en *Nature* que habían dejado a la comunidad de los climatólogos atónita.<sup>3</sup> Hablaba de él hasta mi director de tesis, que era también bastante famoso, ya que había escrito el artículo que juntó las piezas de la teoría de la tectónica de placas.<sup>4</sup> Pero una cosa muy buena del ambiente académico es que sea abierto y democrático en lo que se refiere a sus estrellas más populares. Los científicos famosos que visitan una universidad se pasarán uno o dos días charlando felizmente con cualquiera, hasta con un humilde estudiante de segundo año de doctorado. Conseguir una cita con uno es sobre todo cosa de apañárselas para estar de los primeros en la hoja de solicitudes, y, por supuesto, yo me las apañé.

Cuando llegó el momento que se me había concedido con él, me presenté ante Alley con una lista de preguntas acerca de sus artículos de *Nature*, para poder oír lo más posible al gran hombre en persona. Cuarenta y cinco segundos duró eso; lo que él quería era que yo le hablase de mi trabajo. No me lo podía creer. Era un aburrido y pequeño proyecto secundario dentro de mis investigaciones, pero el entusiasmo de Alley resultaba totalmente contagioso. Nos trasladamos a mi rincón en el laboratorio; allí, apiñados los dos, me dio todo tipo de consejos útiles y me inspiró ideas sin parar. Cuando se marchó corriendo a la cita siguiente, a la que ya llegaba tarde, estaba yo tan emocionado con mi propio proyecto que apenas si me acordaba de que se me había olvidado preguntarle sobre los suyos. Ese tipo de persona es.<sup>5</sup>

Lo que tenía a todo el mundo con la boca abierta era lo que Alley y sus colaboradores habían sacado del manto de hielo de Groenlandia. La Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos

había costado la construcción en medio del manto de un campamento, con laboratorio incluido, para efectuar perforaciones en el hielo. El objetivo era extraer un testigo de más de tres kilómetros de largo, el denominado GISP2, tarea enorme que se tardó unos cuatros años en realizar.<sup>6</sup> En las secciones superiores de los testigos de hielo se conservan capas anuales, como los anillos de los árboles. Cada una contiene, comprimido, el equivalente a un año entero de nieve acumulada, la nieve que cae sobre la superficie del manto de hielo (los testigos se extraen de los profundos interiores del manto de hielo, donde este nunca se derrite). Contando las capas a medida que se baja por el testigo y midiendo su grosor y sus propiedades químicas, se obtiene una reconstrucción de las variaciones climáticas del pasado a lo largo de un período de tiempo muy largo. Se consiguen incluso muestras diminutas de la atmósfera antigua, insertas en las burbujas de aire que se quedan atrapadas en el hielo. Gracias a estas mediciones año tras año de alta resolución efectuadas en Groenlandia, Alley y sus colaboradores habían descubierto que hará unos doce mil años, justo cuando estábamos saliendo de la última glaciación, el clima empezó a oscilar violentamente.

Esas sacudidas ocurrieron mucho más deprisa de lo que nadie había soñado que fuera posible. Nuestra salida climática de la última glaciación no fue, parece, ni gradual ni suave. Muy al contrario: sufrió rápidos vuelcos; zigzagueó yendo y viniendo varias veces entre las temperaturas glaciales y las interglaciales (templadas) hasta que por fin se asentó en el estado más templado. Estos grandes bamboleos de la temperatura tardaban en producirse menos de diez años; alguna vez no hizo falta más de tres años. Las precipitaciones se duplicaban en un solo año. Al menos en Groenlandia, no hubo una transición gradual, suave, desde la fría glaciación hasta el tibio período interglacial de hoy. El equipo de Alley había demostrado que el clima podía vacilar, como si fuese un «interruptor tembloroso», entre dos estados muy diferentes. Más aún, ya había pasado en milenios anteriores, así que no se trataba de un episodio totalmente aislado. La suma rapidez de esos cambios, concluyó Alley, indicaban que había «algún tipo de umbral o disparador en el sistema climático del Ártico».<sup>7</sup>

Así nació una subdisciplina completamente nueva de la climatología: el estudio, como se dice hoy, del «cambio climático brusco». Hace veinte años, si alguien hubiese conjeturado la existencia de episodios bruscos que lo ponían todo patas arriba —una sequía que dura un siglo, un aumento rápido de las temperaturas o la rápida desaparición de los bosques—, se le habrían reído en la cara. Pero hoy se cuenta ya con un cúmulo de pruebas, derivadas de los testigos de hielo, de los anillos de los árboles, de los sedimentos marinos y de otros archivos naturales, que nos dicen que en el pasado han sucedido cosas así. Sabemos desde hace mucho que el clima de la Tierra ha experimentado grandes cambios, pero dábamos por sentado que se producían con lentitud geológica, como el gradual giro de la aguja de un aparato. Ahora sabemos que a veces se producen de golpe, como cuando un interruptor bascula. Las consecuencias afectan al planeta entero, como vamos a ver a continuación.

## EL INFORME DEL PENTÁGONO

Desde una perspectiva social, un cambio climático brusco e inesperado es más desestabilizador que uno gradual y esperado. Los analistas militares admiten que los cambios climáticos graduales que se esperan van a plantear amenazas a la seguridad nacional; a finales de 2009, la Agencia Central de Inteligencia de Estados Unidos inauguró un centro dedicado específicamente a evaluarlas.<sup>8</sup> Un estudio reciente, por ejemplo, prevé un incremento de más del 50 por ciento del número de conflictos armados y casi cuatrocientas mil muertes más en combate para el año 2030 en África.<sup>9</sup> Pero uno de los pocos intentos de evaluar el impacto social de un cambio climático brusco fue el encargado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos en 2003.

Este documento, titulado «Una situación posible de cambio climático brusco y sus consecuencias para la seguridad nacional de Estados Unidos», no se basa en las previsiones de un cambio climático, sino en un episodio prehistórico real que se manifiesta en los testigos de hielo, los sedimentos y los fósiles. Hará unos 8.200 años, varios miles de años después de las oscilaciones verdaderamente grandes que Alley estudió, las temperaturas cayeron cerca de Groenlandia unos 6 o 7 grados de golpe. Unas condiciones frías, secas y ventosas se extendieron por el norte de Europa y se adentraron en Asia; algunas lluvias monzónicas fallaron en África y Asia, y las temperaturas seguramente subieron un poco en el hemisferio austral. Estas condiciones persistieron durante unos 160 años antes de que la situación se revirtiese.

Ese episodio no fue un caso único, sino solo el último y menor de los varios espasmos climáticos que aparecen en las capas de los testigos de Groenlandia correspondientes a los tiempos en que la era glacial se había encaminado ya a su final. Fue menos severo y más breve y tuvo una extensión geográfica menor que sus predecesores (especialmente que el que lleva el nombre de Dryas Reciente, la monstruosa ola de frío estudiada por Alley, que comenzó bruscamente hará unos 12.700 años y persistió durante casi 1.300).<sup>10</sup> Dicho esto, esperemos que no vuelva a pasar. El informe del Pentágono, que describe distintas situaciones sociales que podrían darse si ocurriera de nuevo lo de hace 8.200 años, asusta.

Habla de guerras, hambrunas, enfermedades, flujos de refugiados, una gran caída de la población humana, una guerra civil en China y la fortificación defensiva de Estados Unidos y Australia. «Aunque Estados Unidos estaría en una situación algo mejor y contaría con una capacidad de adaptación mayor —concluyen los autores del informe—, se encontraría en un mundo donde Europa sufriría grandes dificultades internas y vería presentarse en sus costas a grandes números de refugiados, y donde Asia padecería una grave crisis relativa a los alimentos y el agua. Las disrupciones y los conflictos serían características endémicas de la vida.»<sup>11</sup> Los autores del informe subrayan que su prognosis, aunque extrema, es verosímil.

¿Podría pasar realmente algo así? No se puede saber con certeza, pero la buena noticia es que ahora sí se conoce bastante bien el mecanismo físico subyacente a esos espasmos fríos del

Atlántico Norte, tanto que los modelos climáticos han logrado reproducirlos; al menos nos es posible, pues, ver cuál es su probabilidad. La culpa parece recaer en una pérdida de velocidad de la circulación termohalina global —la larga «cinta transportadora de calor», que en efecto tiene la forma que sugiere esa metáfora, formada por corrientes oceánicas—, un brazo de la cual, al llevar agua tropical templada desde el océano Índico hasta los mares nórdicos, baña Europa occidental y Escandinavia en un calor que no debería corresponderles por las latitudes en que se encuentran, tal y como se ha dicho en el capítulo 7. La región del Atlántico Norte es un pivote crucial de este patrón circulatorio global. Allí es donde la superficie templada y salada que fluye hacia el norte se enfría por fin tanto como para pesar más que las aguas circundantes, más frías pero también menos saladas, hundirse hasta el fondo del océano y emprender el camino de vuelta al sur, que tardará milenios en recorrer con su lento avance por el oscuro fondo del abismo.

Los contrastes de densidad mueven todo eso. Si es lo bastante grande, un enfriamiento local del Atlántico Norte puede frenar o incluso detener el hundimiento, lo que mataría esa rama entera de la cinta transportadora del calor global, con su movimiento de ida y vuelta. Un fenómeno así tiene consecuencias inmediatas para el clima de la Tierra. El calor se mezcla menos por todo el planeta. Las temperaturas frías (especialmente en los inviernos) y la sequía descienden sobre Europa. Las latitudes meridionales se calientan; los monzones asiáticos y africanos se debilitan o se vuelven erráticos. Es como echarle agua caliente a un baño frío: agitar el agua iguala el contraste de temperatura; pero sin circulación del agua, la espalda se queda fría y los pies se escaldan.

La fuente más probable del agua que enfrió de golpe el Atlántico Norte fue una inundación masiva, o más de una, vertida desde el continente norteamericano al final de la última era glacial, cuando se derritió su gigantesco manto de hielo glacial. A medida que se retiraba hacia el norte, Canadá adentro, se fueron acumulando inmensos lagos de agua dulce, algunos mayores que los Grandes Lagos de hoy, contra sus bordes menguantes. Luego, cuando de su degradado hielo emergió un camino hacia el mar, hacia fuera se fue el agua. La inundación que se abrió paso por la bahía de Hudson debió de ser de una magnitud bíblica, sobrecogedora.<sup>12</sup> Me pregunto si algún Noé aborigen vio aquello, sobrevivió y creó una leyenda para generaciones y generaciones que hablaba del Gran Diluvio que arrojó al mar el agua de la tierra y trajo sobre ella un invierno que parecía inacabable.

Imaginarse genios ocultos lleva tiempo y mucho trabajo. La explicación hidrológica que se acaba de dar de los espasmos climáticos del Atlántico Norte fue propuesta por Wallace Broecker, de la Universidad de Columbia, en 1985.<sup>13</sup> A los detalles finos de la explicación se les siguen dando vueltas hoy. Pero ahora que entendemos a este genio bastante bien, y que sabemos reproducir la física correspondiente en modelos climáticos, podemos evaluar la probabilidad de que en el futuro vuelva a suceder un espasmo así.

Por ahora, la mayoría de las simulaciones concuerdan en que una detención completa de la circulación termohalina no es probable de aquí a un tiempo previsible, por la simple razón de que

cuesta dar con una fuente de agua dulce que la vuelque en la medida suficiente en el Atlántico Norte. El manto de hielo laurentino que cubrió en otro tiempo Canadá y buena parte del Medio Oeste americano desapareció hace mucho. Los incrementos previstos en latitudes altas de las precipitaciones y de la esorrentía fluvial parece que podrán debilitar la circulación, pero no matarla.<sup>14</sup> Ese debilitamiento se manifiesta en las previsiones de futuro de la mayoría de los modelos climáticos en la forma de un pequeño ojo de buey centrado en el Atlántico Norte, una parte del océano donde el calentamiento quedará un poco por debajo de la media; no bastará para que haya un enfriamiento, pero reducirá localmente la magnitud del calentamiento en la zona. Esperemos que estas simulaciones sean correctas porque, si son erróneas, perder aunque sea una parte del monzón asiático sería malo, malo de verdad.

Hay, claro está, otra fuente potencial de agua dulce, una que está clavada precisamente en medio del Atlántico Norte. Ningún científico serio piensa que el manto de hielo de Groenlandia vaya a derretirse de aquí a un tiempo previsible, y si lo hiciese alguna vez, tendríamos que vérnoslas con problemas mundiales peores que una Europa fría y seca y una escasez de lluvias monzónicas. Pero a este genio no lo entendemos tanto, ni de lejos, como para modelizarlo.

#### EL GENIO EN EL HIELO

Dos heterosexuales malolientes compartiendo una tienda para uno ya es algo bastante malo de por sí. Pero despertarse cubierto de un polvo amarillo cuando no se va a tener agua caliente en días, es el colmo. No había forma de impedir que se colase dentro, ni siquiera encastillándonos en la única tienda calificada como preparada para el viento que creíamos haber traído.

Mandaba el manto de hielo de Groenlandia, no yo o el profesor de geografía de la Universidad del Estado de Ohio Jason Box. Habíamos acampado junto al borde sudoccidental del manto, donde uno de sus muchos glaciares de desagüe sucumbe finalmente a una húmeda muerte por desmenuzamiento, asesinado por el sol entre hierbas de la tundra, caribúes y bueyes almizcleros. Todas las noches, nos apretujábamos en la pequeña tienda con la cabeza junto a los pies del otro y nos tapábamos lo más herméticamente que nos era posible. Todas las noches, un feroz viento catabático bajaba por el manto de hielo, levantaba toneladas de arenilla de la grava depositada por los regatos de fusión del hielo y la lanzaba contra nuestra temblorosa tienda. La tierra atravesaba las cremalleras subidas y los angostos resquicios de la malla. Se nos metía por la nariz y nos cubría las manos cuando agarrábamos los palos de la tienda violentamente sacudidos.

Pero por la mañana los vientos catabáticos se calmaban y volvíamos a trabajar. Jason instalaba unas cámaras de imagen acelerada para determinar la velocidad de la deslizante zona de ablación del glaciar; yo sumergía unos sensores electrónicos en su torrente de agua fundida de desagüe para establecer cuánta fluía hacia el mar. Estudiábamos estas cosas para que nos ayudasen a responder



una cuestión científica candente que debería preocuparnos a todos. En el capítulo 4 se ha visto que nos esperan unos decímetros de subida del nivel del mar a finales de siglo. Muchos científicos se preguntan si esas estimaciones no se quedarán demasiado cortas. El calentamiento del clima, ¿no podría hacer que los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida occidental aceleren su vertido de hielo y agua al mar, con lo que avivarían la subida de este, que iría más deprisa de lo que ya lo hace? ¿No podrían los océanos del mundo subir aún más, dos metros, digamos, a finales de este siglo?

La breve respuesta es: quizá. El registro geológico nos dice que el nivel del mar es capaz, ciertamente, de reaccionar con rapidez a la mengua de los glaciares. Y a largo plazo —entendiendo por tal miles de años— parece que el manto de hielo de Groenlandia está en peligro y podría desaparecer por completo.<sup>15</sup> Los glaciares y los mantos de hielo se nutren por su parte superior con la nieve que cae. Se van deshaciendo por los bordes, al derretirse o —si se mueven hasta un océano o lago— al verter icebergs al agua. Cuando se nutren más que se deshacen crecen y almacenan agua en tierra, y el nivel del mar baja. Cuando se deshacen más que se nutren, retroceden y el agua que almacenan vuelve a los océanos. De esta forma, el nivel del mar ha bailado un apretado vals con los glaciares, subiendo y bajando a lo largo de las últimas eras glaciales. Otros factores —especialmente, la expansión térmica del agua de los océanos al calentarse— influyen también en el nivel del mar, pero el auge y desaparición del hielo en tierra es un factor con un peso enorme.

Cuando la última glaciación llegó a su fin, el nivel del mar subió por lo común un metro por siglo, y a veces hasta cuatro metros por siglo en los intervalos en que los glaciares se derretían muy deprisa.<sup>16</sup> Pensando en el futuro, si la temperatura media del aire sobre Groenlandia subiese otros tres grados o así, su inmenso manto de hielo también debería desaparecer a la larga. Según hasta donde le dejemos llegar al efecto invernadero, tal cosa ocurrirá dentro de mil años o dentro de varios miles, y el nivel del mar subiría otros siete metros o así.

Según los supuestos relativos a las emisiones que hoy se barajan entre los planificadores de las políticas a seguir, el umbral de temperatura a partir del cual el proceso se pondría en marcha se traspasará en este siglo y el largo, lento declive del manto de hielo de Groenlandia comenzará.<sup>17</sup> Ya es una especie de terca reliquia de la última glaciación; si mágicamente desapareciese de la isla mañana, es dudoso que se reconstruyese.<sup>18</sup> Dentro de mil años, dieciocho de las veintisiete megaciudades de 2025 cuya lista aparece en el capítulo 2 se encontrarán parcial o totalmente bajo la superficie del mar, bajo un agua que alguna vez fue hielo azul en Groenlandia.<sup>19</sup>

Pero en un plazo más corto, entendiéndolo por tal dentro de un siglo o dos, el genio de Groenlandia y la Antártida al que habrá que temer no será tanto la fusión en sí de sus mantos de hielo (la verdad es que nunca será tanto el calor en el Polo Sur como para que allí pueda haber una fusión generalizada), sino las gigantescas, gélidas, retumbantes cintas de hielo que se deslizan a lo largo de cientos de kilómetros de tierra firme para verter icebergs al mar. Ya hay muchas

corrientes de hielo así en la Antártida y en Groenlandia, que se desplazan entre unas decenas de metros y más de diez mil al año. Vacían las entrañas profundamente congeladas de esos mantos de hielo, donde las temperaturas son tan frías que la superficie nunca se derrite ni lo más mínimo.

Es honda la preocupación por el colapso del manto de hielo del oeste de la Antártida. Esta vasta zona es como un continente de hielo en miniatura que se alza majestuoso en el océano, en gran medida congelado hasta la roca madre, que está por debajo del nivel del mar. Si se destaponaran, muchos glaciares antárticos empezarían a moverse lentamente hacia el agua; el nivel medio mundial del mar acabaría por subir unos cinco metros. Hay pruebas geológicas de que ya ha pasado antes,<sup>20</sup> y si volviese a pasar afectaría a Estados Unidos de manera particularmente nociva. Por varias razones, una subida del nivel medio mundial del mar no se traduce en el mismo incremento en todas partes: el agua subirá más que la media en algunos lugares y menos en otros.<sup>21</sup> Un colapso de esa magnitud produciría una inundación superior a la media en la costa del Golfo y del este de Estados Unidos: Miami, Washington, D. C., Nueva Orleans y buena parte de la costa del Golfo quedarían bajo las aguas. En lo que se refiere a los genios climáticos, el manto de hielo del oeste de la Antártida es una lámpara muy fea.

Para ser sinceros, no entendemos la física de los glaciares deslizantes y de los colapsos de los mantos de hielo tan bien como para hacer modelos fiables del futuro de Groenlandia y la Antártida. Muchas cosas afectan a la velocidad y a la dinámica de ese largo deslizarse que son difíciles de medir o de ver. Entre ellas está la interacción entre el hielo que se desliza y su lecho, el calor y la lubricación añadidos por el agua procedente de la fusión del hielo, que se filtra desde la superficie hasta el lecho, la importancia de las plataformas de hielo que sirven de contrafuertes y contribuyen a represar el hielo en tierra firme, la temperatura del agua del mar en el borde del hielo y otras.<sup>22</sup> Los modelos por ordenador y los estudios de campo —como el que Jason y yo hicimos en Groenlandia— están en su infancia. Los científicos siguen descubriendo nuevas cosas y debatiendo cuál puede ser o no ser importante. Esta es la razón de que la probabilidad de un aumento acelerado del nivel del mar se quedase fuera de la última evaluación del IPCC, y puede que se quede fuera de la próxima también. ¿Podría ocurrir que los mantos de hielo empezasen a deslizarse más deprisa, tras lo que vendrían unos niveles del mar más altos? Quizá, pero sin unos modelos bien constreñidos, no sabemos cuál es la probabilidad de algo así.

## EL GENIO EN EL SUELO

Cavar en un paisaje de permafrost suele discurrir de esta manera: tras desbrozar una espesa alfombra de vegetación viva, la pala levanta un suelo oscuro, rico en materia orgánica, casi como el acolchado que se compra para echarlo en el jardín. Por lo usual hay pedazos de viejas plantas muertas que asoman en él. Luego, entre uno y varios decímetros debajo, la pala suena

metálicamente y no cava más. Pero no es una piedra. Al fondo del agujero hay más de esa sustancia espesa rica en materia orgánica, pero tan congelada que es dura como el cemento, a menudo con un poco de hielo negro asomando. Ir más abajo es un trabajo de marca mayor; requiere una barrena grande y mucha mano de obra.

¿Por qué va a ir alguien hasta el Ártico para perforar agujeros en un mantillo negro, congelado? La razón es el carbono orgánico, y sabemos que en los congelados suelos del norte hay más que en cualquier otro paisaje de la Tierra. De hecho, cuanto más estudiamos estos suelos, más carbono encontramos. A la altura de 2010, la última estimación era de 1.672 billones de toneladas (1.672 gigatoneladas) de puro carbono orgánico congelado en el suelo.<sup>23</sup> Es aproximadamente la mitad del carbono que hay en el suelo del mundo, apiñado en solo el 12 por ciento de su superficie.

La razón de que haya tanto carbono allí es que se trata de un lugar demasiado frío y húmedo para que los seres vivos se pudran por completo cuando mueren. Las plantas vivas extraen carbono de la atmósfera y lo almacenan en sus tejidos. Cuando mueren, los microbios que se encargan de la descomposición se las meriendan y despiden carbono de vuelta a la atmósfera en la forma de los gases de invernadero dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) o metano ( $\text{CH}_4$ ). Pero si bien las plantas y los árboles pueden crecer en sitios fríos, incluso encima de permafrost, a los microbios se les pone muy difícil acabar con sus restos porque sus metabolismos dependen mucho de la temperatura (por eso la comida almacenada se descompone más despacio en un refrigerador que a temperatura ambiente). Muy a menudo, se acumulará una capa de turba parecida al acolchado para jardines, así que el suelo se irá elevando con el tiempo a medida que sucesivas generaciones de plantas enraícen en los restos semicorrompidos de sus antepasadas. Alguna descomposición se produce bajo el suelo, pero en cuanto se convierte en permafrost hasta eso se detiene y la turba se preserva criogénicamente. Desde el final de la última glaciación, este exceso de producción vegetal con respecto a la descomposición vegetal ha venido acumulando poco a poco uno de los mayores depósitos de carbono orgánico de la Tierra.

Para poner en una perspectiva más amplia esas 1.672 gigatoneladas (Gt) de más arriba: todas las plantas del mundo contienen unas 650 Gt. La atmósfera contiene ahora unas 730 Gt de carbono, por 360 Gt en la última glaciación y 560 Gt antes de la industrialización. Las reservas demostradas de petróleo que aún no se han extraído contienen unas 145 Gt de carbono, y las de carbón, unas 632 Gt. Cada año liberamos unas 6,5 Gt de carbono al quemar combustibles fósiles y fabricar cemento. El objetivo de reducción de las emisiones para los países firmantes del Protocolo de Kioto incluidos en el «anexo 1» de este (los del mundo desarrollado) es de 0,2 Gt al año.

Dicho llanamente, arriba, en el congelador, hay una acumulación absolutamente gigantesca de materia orgánica rica en carbono en la superficie misma del suelo o muy cerca de ella. La gran pregunta es: ¿qué pasará con ese carbono cuando se descongele? ¿Se quedará donde está, quizá hasta compensando el efecto invernadero gracias a un crecimiento más rápido de las plantas con

el que se almacene carbono aún más deprisa que antes? ¿O se despertarán los microbios, se darán el atracón con el compost acumulado durante miles de años y eructarán voluminosas cantidades de metano y de carbono que irán a parar al aire? No estoy queriendo decir que 1.600 gigatonnes de carbono profundamente congelado del suelo puedan volver a la atmósfera de golpe; pero hasta un 5 o un 10 por ciento sería una enormidad.

Esta posibilidad es otro de esos genios climáticos que solo se están empezando a evaluar. Sobre él, en comparación con los dos anteriores, no se ha trabajado mucho. La mayor parte de las investigaciones del permafrost se han centrado en la ingeniería, es decir, en cómo construir estructuras sin descongelar el suelo, porque cuando se descongela cede y lo construido encima se destruye. Casi nadie se había preocupado gran cosa del carbono del permafrost hasta hace poco.

No sabemos a qué velocidad o hasta qué profundidad se descongelará el permafrost o a qué velocidad o hasta qué profundidad los microbios se pondrán a trabajar. Los microbios mismos generan calor, y no estamos seguros de hasta qué punto incrementará eso la fusión del permafrost. El resultado neto —el almacenamiento neto de carbono o la liberación neta de carbono— depende de una pequeña diferencia entre dos números mucho mayores y opuestos (a saber, el ritmo de la producción vegetal primaria y el ritmo de la descomposición microbiana). Ambos números son difíciles de medir y tienen asociadas grandes incertidumbres.

Hay mucho que depende también de la hidrología. Los millones de lagos que tachonan los paisajes del permafrost son en sí mismos grandes emisores de gases de efecto invernadero, e incluso desprenden metano puro, así que su destino también está íntimamente ligado al futuro del clima. Además, si los suelos de permafrost deshelado se secan y airean (como cabría esperar si el permafrost profundo desapareciese), los microbios liberarán en la forma de dióxido de carbono el carbono almacenado. Si los suelos se mantienen húmedos (como cabe esperar ateniéndose a las predicciones de los modelos climáticos de que en el Norte lloverá más), los microbios lo liberarán como metano, que es un gas de invernadero veinticinco veces más potente que el dióxido de carbono. Por todas estas incertidumbres, nuestra generación actual de modelos por ordenador contiene considerables lagunas en el conocimiento que materializan. Apostaría a que tenemos veinte años de trabajo por delante antes de que se alcance un consenso científico sólido acerca de qué pasará con ese gran potaje de carbono cuando se descongele.<sup>24</sup>

Sabemos que este mismo paisaje ya se ha transformado antes en una fuente grande de metano: al final de la última glaciación, cuando se empezaban a formar las turberas del Norte. Hará unos 11.700 años, cuando las temperaturas subieron al final de la sacudida fría del Dryas Reciente, se cruzó un umbral, las plantas empezaron a medrar y se crearon por todo el Ártico turberas que desprendían enormes cantidades de metano. Sabemos también, gracias a un estudio realizado en Suecia, que el aumento de la temperatura del aire penetra en los suelos de permafrost más deprisa y más profundamente de lo que creíamos. Gracias a dos estudios realizados en el oeste de Siberia sabemos que, si bien los suelos descongelados emiten hasta seis veces más carbono disuelto en

ríos y lagos que los helados, también almacenan carbono más deprisa, o al menos así ha sido en los últimos dos mil años. Esto choca con un estudio efectuado en Alaska, según el cual el crecimiento estimulado de las plantas no compensará la velocidad mayor a la que los microbios efectuarán la descomposición una vez haya desaparecido el permafrost.<sup>25</sup> Por último, conocemos algunas relaciones matemáticas sencillas: con que el 2 por ciento de esa reserva almacenada de carbono helado vuelva, por una razón u otra, a la atmósfera entre ahora y 2050, las reducciones correspondientes al anexo 1 del Protocolo de Kioto se anularán más de cuatro veces. Como el manto de hielo del oeste de la Antártida, este es un genio con repercusiones mundiales que deberíamos todos desear que no se despierte.

## LA REVERSIÓN DE LA GLOBALIZACIÓN

¿Podría oírse el chirrido del frenazo de alguna de las cuatro fuerzas mundiales de la demografía, la presión sobre los recursos naturales, la globalización y el cambio climático entre hoy y 2050, con la consiguiente ruina de las mejores previsiones de que disponemos?

Tres de esas fuerzas tienen una inercia tremenda. Las tendencias demográficas son un barco que se mueve despacio; hace falta una generación —de quince a veinte años— para que incluso las mayores correcciones de rumbo se dejen sentir. El impulso de la población garantiza que los países que más crecen hoy seguirán creciendo durante décadas, incluso aunque la tasa de fertilidad cayese mañana mismo a 2,1 (el nivel de reemplazo), puesto que su pirámide de edades es muy juvenil.<sup>26</sup> Y con una población que se prevé que llegue a los 9.200 millones, aproximadamente, en 2050, cuesta concebir —especialmente tratándose de una población modernizada, urbanizada, consumidora— una disminución de la demanda de agua, energía y minerales con respecto al nivel actual, por mucho que se avance en la conservación y el reciclado. La física del invernadero dicta que inevitablemente nos espera algo de cambio climático y algún aumento del nivel del mar, pase lo que pase; las grandes incertidumbres se refieren al punto al que permitiremos que llegue la acumulación de gases de efecto invernadero, a cómo afectará a los patrones mundiales de la lluvia y los huracanes, y a los genios que nos acechan.

Así pues, solo queda la globalización. En el mundo actual de almacenes Walmart y iPhones, es fácil dar por sentado que la continua integración económica de hoy no se interrumpirá. Pero como se ha dicho en el capítulo 1, la megatendencia actual hacia la globalización no se ha creado a sí misma. Fue puesta en marcha por Estados Unidos y Gran Bretaña de la manera más deliberada, mediante una larga serie de medidas que se remontan a la cumbre de Bretton Woods de 1944. Internet y otras tecnologías de la información han fomentado la globalización, pero no la han creado. Las redes sociales y de la información globales sin duda alguna están aquí para quedarse, pero a diferencia del impulso de la población o de la física de los gases de efecto invernadero, no

hay una ley natural que establezca que las políticas actuales, que favorecen la integración económica, deban perdurar.

La historia nos dice que en el pasado ya se han pinchado los globos de la integración económica y el avance técnico. En el 221 a.C., los ejércitos del reino de Qin unificaron por vez primera el nordeste de China, hasta ese momento un pandemónium de reinos feudales en guerra. Las posteriores dinastías Han, Sui, Tang, Yuan y Ming extendieron el mayor imperio comercial del mundo hasta el centro y el sudeste de Asia, la India, el Oriente Próximo y el Mediterráneo. En el siglo xv, China tenía puestos comerciales en África y estaba a la cabeza del mundo en medicina, impresión de textos, explosivos, banca y gobierno centralizado. Pero entonces sus gobernantes perdieron interés en un imperio global. Se fueron tomando una serie de decisiones fatídicas que clausuraron el comercio chino ultramarino y desalentaron los avances científicos en casa. Su naciente industrialización se interrumpió, China se quedó congelada en el tiempo y los estados europeos, mucho más pequeños, empezaron a hacerse con el mundo.

Europa esperó poco antes de lanzar la siguiente ronda globalizadora. En el siglo xvii, los gobiernos colonialistas trabajaban mano a mano con corporaciones privadas, como las compañías holandesa y británica de las Indias Orientales —equivalentes a las multinacionales de hoy—, en el establecimiento de puestos comerciales remotos y rutas de navegación. El capitalismo mercantil floreció alimentado por pieles, maderas, oro, especias y carbón importados de ultramar. Guiados por bancos multinacionales, en 1870 bienes y capital atravesaban las fronteras nacionales tan libremente como hoy. Los barcos de vapor, el telégrafo y los ferrocarriles estaban abriendo el mundo tal y como los contenedores estandarizados, los aviones a reacción e internet lo harían de nuevo un siglo después. Muchos países decidieron vincular su moneda al patrón oro, lo que creó mercados fluidos para las divisas internacionales e inmensos flujos de capital transfronterizo. La libra británica se convirtió en la divisa circulante dominante en el mundo, de modo muy parecido a como el dólar estadounidense lo es hoy. Es de destacar que en 1913 las economías nacionales industrializadas disfrutasen de unos niveles de inversión extranjera mayores incluso que los actuales.<sup>27</sup> Fue la edad de oro de la globalización económica.

Se descompuso con sorprendente facilidad. El 28 de junio de 1914, el asesinato del archiduque Francisco Fernando en Sarajevo puso en marcha una cadena de acontecimientos que desembocaron en una guerra mundial, la suspensión de las divisas respaldadas por el oro y un colapso casi total de las inversiones y del comercio global. Incluso una vez terminadas las hostilidades, quienes antes mantenían relaciones comerciales entre sí siguieron agriamente divididos; se habían convertido en un conjunto de estados que se cobraban aranceles unos a otros. Solo tras la Segunda Guerra Mundial, a la que siguió el deliberado remozamiento por británicos y estadounidenses del orden económico mundial en Bretton Woods, empezaron las cosas a recuperarse. Pasarían sesenta años antes de que las exportaciones de mercancías alcanzasen el nivel de 1914.<sup>28</sup> La rapidez de este colapso demuestra que, al contrario de lo que ocurre con las

otras tres grandes fuerzas mundiales, es posible que la globalización se detenga muy deprisa. Nos recuerda además, y el recordatorio nos hace poner los pies en el suelo, que los líderes nacionales pueden, aunque sea en raras ocasiones, llevar a sus países a la guerra contra aquellos con quienes comercian aunque eso signifique degollar la economía propia.

Aparte de otra guerra mundial, hay al menos dos cosas que podrían verosíblemente debilitar o detener la integración económica global de hoy. La primera está clara: los gobiernos centrales podrían decidir el abandono de las políticas proglobalizadoras en favor de una vuelta al proteccionismo económico. Una variante de esto consistiría en pasar de la «globalización» a la «regionalización», con la consiguiente aparición de bloques económicos separados en Norteamérica, Europa y el este de Asia.<sup>29</sup> Algunos economistas han sostenido que la crisis económica global de 2008-2009 supondrá el fin de una era, la de la globalización del siglo XX y las políticas neoliberales. Es concebible incluso que políticas bienintencionadas de reducción del carbono, al penalizar las emisiones en grado diferente en diferentes países, desencadenen guerras de tarifas si los países responden imponiendo aranceles en las fronteras para recortar sus pérdidas.<sup>30</sup>

Una segunda posibilidad es la subida del coste del petróleo. El comercio mundial se alimenta de energía barata, y los barcos de contenedores y los camiones de varios ejes no se pueden electrificar tan fácilmente como los turismos de que se ha hablado en el capítulo 3. Y como se tiende cada vez más a incluir los daños medioambientales en los costes de producción en países como China dedicados a la fabricación, el margen aparente de beneficios de una economía global se estrecharía en comparación con el de una red comercial local.

Un mundo desglobalizado con unos precios de la energía altísimos podría resultar extrañamente familiar: un mundo de agricultores locales que abastecen a ciudades tan pequeñas que en ellas se puede ir andando de un sitio a otro, un mundo donde se vuelve a la fabricación doméstica y en el que los viajes de avión solo se los pueden pagar las élites ricas. Hasta cabría imaginar una inversión de la tendencia urbanizadora si la agricultura volviera a ser, sin el sostén de unos hidrocarburos baratos para los combustibles, los fertilizantes y los pesticidas, una actividad intensiva en trabajo. El turismo ultramarino decaería; quizá lo reemplazarían experiencias virtuales o incluso el desinterés, la desvinculación de los asuntos exteriores.

Resulta más difícil anticipar los genios de la lámpara políticos que los del permafrost. Tal y como me lo imagino, habrá un mundo más integrado en 2050 que en 2100. Pero nadie sabe de verdad si la megatendencia hacia la globalización se acelerará, se frenará o se invertirá en los próximos cuarenta años. De las cuatro fuerzas globales, esta es la que más cuesta predecir.

A una escala menor, más regional, el futuro del Extremo Oriente ruso es más o menos igual de oscuro.

Esa región es la puerta de Rusia al este asiático. Sea cual sea la vara de medir, resultará inmensa, rebosante de recursos y casi vacía de gente. Cubre unos 6,2 millones kilómetros cuadrados, unos dos tercios del tamaño de Estados Unidos y el triple del área de Gran Bretaña, Francia y Alemania juntas. Es rica en petróleo y gas natural (especialmente la isla de Sajalín y el mar del Ojotsk), minerales, pescado y madera, y cuenta con una asombrosa cantidad de tierras de labor. Abarca un tercio del terreno de Rusia, pero con solo 6,6 millones de habitantes, número además que está descendiendo, tiene menos de un 5 por ciento de su población. Con apenas una persona por kilómetro cuadrado, el Extremo Oriente ruso tiene una de las menores densidades de población de la Tierra.

Salvo por los veinte kilómetros de su cortísima frontera con Corea del Norte, su gran vecino del sur es la República Popular China, con la que linda a lo largo de los 3.000 kilómetros de frontera que siguen el curso del río Amur. En sus tres provincias fronterizas de Heilongjiang, Jilin y Liaoning viven más de cien millones de personas. En el lado chino del Amur la densidad de la población es de quince a treinta veces mayor que en el ruso. Solo en la ciudad de Harbin viven más personas que en todo el Extremo Oriente ruso.

Este contraste tan fuerte no se les ha pasado desapercibido a los rusos. Temen desde hace mucho el «peligro amarillo», la impresión de que millones de chinos están dispuestos a cruzar la frontera y tragarse la región. El miedo ha fomentado una intensa xenofobia contra los inmigrantes chinos, que los políticos y los medios de comunicación chinos avivan a menudo al afirmar que en el país están entrando ilegalmente millones de ellos. Hasta se ha dicho que para el año 2020 podría haber irregularmente en Rusia cuarenta millones de chinos.<sup>31</sup>

La mayoría de los expertos en inmigración calculan que la inmigración ilegal china es del orden de los cientos de miles, no de los millones. Y no es que sus campañas de fomento del miedo impidan a los rusos emplear a emigrantes chinos sin papeles en las tierras cerealeras del óblast de Amur.<sup>32</sup> No obstante, sigue siendo cierto que ese miedo al «peligro amarillo» está profundamente enraizado en el espíritu ruso, lo que quizá no deba sorprender si se piensa en la historia de la región.

Buena parte de lo que ahora es el Extremo Oriente ruso perteneció realmente a China hasta 1860. La gente de etnia rusa empezó a llegar allí solo en la década de 1930, después de que los planificadores rusos cerraran la frontera y se propusiesen convertir la región en una suministradora, muy subvencionada, de materias primas para la economía centralizada soviética y en una fortaleza militar para protegerse del mundo exterior. El rearme soviético en aquella parte inquietó hondamente a China, Japón y Corea del Sur. Las tensiones con China tocaron fondo en los años sesenta con una serie de escaramuzas fronterizas, entre ellas un choque sangriento por la isla de Damanski, en el río Ussuri, en 1969.<sup>33</sup>



Los intentos de ligar la economía de la Rusia europea a la Rusia asiática nunca han tenido mucho sentido. La única conexión que permite el transporte entre ellas era (y es) el ferrocarril transiberiano, que recorre los 9.300 kilómetros que hay entre Moscú a Vladivostok. En los años ochenta, la Unión Soviética estaba dispuesta a abandonar el modelo de colonia-fortaleza para la obtención de recursos naturales por la idea más sensata de abrir el Extremo Oriente ruso al comercio del Pacífico asiático. Mijaíl Gorbachov dio un famoso discurso en Vladivostok en 1986 en el que pedía que la gran dependencia que la región tenía de las subvenciones de Moscú terminase y el flanco oriental de Rusia se abriese al exterior. Cuando la Unión Soviética se vino abajo en 1991, esas subvenciones, en efecto, desaparecieron, como ocurrió también con los gastos militares, que sostenían el 40 por ciento de los puestos de trabajo de la región. Esta cayó en una profunda degeneración económica y la gente empezó a marcharse.

El Extremo Oriente ruso, en el momento en que más población tenía, pasaba por un pelo de los ocho millones de habitantes. Hoy la población es un 20 por ciento menor, y seguramente menguará más. Más separada que nunca de la distante Rusia europea, se esfuerza por reconciliar la obvia y apurada necesidad que tiene de agarrarse económicamente a China con su profundo miedo xenófobo a ser engullida por China. Es la región más pobre, menos sana, más estancada económicamente de Rusia. Pese a su abundancia de petróleo y gas, el suministro eléctrico es deficiente y caro. Una burocracia corrupta y un sistema fiscal contraproducente disuaden las inversiones extranjeras. Sus vecinos ávidos de recursos naturales, China, Japón y Corea del Sur, aunque se sienten más que felices comprando materias primas de la región, dudan en invertir el capital que se necesita en ella de mala manera. Los repetidos planes de Moscú de desarrollar la región y mejorar su calidad de vida han fracasado. Sin embargo, con Rusia es con quien Heilongjiang tiene mayores intercambios comerciales; en 2008, esa provincia había llevado a cabo más de dos mil proyectos en colaboración por valor de 2.900 millones de dólares. El intercambio comercial entre China y el krai ruso de Primorski ascendió a más de 4.100 millones de dólares en 2009.<sup>34</sup>

¿Qué le reserva el futuro al Extremo Oriente ruso? Políticamente, las relaciones entre Beijing y Moscú son mejores que nunca; y todas las viejas disputas fronterizas ya están zanjadas (la isla Damanski es ahora la isla Zhenbao). Ni siquiera del enorme contraste demográfico ha de seguirse por fuerza una toma de territorios, una acción política. Pero a largo plazo, dado lo remoto que es geográficamente y el debilitamiento de sus lazos económicos con el oeste, está claro que se sentirá una presión conducente a integrar el Extremo Oriente ruso con el este asiático. Su frontera de 3.000 kilómetros con China es más o menos la tercera parte de su distancia física a Moscú. La región tiene una base de recursos naturales enorme, una mano de obra que se reduce y una necesidad de inversiones de capital. La vecina China tiene una demanda de recursos inmensa y una mano de obra inagotable, y va camino de convertirse en la mayor economía del mundo en 2050. De alguna forma, a largo plazo, han de converger.

Una zona económica libre en esa parte del mundo, del estilo de la zona TLCAN, parece el resultado final más natural. Hay multitud de señales de que el gobierno ruso desea vivamente ir en esa dirección; por ejemplo, el fortalecimiento constante de sus lazos con el bloque comercial de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático, con cumbres regulares entre esa organización y Rusia desde 2005 y una petición pendiente de resolución de ser miembro de la Cumbre del Este de Asia. En 2012, Rusia albergará la cumbre de la Cooperación Económica Asia-Pacífico en Vladivostok. Sin embargo, no puede descartarse la remota posibilidad de una conquista militar o de una pura y simple venta —como Rusia hizo con Alaska—. Tal y como a mí me enseñaron en el colegio que Estados Unidos compró Alaska en 1867, puede que un día los escolares de Beijing y Moscú lean acerca de la compra de Yuandong en 2044. Si ocurriese alguna de esas dos cosas, la apertura económica del Extremo Oriente ruso, espoleada por la demanda por los mercados asiáticos de sus abundantes recursos naturales, no quedaría lejos.

#### PETRÓLEO AZUL

Los modelos demográficos nos dicen que va a haber miles de millones más de personas en las latitudes meridionales, cálidas, secas, del planeta, en lugares que hoy sufren estrés hídrico y que lo sufrirán aún más en el futuro. Con unas pocas excepciones notables, se espera, por el contrario, que el Norte rico en agua se vuelva aún más húmedo. Dada esta obvia discordancia, ¿no podrían los países del Norte vender un día su agua a los meridionales?

La idea no es una locura. Las ventas internacionales de agua en masa han ido menudeando en otras partes, por ejemplo de Lesoto a Sudáfrica y de Turquía a Israel. Turquía hasta construyó una instalación para la exportación de agua en la desembocadura del río Manavgat que costó 150 millones de dólares; con ella les venden agua a compradores de la zona y se la envía en petroleros.<sup>35</sup> Una empresa francesa está pensándose construir un canal subterráneo que envíe agua del Ródano de Francia a España.

El ejemplo más ambicioso es el chino: una gigantesca obra de ingeniería que se prolongará durante decenios está reconfigurando las redes fluviales de China para desviar agua del húmedo sur hacia el reseco norte. Este megaproyecto de «trasvase de aguas del sur al norte» conectará cuatro grandes cuencas de drenaje y construirá tres largos canales a través de las partes oriental, central y occidental del país. Los costes serán de al menos 62.000 millones de dólares —más de tres veces lo que costó la presa de las Tres Gargantas en China también—, e incluirán el realojamiento de trescientas mil personas y muchas consecuencias medioambientales negativas. Cuando esté terminado, la cantidad de agua trasvasada artificialmente del sur al norte cada año equivaldrá a más de la mitad de la consumida en California.<sup>36</sup>

¿No podría otro megaproyecto redirigir el agua desde el norte hacia el sur, digamos de Canadá

a Estados Unidos o de Rusia a las secas estepas del Asia central? Hay, ciertamente, precedentes, y no solo el que ahora está en marcha en China. El último siglo vio la construcción de muchos grandes proyectos de ingeniería en la Unión Soviética y en Norteamérica, entre ellos dos enormes pensados para trasvasar agua de una cuenca de drenaje a otra: el proyecto de la bahía de James, para la producción de energía hidroeléctrica, en Canadá, y el proyecto de aguas del estado, en California, un inmenso sistema de canales, depósitos y estaciones de bombeo que desvía agua desde el extremo norte hasta el extremo sur del estado.

Los más audaces eran dos megaproyectos concebidos en los años sesenta pero que no se llegarían a construir. Ambos proponían un uso masivo de presas, canales y estaciones de bombeo para reconfigurar la hidrología del continente norteamericano y trasvasar su agua del norte al sur. Se trataba de la Alianza Norteamericana del Agua y la Energía (NAWAPA), propuesta por el despacho de ingeniería Ralph M. Parsons, de Pasadena, California (hoy Parsons Corporation), y el Gran Canal de Reciclado y de Desarrollo del Norte (GRAND Canal), propuesto por un ingeniero canadiense, Tom Kierans.

NAWAPA era de una escala colosal. Proponía redirigir los ríos que corrían con rumbo norte, en dirección hacia Alaska y el norte de Canadá, hacia el valle de la «trinchera» de las Montañas Rocosas —con lo que se formaría un gigantesco mar interior— para a continuación bombear el agua hacia el sur por medio de conexiones entre todas las cuencas de drenaje del oeste de Norteamérica y los Grandes Lagos. El caudal del Yukón, del Peace y de otros distantes ríos del Norte acabaría en los Grandes Lagos, en California o en Nuevo México.

El coste en dinero de NAWAPA y los daños ecológicos eran inmensos. Violentemente atacado por los grupos ecologistas y por la mayoría de los canadienses, con un coste estimado de entre 100.000 y 300.000 millones de dólares de los años sesenta,<sup>37</sup> este grandioso plan tuvo más éxito en atraer la atención de la prensa que en conseguir apoyo financiero. Pero NAWAPA implantó firmemente en las mentes de generaciones de ingenieros y de políticos la idea del trasvase de cantidades ingentes de agua del norte al sur. Medio siglo después sigue inspirando revulsión, sobrecogimiento e ideas que derivan, pero a menor escala, de la original.

El segundo plan hidráulico inmenso de llevar agua del norte al sur de los años sesenta, el GRAND Canal, sigue teniendo hoy sus partidarios. Consiste en construir un dique a través de la bahía de James (el gran entrante en el extremo sur de la bahía de Hudson, véase el mapa de la página 10), de modo que retenga antes de que llegue al mar la escorrentía de los muchos ríos que llegan a esas tierras bajas en su discurrir hacia el norte. La parte cerrada de la bahía de James se convertiría en un gigantesco lago de agua dulce, y su agua se bombearía entonces de vuelta al sur, hacia el lago Hurón.

El creador del plan del GRAND Canal, Tom Kierans, que hoy tiene ya más de noventa años, sigue siendo su infatigable promotor. Señala que el único lugar que no recibiría agua por culpa del proyecto sería la bahía de Hudson, un mar encajonado, abarrotado de medusas. De vez en cuando,

los políticos canadienses reavivan el plan.<sup>38</sup> Pero con un coste de 175.000 mil millones de dólares estadounidenses, según se calcula hoy —por no mencionar las numerosas consecuencias medioambientales y el cambio climático local en la región—<sup>39</sup>, su resurrección parece lejana, al menos por ahora.

De proyectos de menor monta en la misma zona, como el «Complejo de Aguas del Norte»,<sup>40</sup> que se ha propuesto no hace mucho (véanse los mapas de las páginas 10-13), cabe pensar con realismo que podrían ganarse apoyos antes. Ese plan en concreto consiste en embalsar las aguas aluviales de tres ríos que discurren hacia el norte para inundar temporalmente unos mil cien kilómetros cuadrados de terreno antes de bombearlas de vuelta hacia el sur. Según quienes lo proponen, el Complejo de Aguas del Norte costaría solo quince mil millones de dólares estadounidenses, podría estar acabado en 2022 y generaría 2.000 millones de dólares anualmente en energía hidráulica y quizá otros 20.000 millones anuales en ventas de agua. Con incentivos económicos como esos, el fuerte ruido de succión que viene de Estados Unidos podría sonarles mejor a muchos canadienses.

Las obras hidráulicas gigantescas causan considerables daños medioambientales y ya no son populares ni en Estados Unidos ni en Canadá. En Estados Unidos se tiende hoy a eliminar presas, no a construirlas. Pero la exportación de agua a menor escala se puede llevar a cabo con tuberías, petroleros y plantas de embotellado. Los Grandes Lagos, a los que dan los dos países, que los comparten, se podrían rellenar por un extremo y vaciar por el otro, por ejemplo en el Trasvase de Chicago. En su libro *The Great Lakes Water Wars*, Peter Annin cuenta cómo los gobernadores y primeros ministros de los Grandes Lagos —temerosos del espectro de unas pajitas de beber, largas e insaciables que puedan llegar hasta ellos desde el sudoeste de Estados Unidos— colaboran en un frenesí legislativo que, esperan, les proteja de futuras extracciones que se lleven el agua de la región.

Una cuestión pendiente —temida por muchos ecologistas— es la de si Canadá no podría verse obligada a vender agua en cantidades masivas a Estados Unidos y México por culpa del TLCAN, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. A diferencia del petróleo, la cuestión del agua, mucho más polémica, se quedó deliberadamente sin abordar durante la redacción y ratificación del tratado. Los juristas señalan que bastaría con que una provincia, digamos Quebec, empezase a ceder agua en cantidades masivas a Estados Unidos para que se estableciera un precedente legal, que obligaría a los proveedores de agua canadienses a vendérsela a clientes estadounidenses o mexicanos tal y como se la venden a los de su propio país. En un mundo así, Norteamérica se iría acostumbrando a comprarle a su vecino del norte no solo petróleo, sino también agua.

La mayoría de los canadienses se oponen a la idea de convertirse en proveedores de agua de Estados Unidos, si bien los gobiernos provinciales están por lo general más abiertos a la idea. Aparte de la inquietud medioambiental que la idea suscita, Canadá sufre sus propias escaseces de

agua. Es un país rico en agua sobre el papel, pero la mayor parte de sus excedentes libres se encuentran en el norte remoto, corriendo sobre el permafrost apenas poblado del Ártico o de la bahía de Hudson. Las praderas del sur-centro son propensas a las inundaciones, con lluvias irregulares y una gran dependencia de unos pocos ríos largos demasiado explotados, que se nutren de la fusión de lejanas nieves y glaciares. Si en el futuro llegara a realizarse algún trasvase de agua desde el norte de Canadá hasta Estados Unidos, una porción se quedará, seguramente, en el sur de Canadá.

Un lugar donde hacia 2050 bien se podría ver la resurrección de una idea del siglo xx de trasvasar agua masivamente es Rusia. Hace mucho que se piensa en los poderosos ríos siberianos, que fluyen intactos hacia el océano Ártico, como una fuente potencial de agua para las secas estepas y desiertos de Asia central. En la década de 1870, los ingenieros del zar observaron la favorable, si bien larga, puerta topográfica que conectaba la húmeda Siberia occidental con las tierras bajas del Aral y el Caspio, en lo que ahora es Kazajistán y Uzbekistán. En la década de 1940, el ingeniero soviético M. M. Davidov había elaborado un gran plan para el trasvase de agua en sentido norte-sur desde el oeste de Siberia, completado con canales, estaciones de bombeo y la creación de un gigantesco lago de tierra adentro que habría inundado precisamente la misma zona que hoy está acribillada de pozos de petróleo y de gas.

Desde finales de los años sesenta hasta principios de los ochenta, la Unión Soviética estudió, revisó y finalizó una versión reducida del plan de Davidov. La idea era explotar los poderosos ríos siberianos Obi, Irtysh y Yenisei por medio de un canal de 2.544 kilómetros de largo para regar los campos de algodón de los alrededores del mar de Aral (véase el mapa de la página 13). La extracción de agua de los afluentes del mar de Aral ya estaba precipitando la región hacia el desastre desecado que es hoy en día. En 1985, el estudio topográfico de la ruta del canal ya se había realizado y las primeras cuadrillas de trabajadores estaban ya en Siberia para empezar el «proyecto del siglo», al que entonces se denominaba «Sibaral» (por canal de Siberia al mar de Aral).<sup>41</sup> Pero en esas el nuevo líder soviético, Mijaíl Gorbachov, detuvo de pronto el proyecto en 1986; se dio como razón que había que estudiar más las consecuencias medioambientales y económicas. Nada más se hizo, y cuando la Unión Soviética se vino abajo se abandonó el proyecto, tras decenios de planificación.

Hoy, el Sibaral sigue levantándose de la tumba con sorprendente regularidad. El megaproyecto es políticamente más difícil de manejar que antes porque ahora afecta a seis países soberanos — Rusia, Kazajistán, Turkmenistán, Uzbekistán, Kirguizistán y Tayikistán— en vez de a uno. Sin embargo, las cinco ex repúblicas soviéticas quieren que se haga el Sibaral y siguen clamando por él.

El apoyo en Rusia es indeciso. En 2002, el alcalde de Moscú, Yuri Luzhkov, le escribió una carta al presidente Vladímir Putin en la que urgía la recuperación del plan, y daba como razones la desestabilización de Asia central por la carencia de agua y el espectro de un aluvión de refugiados

políticos a través de la frontera rusa. El viceministro de recursos naturales de Rusia también escribió apoyando el plan.<sup>42</sup> En 2004, Luzhkov dio discursos en favor del proyecto en Kazajistán; y el director del proyecto Soyuzvod, una agencia del agua gubernamental, dijo que estaba recopilando la documentación de proyectos archivados de más de trescientos institutos; quería inspeccionar los viejos planes y revisarlos. La mayoría de los científicos rusos se oponen al Sibaral, pero algunos señalan que reducir la escorrentía que con los ríos llega al océano Ártico podría mitigar ligeramente el esperado debilitamiento de la circulación termohalina del Atlántico Norte descrita antes en este capítulo.<sup>43</sup> Hacen falta estudios por medio de modelos para confirmar o refutar esta hipótesis, pero si fuese correcta, cabe pensar que el Sibaral se ganaría el apoyo de los grupos ecologistas a los que preocupe más el cambio climático global que los daños ecológicos en Siberia.

Queda por ver si el Trasvase de Agua del Sur al Norte ahora en construcción reavivará la antigua pasión de la humanidad por los proyectos hidráulicos a gran escala. Dados los enormes obstáculos —económicos, medioambientales y políticos—, me siento escéptico acerca de la materialización de alguno de esos megaproyectos de trasvase de agua del norte al sur. Pero de los aquí descritos, el Sibaral es el más desarrollado. Asia central se está quedando muy, muy seca, y su población está creciendo. A diferencia de los proyectos norteamericanos, algo hay en este que se niega a morir. Pese a los graves perjuicios medioambientales que con mucha probabilidad causaría, la verdad es que podría llegar a realizarse algún día.

Con independencia de qué proyectos de ingeniería hidráulica se emprendan en 2050, una cosa sigue estando clara. En lo que se refiere al agua, los países del Cerco del Norte serán la envidia del mundo.

## El nuevo Norte

A las pocas horas de que el CCGS *Amundsen* atracase en Churchill, mi vida cambió por completo. Tras meses de viajes de tren por desolados bosques boreales, de largas costas vacías, de frío aire salino de la bahía de Hudson, me sumergía de nuevo en el retumbar en medio del humo de mi sudorosa megaciudad desértica. Aunque conocido, era surrealista; aunque energizante, turbador, y todo ello a la vez. En pocas palabras, se trataba de la reacción típica que casi todos los científicos árticos tienen cuando, al final del verano, migran de norte a sur, como pájaros demasiado instruidos que se reintrodujesen en la sociedad.

Lo que hace que volver a casa resulte tan espinoso, comparado con otros regresos de lugares exóticos, no es el mero choque cultural. Es el choque humano, volver a ver a tanta gente tras haber estado viviendo en lugares tan vacíos. Hasta los campos de labranza de Iowa parecen abarrotados cuando se ha estado navegando unos días en un vapor ante las costas de Labrador o se han sobrevolado cientos de kilómetros tierra adentro sin ver apenas el menor rastro de un ser humano. Experimentar la verdadera soledad del Norte es fantasmagórico y emocionante a la vez, como si modificáramos el espacio-tiempo para llegar a otro planeta donde nunca hubiese estado nuestra especie. La cuestión es: ¿cuántos años más seguirá así?

El número de personas que desean visitar o explotar el Ártico, o, simplemente, informarse sobre él, crece todos los años. El número de estudiantes en ciernes que se ponen en contacto conmigo porque quieren seguir estudios de tercer ciclo ha pasado de ninguno a decenas al año. En las convenciones anuales de la Unión Geofísica Americana, las ponencias que exponen investigaciones árticas hacen ahora que se desborden enormes salas de congresos, cuando antes bastaba con un cuarto, donde los veteranos no hablaban más que entre sí. En el Año Polar Internacional 2007-2009 participaron unos diez mil científicos y otras cincuenta mil personas de sesenta y tres países.

El gasto en investigación y desarrollo también está creciendo. Solo la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos destina ahora casi quinientos millones de dólares anuales a la investigación polar, más del doble que en los años noventa. Desearía que esta tendencia significase que obtener una beca de investigación fuese la mitad de difícil, pero con tantos nuevos científicos jóvenes por ahí la competencia es mayor que nunca. Las inversiones mundiales en el Año Polar Internacional sumaron alrededor de 1.200 millones de dólares. La NASA y la Agencia Espacial Europea están creando nuevos satélites para cartografiar y observar exhaustivamente las

regiones polares como nunca se había hecho antes. Las inversiones de la NASA llegarán seguramente a los 2.000 millones de dólares a mediados de esta década.<sup>1</sup>

Gracias al intenso seguimiento de los medios de comunicación, las imágenes de osos polares ahogados, de cazadores inuit perplejos y de mapas por satélite de un mar de hielo menguante son ahora un lugar común en el espíritu de la gente. En un plazo notablemente corto, unos años, estos fenómenos han cambiado la percepción mundial del Ártico: de inconquistable fortaleza de hielo a zona militarizada que hacía de amortiguador entre dos superpotencias nucleares, y de zona militarizada a ecosistema frágil al borde del colapso (o paraíso de los negocios, según el punto de vista de cada uno). Unos lugares a los que incluso en los años ochenta se veía todavía como cementerios marinos y asesinos de hombres, se van convirtiendo ahora en la percepción pública en un océano de promisión, cargado de una abundancia de recursos naturales prestas a que se las tome. Con tan pocos verdaderos habitantes del Ártico que puedan quejarse de tales maneras de verlo, estas, por obra de las palabras e imágenes de nuestro tiempo, se han consolidado libremente en la conciencia pública.

En la página siguiente, la ilustración de la izquierda refleja la obsesión por explorar el Ártico cuando estaba en todo su apogeo, a finales del siglo XIX y principios del XX. La de la derecha es una bien conocida foto de un banco de imágenes; circula ahora por muchos blogs y sitios de la red dedicados al cambio climático. Ambas retratan la misma localización geográfica —el océano Ártico—, pero el efecto es muy diferente. A la izquierda (*Abandono del Jeannette*, alrededor de 1894), es un lugar oscuramente ominoso, mortífero e inaccesible. A la derecha (*El último oso polar*, alrededor de 2009), es un lugar de cielos soleados, un mar de tentadora y cristalina calma, un magnífico animal condenado a la extinción.

Ambas son versiones estilizadas, por supuesto. Las puntiagudas agujas de hielo que atrapan al *Jeannette* se parecen más a las montañas alpinas que al hielo marino; al ampliar, los ángulos de las sombras y otros detalles sutiles de la foto descubren que el oso, casi con toda seguridad, fue insertado digitalmente. Cada una hace por propalar un mensaje. Pero estilizadas o no, son imágenes como estas las que reflejan —y moldean— con gran viveza la percepción que se tiene en la época respectiva. Y, como cualquier buen publicitario sabe, cuando de lo que se trata es de gastar dinero, la percepción lo es todo.





Maneras de ver el Ártico: (izquierda) inaccesible asesino de barcos y valientes, alrededor de 1894; (derecha) ecosistema en peligro o paraíso de los negocios, según el punto de vista de cada uno, alrededor de 2009.

En el siglo XIX y a principios del XX, los relatos de los exploradores, con sus historias de gloriosas adversidades bajo la sombra de la muerte, convencieron a donantes de ciudades de todo el mundo de que aflojasen la cartera y costearan expediciones al Paso del Noroeste y al Polo Norte. Durante la Segunda Guerra Mundial y la Guerra Fría, el temor a una invasión japonesa, a las bombas atómicas y a la ideología comunista propició unos gastos nacionales enormes, en penalidades y dinero, para abrir por primera vez de verdad el Norte. Hoy, los científicos, por medio de las evaluaciones del petróleo y el gas natural del Servicio Geológico de Estados Unidos y de las previsiones de los modelos climáticos, están convenciendo a los gobiernos y a los inversores de que la región es un lugar con un valor estratégico creciente, abierto cada vez más al negocio. Y la historia nos dice que, cuando se trata de decisiones tocantes a gastar dinero, esa percepción cada vez más extendida será tan importante —quizá hasta más importante— que los cambios climáticos mismos.

Vista a esta luz, la desaparición del hielo marino del océano Ártico tiene una profunda importancia, pero también la tiene la decisión de los gobiernos de los países del Cerco del Norte de empezar a hacer ejercicios militares allí, de ponerse a comprar fragatas y cazas F-35 o de emprender el largo y costoso proceso de reivindicar su fondo conforme a los trámites prescritos por CONVEMAR. Que el permafrost se descongele tiene una profunda importancia, pero también la tiene la decisión del capital privado de hacerse con el puerto de Churchill y la línea de ferrocarril más septentrional de Canadá, de comprar concesiones para la explotación de fuentes de energía en el mar por valor de 2.800 millones de dólares y de empezar a construir buques cisterna

especiales para el transporte de gas natural licuado y plataformas de perforación en el mar adaptadas a entornos helados.<sup>2</sup>

Los grupos ecologistas del mundo, horrorizados por la perspectiva de que un ecosistema entero se extinga, están reuniendo dinero para el Ártico y promueven la toma de conciencia al respecto. Y a diferencia de lo que ocurre con la mayoría de las demás disciplinas geocientíficas, cuando una plataforma de hielo polar más se desmorona, la prensa lo cuenta. Mis colegas y yo estamos acostumbrados a responder las preguntas de los periodistas sobre temas, como el almacenamiento de carbono en el permafrost, que antes se relegaban a las papeleras de la oscuridad académica.

Tanta publicidad ha espoleado un incremento masivo del turismo en la zona. En 2004, más de 1,2 millones de pasajeros viajaron a un destino del Ártico en cruceros. Tres años después nada más, el número se había duplicado con creces; en 2008, solo a Groenlandia llegaron cuatrocientos cruceros.<sup>3</sup> Muchos pasajeros citan el deseo de «ver el Ártico antes de que desaparezca» como motivo para haber abonado el cuantioso precio. Y si bien no habrá, en ningún momento previsible, un Ártico líquido, sí que habrá enseguida nuevas agencias turísticas, negocios de puertos de escala y otros nuevos ofertantes dispuestos a satisfacer esa demanda.

Espolean esta ola de interés por el Ártico las impresionantes consecuencias que el cambio climático está teniendo allá. Están reconfigurando la percepción que el mundo tiene de qué tipo de lugar es el Ártico. Al transformar la manera de verlo, de fortaleza vacía en catástrofe ecológica, de teatro militar en oportunidad de hacer negocio, el cambio climático está desencadenando otro potente bucle de realimentación en la región, esta vez claramente humano, que la transformará de maneras muy tangibles. Para el desarrollo de la región, el valor estratégico que se le percibe y sus lazos y nexos económicos con el resto del mundo, podría llegar a ser la retroalimentación más profunda de todas.

Pero que el Ártico se derrita, ¿justifica tanto revuelo? Yo mismo viajo a menudo a esa zona notable para estudiar el tórrido ritmo que lleva allí el cambio climático. Pero como hemos visto, el clima no es sino una de las cuatro fuerzas globales que impulsan este cambio. Además, el Ártico propiamente dicho (al norte del Círculo Ártico, aproximadamente a 66° 33' de latitud norte) es en realidad diminuto en comparación con la desmedida atención que le prestan las noticias, los organismos que financian la ciencia, las proyecciones cartográficas que se suelen usar y la imaginación del público. Solo el 4,2 por ciento de la superficie del planeta y el 4,6 por ciento de sus tierras sin hielo (es decir, que no están enterradas bajo hielo glaciar) se encuentran al norte de ese paralelo, sin árboles apenas, profundamente congeladas como permafrost y sumergidas en la oscuridad polar durante buena parte del año. Al norte del paralelo 45° de latitud norte, en cambio, está el 15 por ciento de la superficie del planeta y nada menos que el 29 por ciento de sus tierras sin hielo.<sup>4</sup> El Ártico es único, extremo y la casa de pueblos notables, pero también arrastra el foco de la atención hacia sí y deja a oscuras las extensas zonas de los países del Cerco del Norte que hay más al sur. Con su mayor superficie, población, producción,

productividad biológica y poder económico, son esas regiones mucho mayores —junto con sus parajes árticos— las que forman el núcleo del Nuevo Norte, un lugar que en el siglo XXI cada vez interesa mundialmente más y donde cada vez es mayor la actividad humana.

PRODUCTO INTERIOR BRUTO, SUPERFICIE Y POBLACIÓN DE LOS PAÍSES DEL CERCO DEL NORTE EN COMPARACIÓN CON OTRAS ECONOMÍAS IMPORTANTES DEL MUNDO

	PIB (miles de millones de dólares)	PIB Puesto mundial	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población
Norte de Estados Unidos <sup>a</sup>	2.693	[6] <sup>b</sup>	1.417.053	55.039.000
Rusia	2.103	9	17.098.242	140.367.000
Canadá	1.287	15	9.984.670	33.890.000
Países nórdicos	1.006	6	3.424.422	25.304.000
Total de los países del Cerco del Norte	7.089	[4]	31.978.387	254.600.000
BRIC	16.442	[1]	38.441.883	2.834.617.000
Unión Europea	14.520	1	4.324.782	491.583.000
Estados Unidos (en su totalidad)	14.260	2	9.826.675	307.641.000
China	8.767	3	9.596.961	1.338.613.000
India	3.548	5	3.287.263	1.156.898.000
Alemania	2.812	6	357.022	82.330.000
Reino Unido	2.165	7	243.610	61.113.000
Brasil	2.024	10	8.459.417	198.739.000

FUENTES: CIA World Factbook, 2009; Oficina de Análisis Económico, Departamento de Comercio de Estados Unidos.

<sup>a</sup> Véase la nota 6 de este capítulo.

<sup>b</sup> Nota: los corchetes [ ] indican el puesto mundial por el PIB de los bloques económicos no incluidos como tales en la lista de 2009 CIA World Factbook.

Según una definición más generosa,<sup>5</sup> el «Ártico» abarca unos doce millones de kilómetros cuadrados, tiene cuatro millones de habitantes y una economía de 230.000 millones de dólares al año. A muchos les sorprende lo grandes que son estos números. Sin embargo, el producto interior bruto es menos de la mitad del comercio anual entre Estados Unidos y Canadá. Comparadas con la superficie geográfica total, la población y la economía de los países del Cerco del Norte, sus cifras se quedan en poco, incluso cuando se restringe la participación de Estados Unidos a los estados del norte.<sup>6</sup> Aun con esta definición geográfica más restringida de «países del Cerco del Norte», estos controlan en conjunto unos treinta y dos millones de kilómetros cuadrados,

doscientos cincuenta millones de personas y una economía de 7 billones de dólares. Semejante bloque, así medido, representaría la cuarta economía del mundo por detrás de los BRIC (Brasil, la India, Rusia, China [16,4 billones], la Unión Europea [14,5 billones] y todo Estados Unidos [14,3 billones]). Su población se acercaría a la de todo Estados Unidos, su superficie triplicaría la de China. Vistos de esta manera, los países del Cerco del Norte son un conjunto impresionante (véase la tabla anterior).

A diferencia de la Unión Europea o de Estados Unidos, los países del Cerco del Norte no forman, claro está, una alianza formal o un bloque de libre comercio. Sin embargo, los capítulos anteriores han puesto de manifiesto muchas conexiones entre esos países que van bastante más allá de las geográficas evidentes. Casi veinte años después de que el TLCAN entrase en vigor, el abrazo cultural y económico entre Canadá y Estados Unidos es, cabe sostener, más fuerte ahora que en cualquier otro momento de su historia. Se estrechará aún más si la producción de petróleo de las arenas bituminosas de Alberta (y algún día puede que las exportaciones de agua) aumenta como se prevé. Pese a que pertenezcan a la Unión Europea, Suecia y Finlandia se sienten cultural y económicamente más afines a Islandia y a Noruega que a Italia o a Grecia. Desde los años noventa, incluso la arisca Rusia ha estado estrechando lazos con sus vecinos del Cerco del Norte: la participación en el Consejo Ártico, las buenas relaciones comerciales con Finlandia, la declaración de Ilulissat, el deseo expreso de abrir una vía de navegación hasta el puerto canadiense de Churchill y la ordenada presentación de sus reclamaciones sobre el fondo marino bajo el artículo 76 de CONVEMAR. Los países del Cerco del Norte colaboran constantemente en cuestiones de pesca, de protección del medio ambiente, en búsquedas y salvamentos y científicamente. Comparten fronteras pacíficas, estables, que están entre las más amistosas del mundo. Hay grupos aborígenes —los inuit, los sámi— que se identifican y organizan a través de las fronteras nacionales. Entre estos ocho países del Cerco del Norte, veo más lazos y semejanzas que, digamos, entre los BRIC o incluso entre muchos países de la Unión Europea.

Los cimientos de este Nuevo Norte llegan hasta mucho más al sur del océano Ártico, hasta destinos de la inmigración mundial como Toronto y hasta los mercados del gas natural de Europa occidental. Los erigen las fuerzas globales de la demografía, la demanda de recursos naturales, la globalización y el cambio climático, junto a actores de menor monta, como el transporte naval, CONVEMAR y los acuerdos sobre reivindicaciones territoriales de los aborígenes. Un amplio conjunto de fuerzas que «repelen» y que «atraen» —físicas, ecológicas y sociales— se ha puesto en marcha. Los cambios se irán produciendo siguiendo la armazón preexistente de la geografía y la historia, el legado de las decisiones políticas del pasado, de las tasas de nacimientos y de las migraciones de las personas. Estarán constreñidos por realidades físicas como el efecto continental, el hielo marino, el suelo descongelado y una distribución irregular de los recursos naturales. En muchos aspectos, esta maduración de una nueva región geográfica no es sino lo que tantas veces ha sucedido en la historia del mundo. Pero al contrario que antiguas expansiones

humanas, seguramente esta ocurrirá de manera ordenada y guardará poco parecido con la violencia y los genocidios tan comunes en el pasado.

En muchos aspectos, pues, el Nuevo Norte está bien situado ante el siglo que viene, incluso pese a que su singular ecosistema esté amenazado por la presión asociada de la explotación de sus hidrocarburos y del cambio climático amplificado. Pero el mundo de 2050 estará globalizado y contará con más de nueve mil millones de habitantes, con una megatendencia, cada vez más acentuada, hacia el estrés hídrico, las olas de calor y las inundaciones costeras. ¿Podría motivar todo ello un renovado interés por asentarse en la región? Llevando el experimento mental un poco más lejos: ¿en qué medida podría un Norte húmedo, poco poblado, rico en recursos naturales y no tan extremadamente frío ofrecer refugio donde guarecerse de algunas de las mayores presiones descritas en los cuatro primeros capítulos de este libro?

Si en las costas de Florida llega un día en que es imposible suscribir una póliza de seguro y si California entra en la sequía perfecta, ¿no podría a la gente pasársele por la cabeza trasladarse a Minnesota o a Alberta? ¿No pensarán los españoles en Suecia? ¿No podría Rusia decidir un día, perdiendo población y necesitada de inmigrantes, que invitar a los antiguos cultivadores de algodón kazajos y uzbekos a que abandonen sus polvorientos campos y se reubiquen en Siberia para trabajar en los yacimientos de gas es más inteligente que un canal Sibiral de 2.500 kilómetros de largo?

Estas preguntas exigen, para empezar, que se reflexione sobre qué hace que las civilizaciones funcionen. En su libro *Colapso*, mi colega de la Universidad de California en Los Ángeles Jared Diamond escruta la historia humana para responder a la pregunta de por qué caen las civilizaciones. El estudio de hundimientos de sociedades ya sucedidos, como los de la isla de Pascua y Ruanda, y de circunstancias en las que poco faltó para que ocurriese, como las de Japón en el siglo XVIII, le sirve para identificar cinco peligros clave que pueden amenazar a una sociedad existente. Son, citándolos en un orden cualquiera, los daños medioambientales y ecosistémicos autoinfligidos, la pérdida de relaciones comerciales con otros países, la presencia de vecinos hostiles, un cambio climático adverso y la manera en que la sociedad en cuestión reaccione a sus problemas medioambientales. Cualquiera de ellos, sostiene Diamond, someterá a estrés a un asentamiento humano ya existente. Varios de ellos combinados, o todos ellos, lo pondrán en el camino de la extinción.

Dándole la vuelta a la cuestión, ¿cuál es la causa de que nazcan nuevas civilizaciones? Mi enfoque da a entender que lo primero y principal es el incentivo económico, seguido de que haya unos colonos bien dispuestos, un dominio estable de la ley, que se mantengan relaciones comerciales viables con otros países y se produzca un cambio climático favorable. Ninguno de estos factores engendrará por sí solo un asentamiento nuevo de grandes proporciones, pero varios

de ellos, o todos ellos, combinados podrían poner a alguno en el camino de llegar a existir, o fomentar el crecimiento de otros ya existentes.

A primera vista, los ocho países del Cerco del Norte cumplen esos requisitos en cierto grado. Salvo Rusia, se cuentan entre los países más abiertos al comercio, más globalizados y más respetuosos de la ley. Sea una bendición o una maldición,<sup>7</sup> controlan una variedad de recursos naturales muy valiosos y codiciados. Ya disfrutan de más peticiones de aspirantes a inmigrante de las que pueden o quieren absorber. Pese a la fiebre mediática acerca de una competencia rabiosa por el Ártico, son vecinos amistosos. Sus inviernos siempre serán gélidos, pero menos que hoy. La biomasa se extenderá hacia el norte, y habrá allí incluso algún aumento de la producción agrícola, en contraste con el futuro más incierto que les espera a las zonas agrícolas del sur, mucho mayores.

Los países del Cerco del Norte poseen un puñado de asentamientos de buen tamaño a partir de los cuales podrían crecer. Los mayores núcleos, como Toronto, Vancouver, Seattle, Calgary, Edmonton, Minneapolis-St. Paul, Ottawa, Reikiavik, Copenhague, Oslo, Estocolomo, Helsinki, San Petersburgo y Moscú crecen deprisa y están atrayendo ahora a muchos emigrantes extranjeros. Destinos urbanos de menor tamaño son Anchorage, Winnipeg, Saskatoon, Ciudad de Quebec, Hamilton, Göteborg, Trondheim, Oulu, Novosibirsk, Vladivostok y otros. Algunas localidades verdaderamente norteñas que podrían crecer en un Nuevo Norte serían Fairbanks, Whitehorse, Yellowknife, Fort McMurray, Iqaluit, Tromsø, Rovaniemi, Múrmansk, Surgut, Novi Urengoi, Noyabrsk, Yakutsk y otras. Los puertos de Arjánguelsk, Churchill, Dudinka, Hammerfest, Kirkenes, Nuuk, Prudhoe Bay y otros se proponen beneficiarse del mayor número de prospecciones en el océano Ártico y de la mayor actividad allí de las marinas mercantes.

Noyabrsk y Novi Urengoi —ciudades flamantemente nuevas que ni siquiera existían a principios de los años ochenta—, impulsadas por los hidrocarburos del oeste de Siberia, tienen ahora cada una cien mil habitantes. La canadiense Fort McMurray es la gorda garrapata de las arenas bituminosas de Alberta; se alimenta de betún y agua como Las Vegas de jugadores. El rápido crecimiento de su población, que se acercará a los cien mil habitantes en esta década, es probable que solo esté en sus principios. Se cree que esa vasta llanura, tan grande como Bangladesh, de tierra impregnada de betún, contiene 175.000 millones de barriles de petróleo, en lo que solo viene detrás de Arabia Saudí (tiene un 50 por ciento más que Irak). Pese a los devastadores daños medioambientales, la explotación de las arenas bituminosas se extiende a buen paso y se prevé que en 2040 produzca diez veces más petróleo que el North Slope de Alaska hoy.

Las ciudades son la clave del Nuevo Norte porque los países del Cerco del Norte —como ocurre en cualquier otra parte— se están urbanizando deprisa. Aun en el Ártico y el Subártico remotos, la gente está abandonando los pueblos pequeños o la vida en el monte y se congrega en lugares como Fairbanks y Fort McMurray y Yakutsk. La diminuta Barrow, en Alaska —una

metrópoli para la vara de medir ártica—, está absorbiendo un flujo de personas procedentes de aldeas remotas del North Slope. Esta tendencia a la urbanización, obstaculizada por la merma de las carreteras de invierno y las alteraciones del suelo al derretirse el permafrost, parece presagiar el abandono de grandes extensiones de los remotos interiores continentales. Esas tierras seguirán en estado salvaje aunque en los mares haya más actividad. No es irrazonable suponer que llegará el día en que la gente las visitará no para cazar o vivir allí, sino como turistas globales deseosos de ver los últimos grandes parques salvajes que quedarán en la Tierra.

En último lugar, esta cuestión de la futura expansión de la población se reduce a las concernientes a las oportunidades económicas, la demografía y los colonos bien dispuestos. Todos los núcleos urbanos de los países del Cerco del Norte ofrecen unas economías globalizadas diversas y atraen a un gran número de inmigrantes, con lo que compensan el envejecimiento de su población y unas tasas de fertilidad propias declinantes. En cambio, la Federación Rusa se enfrenta a una caída brusca de la población, las bajas tasas de nacimiento de los aborígenes y una actitud que en general es hostil hacia los extranjeros. Los países nórdicos crecen pero despacio, tienen poblaciones aborígenes muy pequeñas y si bien son generosos con los inmigrantes extranjeros, se resisten culturalmente a la idea de abrir sus puertas a más millones de inmigrantes. Solo Canadá y Estados Unidos absorben números grandes de inmigrantes y, a la vez, tienen poblaciones aborígenes propias considerables y que crecen rápidamente. Las políticas canadienses favorecen la admisión sobre todo de trabajadores cualificados, lo que beneficia a su mano de obra cualificada, sobre todo en las ciudades del sur. El aumento de su población aborígen está impulsando también el crecimiento de remotas localidades del norte. Canadá sigue integrándose económica y políticamente con Estados Unidos, donde en 2050 vivirán casi cien millones de personas más. Estas potentes tendencias son tres razones por las que he empezado a invertir mi dinero en fondos de inversión canadienses para mi plan de pensiones. Al fin y al cabo, tengo que moverme: con un planeta que encanece, la probabilidad de que me espere una cómoda pensión pagada por los contribuyentes es nimia.

Pero, como no sea a ciudades o a pueblos grandes, cuesta atraer a nuevos colonos, y sobre todo a las lejanas tierras árticas de los países del Cerco del Norte. Con cuatro millones de habitantes y un producto interior bruto apenas mayor que el de Hong Kong,<sup>8</sup> el Ártico circumpolar contiene una población y una economía mayores de lo que muchos se imaginan, pero la una y la otra siguen siendo bien livianas. Así, con solo 57.000 personas y un producto interior bruto anual de 2.000 millones de dólares la población y la economía de Groenlandia no son más que el 1 por ciento de las de Dinamarca. Además, el pilar de la economía ártica es la mera exportación de materias primas: metales, combustible fósil, diamantes, pescado y madera. Los servicios públicos constituyen el segundo mayor sector, seguido por el del transporte. El turismo y el comercio al por menor son significativos solo en algunos sitios. Las universidades escasean y el sector industrial es sumamente limitado, salvo por la sólida industria electrónica del norte de Finlandia, alrededor

de la ciudad de Oulu (Nokia es una de las empresas más conocidas de las radicadas allí). Por lo tanto, a diferencia de las ciudades del sur de los países del Cerco del Norte, la economía ártica es una restringida mezcla de actividades extractivas y dinero del gobierno, con una mano de obra poco capacitada y de nivel educativo bajo.

Con pocas excepciones, la mayor parte de los beneficios que reportan los recursos naturales no se quedan en el Norte lejano, lo que crea una situación aparente de «Estado del bienestar» en la que los gobiernos centrales de los países del Cerco del Norte prefieren subvencionar mucho los servicios públicos en vez de gravar con impuestos locales esos beneficios. Pocas profesiones hay para elegir, y aunque los salarios son altos, también lo es el coste de la vida. Se puede esperar que en un pueblo ártico pasar la noche en un hotel barato cueste 250 dólares, y una hamburguesa con queso, 15. Los gasoductos y las minas de diamantes generan una riqueza enorme, pero la mayor parte de los ingresos van a parar al sur (o al oeste, en el caso de Rusia), ya que el control lo tienen una serie de empresas privadas, multinacionales y estatales y el gobierno central. En Norteamérica, buena parte de lo que queda, o lo controlan ahora las corporaciones económicas propiedad de los aborígenes, o se regula por medio de los acuerdos generales sobre las reivindicaciones territoriales, o ambas cosas a la vez. La Northern Transportation Company Limited, el agente naval en el Ártico más antiguo de Canadá, cuyo vicepresidente, John Marshall, me enseñó tan amablemente el astillero del capítulo 6, fue adquirida por dos de esas corporaciones en 1985 y hoy es de propiedad aborígen en un cien por cien.<sup>9</sup>

Dicho con pocas palabras, el Ártico no es un lugar sencillo para recién llegados y negocios nuevos, salvo en una estrecha gama de actividades. Añádase a todo ello el frío infernal y la oscuridad del invierno polar, y el calor de sauna y las miríadas de mosquitos que vienen a continuación con el verano polar, y veremos que el Ártico no es y nunca será la baza favorita de los colonos del sur. Hasta las pujantes ciudades subárticas de Fort McMurray, Noyabrsk y Novi Urengoi deben esforzarse en la recluta para atraer a trabajadores extranjeros en número suficiente. Si bien los asentamientos árticos crecerán con el progreso de los fundamentos energéticos, mineros y navales de la región, con su población aborígen en rápido crecimiento (en Norteamérica) y con la tendencia urbanizadora, cuesta imaginarse que se extiendan nuevas grandes ciudades por allí en 2050, ni siquiera en 2100.

Una idea más ajustada del Nuevo Norte de hoy la da Estados Unidos en 1803, justo tras haber comprado Luisiana a Francia. También tenía grandes ciudades a las que impulsaba la inmigración extranjera, con unas tierras de frontera vastas, inhóspitas, distantes de los grandes núcleos urbanos. Sus desiertos, como la tundra ártica, eran duros, peligrosos y ecológicamente frágiles. También poseía una abundancia de metales e hidrocarburos. Y tampoco se trataba, en realidad, de vacías tierras de frontera, porque allí ya vivían pueblos aborígenes desde hacía milenios.

Como en el Nuevo Norte, el atractivo que el Oeste americano tenía para los colonizadores presentaba un fuerte gradiente geográfico, aunque variaba con la longitud, más o menos, en vez de



con la latitud. Al este de las Montañas Rocosas, a través de las Grandes Llanuras e internándose en Texas (que por entonces formaba parte de México), había lluvia suficiente para que a uno no le fuese mal con la agricultura de secano, pero no más al oeste, en los paisajes más severos de las actuales Arizona, Nevada, Utah, Nuevo México y California. A los colonos les llevaban allá el oro y la plata, con apogeos como las fiebres de California de 1849 y de Nevada un decenio después. Estas fiebres del oro y la plata poblaron el Oeste americano tal y como las arenas bituminosas y el gas natural están poblando hoy Alberta y el oeste de Siberia, y tal y como los hallazgos marinos quizá pueblen un día las localidades portuarias de las costas árticas.

De modo parecido a como México cedió los territorios que hoy constituyen, en todo o en parte, Arizona, California, Colorado, Nevada, Nuevo México, Texas y Wyoming a Estados Unidos por el Tratado de Guadalupe Hidalgo de 1848, quizá un día la Federación Rusa ceda su Extremo Oriente a la República Popular China. Una diferencia manifiesta es la improbabilidad de que con los aborígenes del Norte se vuelva a ver la brutalidad de antaño; no será como los desplazamientos forzados y el genocidio de los indios americanos durante la colonización y expansión de Estados Unidos. En Alaska, en el norte de Canadá y en Groenlandia son los aborígenes quienes determinan el rumbo.

Cuando se sobrevuela el Oeste americano, todavía se ven paisajes desolados y apenas poblados, con una apariencia no muy diferente hoy de la que tenían entonces. Sus pueblos y ciudades no son muchos y se dispersan a lo largo de kilómetros de desierto. Sin embargo, su población está creciendo, y tiene ciudades, como Phoenix y Salt Lake y Las Vegas, con una fuerza económica vibrante, con peso cultural y político. Así es como me imagino la venidera expansión humana en el Nuevo Norte. No nos vamos a ir a vivir allí todos, pero se integrará en nuestro mundo en algunos aspectos muy importantes.

Me imagino un alto Ártico, en particular, parecido a Nevada: un paisaje casi vacío pero con localidades que crecerán deprisa impulsadas por unos pocos tipos de actividad económica. Su papel socioeconómico primario en el siglo XXI no será el de refugio de colonos rurales, sino el de motor económico que arrojará a manos llenas gas, petróleo, minerales y pescado al buche global abierto de par en par. Esos recursos contribuirán al suministro y crecimiento de las ciudades del mundo, como se ha explicado en el capítulo 2. El segundo papel importante del alto Ártico será, gracias a la autonomía aborígen, gracias a la transferencia de poderes en la parte más septentrional de Norteamérica y en Groenlandia que aún sigue desarrollándose, el de experimentador e innovador social. Estas nuevas sociedades inspirarán a otros grupos marginados del mundo, y eso pese a que sus ecosistemas y tradiciones estén sucumbiendo a uno de los cambios climáticos más extremos del planeta.



Muchas de las transformaciones que he expuesto en este libro son negativas, y muchas de las que son positivas se cobran un peaje en otra parte. Y como ha demostrado penosamente la contracción económica de 2008-2009, en un mundo integrado económicamente el dolor de los perdedores alcanza hasta a los «ganadores». Que se siga desarrollando la explotación de las reservas de hidrocarburos no solo plantea el riesgo de que los ecosistemas del Norte se deterioren, sino de que el deterioro sea mundial a causa de los gases de efecto invernadero adicionales que así se desprenderían. Para la mayoría de quienes viven en los países del Cerco del Norte, la cara mala de unos inviernos más suaves será que llueva más y nieve menos: el invierno se volverá oscuro, húmedo y deprimente. En cambio, más al norte significará que tierras apenas habitables se convertirán en tierras a duras penas habitables. La inclinación de 23,5° del eje de rotación de la Tierra dicta que siempre habrá oscuridad y frío a altas latitudes, incluso aunque el calentamiento climático haga que los febreros de Churchill se entibien hasta ser como los de Minneapolis.

Las tendencias que hemos identificado tienen una fuerte inercia, pero no son inevitables. Las previsiones de los modelos de ordenador no son edictos; las decisiones sociales pueden torcerlas. Las violentas ciudades africanas pueden cambiar. Incluso las cuatro fuerzas globales de la demografía, la demanda de recursos, la globalización y el cambio climático, al ser obra humana, deben —por definición— estar bajo el control humano. Y por medio de las decisiones personales, todos tenemos la capacidad de moldear las percepciones y decisiones de otros. Estudios recientes, basados en datos públicos expuestos en Facebook, han demostrado que las acciones individuales ejercen una influencia inesperada sobre los extraños porque se propagan a toda velocidad por amplias redes sociales, donde calan muy hondo. Dicho de forma sencilla, un número sorprendente de las decisiones personales que uno mismo toma se inclinan en tal o cual dirección no por la influencia deliberada de un cartel de anuncios, sino, sin que medie intención alguna, por el desconocido amigo de un amigo de un amigo. Así, cada día, al escoger la pastilla roja o la pastilla azul, moldeo también los actos de otros. Y, a su vez, el curso de la historia.

En mi opinión, los viejos debates de Malthus y Marx, de Ehrlich y Simon no estaban bien encaminados. La cuestión no es comparar cuánta gente hay con cuántos barriles de petróleo quedan, o hectáreas de tierra de labor, o gotas de agua en el ciclo hidrológico. La cuestión no es qué consumo de los recursos puede o no puede ser absorbido por el ecosistema global. Es un falso problema el de si el mundo puede sostener óptimamente a nueve mil millones de personas o a nueve millones, colonizar el mar o llevarnos a todos a Yakutsk. No cabe duda de que los seres humanos sobrevivirán a lo que sea, incluso si los osos polares y el bacalao del Ártico no lo logran. Quizá podríamos mantener a novecientos mil millones si escogiésemos un mundo sin animales grandes, con pisos como cápsulas, algas transformadas por ingeniería genética para comer y agua del retrete desalada para beber. O quizá a novecientos millones, si escogiésemos un planeta más salvaje, generosamente repoblado con criaturas diseñadas por nosotros mismos. En

mi opinión, la pregunta más importante no es la que se refiere a la capacidad, sino la que interpela al deseo: *¿qué clase de mundo queremos?*

# Notas

## PRÓLOGO

1. El precio medio de una vivienda en el condado de Los Ángeles, California, era en octubre de 2008 de 355.000 dólares.

## 1. EL PELUDO TROFEO DE MARTELL

1. Comunicación personal con Marsha Branigan, directora de Gestión de la Vida Salvaje, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Inuvik, Territorios del Noroeste, 4 de diciembre de 2007.

2. «Hairy Hybrid: Half Grizzly, Half Polar Bear», *MSNBC World Environment*, 11 de mayo de 2006.

3. De particular interés para la historia del pizzly es el reciente descubrimiento de que ahora osos pardos de paso visitan regularmente el archipiélago Ártico de Canadá; puede que una población, pequeña pero viable, se esté estableciendo en la isla Melville o en sus alrededores. Véase J.P. Doupé, J.H. England, M. Furze y D. Paetkau, «Most Northerly Observation of a Grizzly Bear (*Ursus arctos*) in Canada: Photographic and DNA Evidence from Melville Island, Northwest Territories», *Arctic* 60, n.º 3 (septiembre de 2007), pp. 271-276. Al segundo animal híbrido lo mataron el 8 de abril de 2010 cerca de la población canadiense de Ulukhaktok. Las pruebas genéticas confirmaron que descendía de una madre polar parda y de un padre pardo. «Bear shot in N. W. T was grizzly-polar hybrid», CBC News, 30 de abril de 2010, <http://www.cbc.ca/canada/north/story/2010/04/30/nwtgrolar-bear.html?ref=rss>; véanse también «Grizzly-polar bear cross confirmed», *Vancouver Sun*, 3 de mayo de 2010, y «Tests confirm offspring of hybrid polar-grizzly bear», CTV News, 2 de mayo de 2010.

4. Un desplazamiento medio de 6,1 km/año, según se deduce de una evaluación cuantitativa de los datos históricos de más de 1.700 especies. C. Parmesan y G. Yohe, «A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts across Natural Systems», *Nature* 421 (2003), pp. 37-42. El promedio de los cambios temporales fenológicos en primavera fue de un adelanto de 4,2 días por decenio entre los 32° y 49° de latitud norte, y de un adelanto de 5,5 días por decenio entre los 50° y los 72° de latitud norte. T. L. Root *et al.*, «Fingerprints of Global Warming on Wild Animals and Plants», *Nature* 421 (2003), pp. 57-60.



5. En febrero de 2010, varias ventiscas sucesivas enterraron en nieve Washington, D.C. Tras ellas, tormentas de nieve provocaron el cierre de los colegios desde Texas hasta el panhandle de Florida y las costas de Georgia y Carolina del Sur; blanquearon lugares que no habían visto la nieve en diez años o más. Se suspendieron las clases en Florida, Alabama, Georgia, Luisiana y Mississippi. M. Nelson, «Rare Snowflakes Start Falling from Miss. to Fla.», Associated Press, 12 de febrero de 2010, [http://www.google.com/hostednews/ap/article/ALeqM5gITiXzNo68z\\_xAn\\_fl4DY8L-fpnQD9DQT2J00](http://www.google.com/hostednews/ap/article/ALeqM5gITiXzNo68z_xAn_fl4DY8L-fpnQD9DQT2J00). A este conjunto de tormentas los comentaristas lo llamaron «Apocalipsis níveo» y «Armagedón níveo», por ejemplo: S. Bezrob, «Covering the Snowpocalypse», FoxNews.com, 10 de febrero de 2010, <http://liveshots.blogs.foxnews.com/2010/02/10/covering-the-snowpocalypse/?test=latestnews>. Mientras, las competiciones deportivas de los Juegos Olímpicos de Invierno de Vancouver se empantanaron por la lluvia, por ejemplo: S. Almas, «4,000 to Miss Out on Snowboard Cross because of Rain», CNN.com, 15 de febrero de 2010, <http://www.cnn.com/2010/SPORT/02/15/snowcross.refund/?hpt=T3>.

6. Se trata de una cadena de suministro auténtica. Para un análisis en profundidad de la globalización del tomate, véase Bill Pritchard y David Burch, *Agri-Food Globalization in Perspective: International Restructuring in the Processing Tomato Industry*, Ashgate Publishing, Burlington, Vermont, 2003, 308 pp.

7. G. A. Strobel *et al.*, «The Production of Myco-diesel Hydrocarbons and Their Derivatives by the Endophytic Fungus *Gliocladium roseum*», *Microbiology* 154 (2008) pp. 3.319-3.328, DOI:10.1099/mic.0.2008/022186-0.

8. S. Pinker, «A History of Violence», *The New Republic* 236, 19 de marzo de 2007, pp. 18-21, y D. Jones, «Human Behaviour: Killer Instincts», *Nature* 451, n.º 7.178 (2008), pp. 512-555.

9. Por dar solo dos ejemplos: los modelos de crecimiento económico rara vez tienen en cuenta los cambios de la política migratoria; las previsiones de los modelos climáticos dependen mucho de las premisas relativas a la física de las nubes.

10. «El zorro sabe muchas cosas, y el erizo, una, pero muy gorda.» Philip Tetlock, de la Universidad de California en Berkeley, ha estudiado este fenómeno estadísticamente. Descubrió que las predicciones de los comentaristas políticos y económicos no son a menudo mucho mejores que echar una moneda al aire. Pero si se echa una red amplia sobre el asunto de que se trate, la probabilidad de que se escape un factor importante se reducirá. P. E. Tetlock, *Expert Political Judgement: How Good Is It? How Can We Know?*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 2006, 352 pp.

11. Las estimaciones de la población mundial que se dan a continuación están sacadas de la base de datos internacionales de la Oficina del Censo de Estados Unidos (actualizada el 18 de junio de 2008): [http://www.census.gov/ipc/www/idb/world\\_pop.html](http://www.census.gov/ipc/www/idb/world_pop.html) (consultado el 26 de septiembre de 2008).

12. Volveremos a Thomas Malthus y su *Ensayo sobre el principio de la población*, de 1798, en el capítulo 3.



13. Paul R. Ehrlich, *The Population Bomb*, Ballantine Books, Nueva York, 1968 (hay trad. cast.: *La explosión demográfica*, traducción de Camila Batlles, Salvat, Barcelona, 1993).

14. La expresión «tasa de mortalidad» suele referirse al porcentaje crudo de muertes, que se mide como el número de muertes por cada mil personas de una población. Hay diferentes medidas de la fertilidad de una población; este libro usa la tasa de fertilidad total (TFT), que es el número medio de niños que tiene una mujer en la población de que se trate. Como es un promedio estadístico, es posible que haya valores de TFT que no sean enteros, por ejemplo 1,7 niños por mujer, pese a que en el mundo real sea imposible. Uso también la expresión «tasa de natalidad» para referirme a la TFT, que no debe confundirse con la «tasa bruta de natalidad», el número de nacimientos por cada mil personas. Para una buena introducción a la demografía de poblaciones con todas las definiciones, la ecuación de equilibrio demográfico y los problemas de la recopilación de datos, véase J. A. McFalls Jr., «Population: A Lively Introduction», *Population Bulletin* 62, n.º 1, 5.ª ed. (marzo de 2007).

15. W. Thompson, «Population», *American Journal of Sociology* 34 (1929), pp. 959-975. Véase también M. L. Bacci, *A Concise History of World Population*, 4.<sup>a</sup> ed., Wiley-Blackwell, 296 pp. (hay trad. cast.: *Historia mínima de la población mundial*, traducción de Atilo Pentimalli, Ariel, Barcelona, 2008).

16. Para una buena discusión de por qué la transición demográfica se ha producido de manera diferente en los países en vías de desarrollo que en Europa y Norteamérica, véase el incomparable libro de J. E. Cohen, *How Many People Can the World Support?*, W. W. Norton, Nueva York y Londres, 1995, 532 pp.

17. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), grupo de treinta países desarrollados y mercados emergentes muy integrados en la economía mundial. A lo largo de este libro, para referirme a estos países uso «de la OCDE» o «desarrollados» mejor que «del primer mundo». La OCDE actual nació del Plan Marshall, tras la Segunda Guerra Mundial, como Organización de la Cooperación Económica Europea, que luego se amplió e incorporó a países no europeos. En abril de 2010 eran miembros de la OCDE Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Países Bajos, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía.

18. El 83 por ciento, según se calcula con las retículas del índice de influencia humana (HII), Centro de Datos y Aplicaciones Socioeconómicas (SEDAC), <http://sedac.ciesin.columbia.edu/wildareas/> (consultado el 8 de octubre de 2008).

19. Los datos históricos sobre el consumo de energía por Estados Unidos que se dan a continuación están tomados del apéndice F de la *Annual Energy Review 2001* de la EIA (Administración de la Información sobre la Energía), Departamento de Energía de Estados Unidos, <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/multifuel/038401.pdf> (consultado el 9 de octubre de 2008).

20. Los números que se dan a continuación están calculados a partir de datos en unidades térmicas británicas (Btu). Una Btu es la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de una libra (453,6 gramos) de agua en un grado Fahrenheit ( $5/9$  de un grado centígrado). Un barril de petróleo = 5.800.000 Btu, una tonelada corta de carbón = 20.754.000 Btu, un pie cúbico de gas natural = 1.031 Btu, una cuerda de madera = 20.000.000 Btu.



21. El carbón pasó de 6.481 a 22.850 billones de Btu/año. Apéndice F de la *Annual Energy Review* de la EIA, 2001.

22. El petróleo pasó de 229 a 38.404 billones de Btu/año. *Ibidem*.

23. El combustible de madera pasó de 2.015 a 2.257 billones de Btu/ año. *Ibidem*.

24. Jared Diamond, «What's Your Consumption Factor?», *The New York Times*, 2 de enero de 2008.

25. Para una introducción breve a la globalización, véase Manfred Steger, *Globalization: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Oxford, 2003. Véanse también David Held *et al.*, eds., *Global Transformations*, Stanford University Press, Palo Alto, 1999; Anthony Giddens, *Runaway World*, Routledge, Nueva York, 2000 (hay trad. cast.: *Un mundo desbocado*, traducción de Pedro Cifuentes, Taurus, Madrid, 2002); Martin Wolf, *Why Globalization Works*, Yale University Press, New Haven, 2004; Steven Bunker y Paul Ciccantell, *Globalization and the Race for Resources*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2005; John A. Agnew, *Hegemony: The New Shape of Global Power*, Temple University Press, Filadelfia, 2005; Jagdish Bhagwati, *In Defense of Globalization*, Oxford University Press, Oxford, 2007 (hay trad. cast.: *En defensa de la globalización*, traducción de Verónica Canales, Debate, Barcelona, 2005); Harm de Blij, *The Power of Place: Geography, Destiny, and Globalization's Rough Landscape*, Oxford University Press, Estados Unidos, 2008; Allen J. Scott, *Social Economy of the Metropolis: Cognitive-Cultural Capitalism and the Global Resurgence of Cities*, Oxford University Press, Oxford, 2009, y John A. Agnew, *Globalization and Sovereignty*, Rowman & Littlefield Publishers, Inc, Lanham, Maryland, y Plymouth, Reino Unido, 2009.

26. T. L. Friedman, *The World Is Flat*, Farrar, Straus & Giroux, Gordonsville, Virginia, 2005 (hay trad. cast.: *La Tierra es plana*, traducción de Inés Belaustegui, Martínez Roca, Madrid, 2006).

27. De «Store Openings», <http://franchisor.ikea.com/> (consultado el 13 de noviembre de 2009).

28. Steger, *Globalization: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Oxford, 2003, p. 38.



29. Para más detalles acerca de cómo exportó Estados Unidos su modelo económico al mundo, véase John A. Agnew, *Hegemony: The New Shape of Global Power*, Temple University Press, Filadelfia, 2005.

30. El Consenso de Washington se le atribuye a John Williamson, del Instituto Peterson de Economía Internacional, un *think tank* de Washington, D. C: ([www.iie.com](http://www.iie.com)). Muchos países en vías de desarrollo han adoptado (o se han visto forzados a aceptar, según el punto de vista de cada uno) las políticas que preconiza. Los neoliberales elogian esas reformas y sacan a colación la creación de nuevos mercados y de puestos de trabajo para quienes se encuentran en dificultades. Los críticos recuerdan que hay sueldos de dos dólares al día mientras las multinacionales se hacen ricas. El Consenso de Washington y políticas parecidas siguen siendo muy polémicos. Si tiene amigos contrarios a la globalización, menciónesele alguna vez y vea cómo les sale espuma por la boca.

31. «Expandir el comercio y las inversiones ha sido una de las mayores prioridades de mi administración. [...] Cuando tomé posesión de mi cargo, Estados Unidos tenía acuerdos de libre comercio en vigor con tres naciones solo. Hoy los tenemos con catorce.» Del discurso del 22 de noviembre de 2008 en Lima por el presidente saliente George W. Bush en el foro de la Cooperación Económica Asia-Pacífico, su última cumbre como presidente. Véase la transcripción en <http://www.whitehouse.gov/news/releases/2008/11/20081122-7.html>, Oficina de la Secretaría de Prensa (consultado el 23 de noviembre de 2008). Véanse también «At Summit, Bush Touts Free-Trade Record», [www.cnn.com](http://www.cnn.com), 22 de noviembre de 2008, y «Bush Wraps Up Asia Economic Meeting», *The New York Times*, 23 de noviembre de 2008.

32. Algunos economistas supusieron que la crisis económica mundial de 2008-2009 podría inclinar el mundo a adoptar de nuevo los aranceles aduaneros y el proteccionismo. La cumbre del G-20 de septiembre de 2009 en Pittsburgh, presentada como una especie de «Bretton Woods II», resultó inoperante en lo que se refería a las regulaciones bancarias, pero reafirmó de forma contundente la meta común de una expansión continua del libre comercio en el mundo en desarrollo.

33. El gas de efecto invernadero más importante es el vapor de agua, pero a diferencia del dióxido de carbono permanece poquísimo tiempo en la atmósfera. Sin el efecto invernadero, la media de las temperaturas sería de alrededor de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que ahora es de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Algunos detalles de esta sección se basan en el capítulo de Tim Hall sobre los impulsores del clima en G. Schmidt y J. Wolfe, *Climate Change: Picturing the Science*, W. W. Norton & CO., Nueva York, 2009, 320 pp. Véase también R. Henson, *The Rough Guide to Climate Change*, Penguin Books Ltd., Londres, 2008, 374 pp. Ambos libros ofrecen introducciones muy accesibles a la física del clima y del cambio climático.

34. La analogía con un coche cerrado o un invernadero de vidrio es imperfecta porque la circulación del aire en una atmósfera móvil no está atrapada, pero es suficientemente precisa para nuestros propósitos aquí.

35. Svante Arrhenius, «On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground», *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 5.<sup>a</sup> serie, 41 (abril de 1896) pp. 237-276.

36. Para más información acerca de Arrhenius y algunas otras de las primeras investigaciones sobre el efecto invernadero, véase R. Henson, *The Rough Guide to Climate Change*, Penguin Books Ltd., Londres, 2008.



37. Según los datos mundiales de las estaciones meteorológicas, la tendencia lineal media secular desde 1906 hasta 2005 es de  $+0,74$  °C (con las barras de error, entre  $+0,56$  °C y  $+0,92$  °C). Por las burbujas de aire atrapadas en los testigos de hielo sabemos que el promedio de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> fue de 280 ppm en la era preindustrial (antes de alrededor de 1750) y de alrededor de 387 ppm en 2009. La primera toma continua de muestras de la concentración de CO<sub>2</sub> fue la que empezó Charles «Dave» Keeling en el Observatorio de Mauna Loa y prosiguió su hijo Ralph Keeling. Los niveles de dióxido de carbono han subido sin parar todos los años, desde unas 315 ppm en 1958 hasta las alrededor de 387 ppm de 2009. Para los últimos datos, véase <http://scippsco2.uscd.edu/>. Los valores de las situaciones alternativas posibles B1, A1T, B2, A1B, A2 y A1FI del *Informe especial sobre situaciones hipotéticas relativas a las emisiones (SRES)* del IPCC en 2007 son, respectivamente, de alrededor de 600, 700, 800, 850, 1.250 y 1.550 ppm a finales de siglo, representando cada una de esas situaciones posibles supuestos diferentes acerca del control de las emisiones de carbono. Esos números son de dos a cinco veces los valores preindustriales. *IPCC AR4 Synthesis Report*, tabla 3.1. (Referencia completa: *IPCC Fourth Assessment Report [AR4], Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Equipo principal de redacción, R. K. Pachauri y A. Reisinger, eds., IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.), disponible en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf) (hay trad. cast.: *Cambio climático 2007. Informe de síntesis*, disponible en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)).

38. J. O'Neill y S. Lawson, «Things Are Heating Up: Economic Issues and Opportunities from Global Warming», *CEO Confidential*, n.º 2007-01, Goldman Sachs, 8 de febrero de 2007; J. Lash y F. Wellington, «Competitive Advantage on a Warming Planet», *Harvard Business Review*, marzo de 2007.

39. USCAP, nota de prensa, «Joint Statement of the United States Climate Action Partnership», 19 de enero de 2007, [www.uscap.org/media/release\\_USCAPStatement011907.pdf](http://www.uscap.org/media/release_USCAPStatement011907.pdf) (consultado el 20 de noviembre de 2008).

40. De [www.us-cap.org/about/index.asp](http://www.us-cap.org/about/index.asp) (consultado el 23 de noviembre de 2008). En la página web se vería después la retirada de varios miembros.

41. Las variaciones del CO<sub>2</sub> atmosférico obedecen tanto a ciclos naturales —que suben y bajan con las eras glaciales y los períodos interglaciales templados— como a la fuentes antropogénicas, que también son sustanciosas y crecen mucho más deprisa. El actual empujón antropogénico se suma a un pico interglacial natural ya bastante alto, con lo que en la atmósfera hay ahora un nivel no visto desde el Mioceno. A lo largo de los últimos 800.000 años de múltiples ciclos de glaciaciones e interglaciaciones templadas, entre ellas la actual interglaciación, presente en los últimos 12.000 años, más o menos, los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub>, hasta llegar a la era industrial, oscilaban entre unas 172 (en las glaciaciones) y 300 (en las interglaciaciones) partes por millón en volumen (ppmv). La actividad humana ha elevado ahora esa concentración hasta unas 385 ppmv, y se prevé que lleguemos al menos a las 450 ppmv y quizá hasta las 1.550 ppmv a finales de este siglo. Sobre los registros de los testigos de hielo, véase D. Lüthi *et al.*, «High-Resolution Carbon Dioxide Concentration Record 650,000-800,000 Years before Present», *Nature* 453 (2008), pp. 379-382, DOI:10.1038/nature6949; véase también Urs Siegenthaler *et al.*, «Stable Carbon Cycle-Climate Relationship during the Late Pleistocene», *Science* 310, n.º 131 (noviembre de 2005), DOI:10.1126/science.1120130, y otros.

42. Presiones parciales mucho más antiguas del CO<sub>2</sub> del Mioceno, calculado ahora basándose en las razones entre el boro y el calcio en las foraminíferas de testigos oceánicos, A. K. Tripathi, C. D. Roberts y R. A. Eagle, «Coupling of CO<sub>2</sub> and Ice Sheet Stability over Major Climate Transitions of the Last 20 Million Years», *Science* 326, n.º 5.958 (4 de diciembre de 2009), pp. 1.394-1.397, DOI:10.1126/science.1178296.

Primera parte  
CAMBIOS QUE VIENEN

2. LA HISTORIA DE LAS CIUDADES BOYANTES

1. Los hechos se han reconstruido a partir de la entrevista con la víctima en Fox News («Black Friday Tragedy», 23 de enero de 2009); *Newsday* («Trampled Wal-Mart Worker Had Helped Pregnant Woman», 24 de enero de 2009); materiales proporcionados por el Departamento de Policía del Condado de Nassau, por cortesía del detective Anthony Repalone, 8 de enero de 2009.

2. El crecimiento de la población y el comercio no son, claro está, los únicos factores que impulsan el crecimiento urbano. Durante los últimos diez o veinte años, las inversiones extranjeras directas han sido, como poco, tan importantes como ellos. Una administración pública y una infraestructura eficientes tienen también una importancia fundamental. Volveremos sobre ello más adelante en este capítulo. Para más información sobre que el nivel de urbanización no siempre está «acoplado» al crecimiento económico, véase D. E. Bloom, D. Canning y G. Fink, «Urbanization and the Wealth of Nations», *Science* 319 (2008).



3. Incluso las ciudades chabolistas de los países más pobres suelen ofrecer mejores oportunidades económicas que las zonas rurales que las rodean, aunque el trabajo sea informal y la calidad de vida baja. El empleo en el sector servicios comprende ahora en el mundo un 40 por ciento del empleo total, mientras que el agrícola comprende un 39 por ciento. En los países desarrollados y en la Unión Europea, los trabajos en el sector servicios abarcan nada menos que un 73 por ciento del empleo total. Por el contrario, solo abarcan el 28 por ciento en el África subsahariana. P. 230 y tabla 11.2, P. Knox *et al.*, *The Geography of the World Economy*, 5.<sup>a</sup> ed., Hodder Education, Londres, 2008, 464 pp.

4. Los gobiernos de todo el mundo están poniendo de su parte para impulsar todo esto. Un nuevo estudio de 245 de las ciudades que crecen más deprisa en el mundo indica que están construyendo sistemas de transporte, diseñando «zonas económicas especiales» y depurando sus sistemas bancarios y financieros. *State of the World's Cities 2008/2009*, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HÁBITAT), Earthscan, Estados Unidos y Reino Unido, 2008.

5. *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*, Naciones Unidas, Departamento de Economía y Asuntos Sociales, División de Población, 2008.

6. *State of the World's Cities 2008/2009*, ONU-HÁBITAT, 2008.

7. Rueda de prensa, Departamento de Información Pública de las Naciones Unidas, División de Noticias y Medios de Comunicación, Nueva York, 26 de febrero de 2008.

8. ONU-HÁBITAT, comunicado de prensa, SOWC/08/PR2, 2008.

9. Tabla I.7, *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*, Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, 2008.

10. Un 66,2 por ciento urbano en 2050 por un 40,8 en 2007; Europa era urbana en un 72,2 en 2007 y se prevé que sea un 76,2 por ciento urbana en 2050: tabla I.5, *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*, Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, 2008.



11. La cifra del 40 por ciento se refiere al año 2007. Según las previsiones del modelo de las Naciones Unidas para 2050 (variante media), la población del mundo será de 9.191 millones, la de África de 1.998 millones, China tendrá 1.409 millones, la India 1.658 millones, Europa 664 millones, Sudamérica 516 millones y Norteamérica 445 millones. Estas y casi todas las demás previsiones están sacadas de *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*, Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, consultado el 30 de enero de 2009.

12. ONU-HÁBITAT, 2008.

13. Hong Kong está clasificada en el primer lugar. Este índice lo crearon la Heritage Foundation y el *Wall Street Journal*; clasifica a los países del mundo conforme a diez descriptores (el libre comercio o la corrupción, por ejemplo). Singapur recibió en 2009 87 de los 100 puntos posibles; Estados Unidos recibió 80 puntos de 100 y quedó en sexto lugar tras Hong Kong, Singapur, Australia, Irlanda y Nueva Zelanda. Nigeria recibió solo 55 puntos y quedó en el puesto 117 entre los 179 países evaluados. Los datos proceden de [www.heritage.org/index](http://www.heritage.org/index) (consultado el 28 de enero de 2009).

14. Corporación Inversora del Gobierno de Singapur y Temasek Holdings. V. Shih, «Tools of Survival: Sovereign Wealth Funds in Singapore and China», *Geopolitics* 14, n.º 2 (2009), pp. 328-344; véase también [http://www.temasekholdings.com.sg/media\\_centre\\_faq.htm](http://www.temasekholdings.com.sg/media_centre_faq.htm) (consultado el 16 de noviembre de 2009).

15. El transporte público es tan eficiente y atractivo en Singapur que allí hay menos coches per cápita que en otras ciudades que le son comparables. Solo el 5 por ciento del consumo de energía de Singapur se dedica al transporte, al contrario que en Berlín (35 por ciento), Londres (26 por ciento), Nueva York (36 por ciento), Tokio (38 por ciento), Bolonia (28 por ciento), Ciudad de México (53 por ciento) o Buenos Aires (49 por ciento). Figuras 3.4.3 y 3.4.4, ONU-HÁBITAT, 2008, p. 160.

16. Allen J. Scott, *Technopolis: High-Technology Industry and Regional Development in Southern California*, University of California Press, Berkeley, 1994, 322 pp.

17. H. Ghesquiere, *Singapore's Success: Engineering Economic Growth*, Thomson Learning, Singapur, 2007.

18. M. Gandy, «Planning, Anti-planning and the Infrastructure Crisis Facing Metropolitan Lagos», *Urban Studies* 43, n.° 2 (2006), pp. 371-396.



19. E. Alemika e I. Chukwuma, «Criminal Victimization and Fear of Crime in Lagos Metropolis, Nigeria», CLEEN Foundation Monograph Series, n.º 1, 2005.

20. J. Harnishfeger, «The Bakassi Boys: Fighting Crime in Nigeria», *Journal of Modern African Studies* 41, n.º 1 (2003), pp. 23-49.

21. «The State of Human Rights in Nigeria, 2005-2006», Comisión Nacional de Derechos Humanos de Nigeria, 2006, [http://web.ng.undp.org/publication/governance/STATE\\_OF\\_HUMAN\\_RIGHTS\\_REPORT\\_IN\\_NIGERIA.pdf](http://web.ng.undp.org/publication/governance/STATE_OF_HUMAN_RIGHTS_REPORT_IN_NIGERIA.pdf) (consultado el 31 de marzo de 2010). Nota: los hechos descritos en este documento no han sido verificados por otros.

22. P. 1, *Global Trends 2025: A Transformed World*, Consejo Nacional de Inteligencia de Estados Unidos, Washington, D.C. , 2008, 99 pp.

23. «Dreaming with BRICs: The Path to 2050», Global Economics Paper n.º 99, Goldman Sachs (2003), 24 pp. Otros estudios con modelos más recientes arrojan resultados parecidos.

24. Por ejemplo, según el gigante mundial de la auditoría PricewaterhouseCoopers, «The World in 2050: How Big Will the Major Emerging Market Economics Get and How Can the OECD Compet?», J. Hawksworth, responsable de macroeconomía, PWC (2006), 46 pp., y según el Centro de Investigaciones Económicas de Japón, «Long-term Forecast of Global Economy and Population 2006-2050: Demographic Change and the Asian Economy», JCER (marzo de 2007), 51 pp., y otros.

25. Estos datos proceden del ya citado estudio de Goldman Sachs de los BRIC mediante modelos econométricos. Todas las cifras de los años 2003 y 2050 se dan en dólares de 2003 ajustados a la inflación, apéndice II, Global Paper n.º 99, Goldman Sachs (2003). El modelo no se limita a extrapolar las actuales tasas de crecimiento; establece un conjunto de premisas claras que captan cómo proceden el crecimiento y el desarrollo. Algunas de ellas —como la continuidad de la estabilidad financiera e institucional, la apertura comercial, la educación, por ejemplo— podrían cambiar, ciertamente, con las decisiones que tomen los líderes políticos del futuro. No está claro en qué medida el colapso económico mundial de 2008-2009 podría retrasar estas previsiones en concreto, pero en abril de 2010 esas economías en desarrollo conocían una potente recuperación (véase lo que sigue).

26. De 2007 a 2009, el PIB creció un 2,17 por ciento, un 8,76 por ciento y un 6,35 por ciento al año en Brasil, la India y China, respectivamente, y disminuyó un -1,6 por ciento, un -2,08 por ciento y un -3,07 por ciento en Estados Unidos, Alemania y Japón. Las previsiones revisadas del PIB por la Carnegie están sacadas también de ese estudio. U. Dadush y B. Stancil, «The G20 in 2050», *International Economic Bulletin*, noviembre de 2009. <http://www.carnegieendowment.org/publications/index.cfm?fa=view&id=24195> (consultado el 26 de noviembre de 2009).



27. «Brazil Takes Off», *The Economist* 339, n.º 8.657 (12 de noviembre de 2009), p. 15.

28. Dadush y Stancil (2009).

29. El estudio de Goldman Sachs prevé que la renta per cápita de Rusia aumente hasta unos 50.000 dólares en 2050 (todas las cifras se dan en dólares de 2003 ajustados a la inflación).

30. La renta per cápita de la India en 2010 fue de menos de 1.000 dólares; se prevé que suba hasta unos 17.000 en 2050 (todas estas cifras se dan en dólares de 2003 ajustados a la inflación).

31. P. 99, *Global Trends 2025: A Transformed World*, Consejo Nacional de Inteligencia de Estados Unidos, Washington, D.C. , 2008, 99 pp.

32. William A. V. Clark, *The California Cauldron: Immigration and the Fortunes of Local Communities*, The Guilford Press, Nueva York, 1998, 224 pp.

33. Véase la nota 14 del cap. 1.

34. Para un buen ejemplo de cómo el impulso de la población está actuando en Asia, véase S.B. Westley, «A Snapshot of Populations in Asia», *Asia-Pacific Population & Policy* 59 (2002).



35. Un 0,55 por ciento anual en 2050 —una duplicación de la población mundial en unos ciento treinta años— por un 1,02 por ciento en 2007 —un tiempo de duplicación de unos setenta años—. Las previsiones de los datos están sacadas de *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*, División de Población de las Naciones Unidas, consultado el 29 de enero de 2009.

36. L. Hayflick, «The Future of Ageing», *Nature* 408 (2000), pp. 267-269.

37. La mitad de la población tiene más de la edad mediana y la mitad, menos. Todos los datos de edades están sacados de *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*, División de Población de las Naciones Unidas, consultado el 29 de enero de 2009.

38. *Ibidem.*

39. En los países menos desarrollados, exageran además la diferencia la baja esperanza de vida a causa de los malos cuidados sanitarios, la mala alimentación y la violencia.

40. Por ejemplo, se piensa que en Alemania habrá en 2050 un «racionamiento» de los servicios geriátricos: R. Osterkamp, «Bevölkerungsentwicklung in Deutschland bis 2050. Demografische und ökonomische Konsequenzen für die Alterschirurgie», *Der Chirurg* 76, n.º 1 (2005).

41. Están también la «razón de dependencia de la población infantil», que se define como el número de individuos de entre 0 y 14 años de edad dividido por el número de individuos entre 15 y 64, y la «razón de dependencia total», definida como la suma de la razón de dependencia de la población infantil y la razón de dependencia de las personas de edad. La premisa básica de esos intervalos de edades es que los niños de menos de 15 años están en el colegio y los adultos de más de 64 ya no trabajan, así que ambos grupos son dependientes, sea de los miembros de su familia en edad de trabajar, sea de las prestaciones del Estado a las que se tenga derecho.

42. R. Hutchens y K. L. Papps, «Developments in Phased Retirement», en R. L. Clark y O. S. Mitchell, eds., *Reinventing the Development Paradigm*, Oxford University Press, Nueva York, 2005.



43. E. Calvo, K. Haverstick y S. A. Sass, «Gradual Retirement, Sense of Control, and Retirees' Happiness», *Research on Aging* 31, n.º 1 (2009).

44. «Japan's Pensioners Embark on "Grey Crime" Wave», *The Independent*, 13 de abril de 2006, y «Report: More Elderly Japanese Turn to Petty Crime», CNN Asia, 24 de diciembre de 2008.

45. Véase la nota 36.

46. P. 22, *Global Trends 2025: A Transformed World*, Consejo Nacional de Inteligencia de Estados Unidos, 2008, 99 pp.

47. «The People Crunch», *The Economist* 390, n.º 8.614 (13 de enero de 2009).

### 3. HIERRO, PETRÓLEO Y VIENTO

1. Importaciones directas de materiales: 3,2 toneladas de combustible fósil, entre 8 y 9 de materias primas renovables, incluida el agua, y entre 11 y 15 toneladas de metales y minerales. Estas estimaciones se calcularon para el país en su conjunto, pero Suecia es en un 85 por ciento urbana. V. Palm y K. Jonsson, «Materials Flow Accounting in Sweden Material Use for National Consumption and for Export», *Journal of Industrial Ecology* 7, n.º 1 (2003), pp. 81-92.

2. Esta cuenta de materiales se hizo en 2004, durante todo el año. S. Niza y L. Rosado, «Methodological Advances in Urban Material Flow Accounting: The Lisbon Case Study», presentado en ConAccount 2008, *Urban Metabolism: Measuring the Ecological City*, Praga, 11-12 de septiembre de 2008.

3. Por razones desconocidas, en las investigaciones sobre la urbanización se ha ignorado este nexo entre el crecimiento urbano y el suministro natural de recursos. Para las ciudades chinas tienen especial importancia el cemento, el acero, el aluminio y el carbón. L. Shen, S. Cheng, A. J. Gunson y H. Wan, «Urbanization, Sustainability and the Utilization of Energy and Mineral Resources in China», *Cities* 22, n.º 4 (2005), pp. 287-302.



4. Ambos factores han contribuido mucho a las economías exportadoras de los países que se han industrializado recientemente. A menudo, la industria pesada se ha expandido aún más deprisa que la fabricación para el consumo. Países así están exportando no solo camisetas y componentes de ordenadores, sino acero, maquinaria y productos químicos.

5. El libro de Malthus influyó muchísimo en el joven Charles Darwin y le sirvió, sesenta años después de su publicación, para concebir la teoría de la selección natural. El título completo de la primera edición, que Malthus publicó anónimamente en 1798, es *An Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and other Writers* (*Ensayo sobre el principio de la población en cuanto afecta a la futura mejora de la sociedad, con observaciones sobre las especulaciones de los señores Godwin, Condorcet y otros escritores*), impreso por J. Johnson en St. Paul's Church-Yard, Londres (hay trad. cast.: *Ensayo sobre el principio de la población*, traducción de José A. Moral, Akal, Madrid, 1990). Versiones posteriores sí aparecieron bajo su nombre. Esta obra que marcó un hito sigue imprimiéndose y siendo polémica hasta el día de hoy.

6. Ehrlich escribió *The Population Bomb* (Ballantine Books, Nueva York, 1968) y varios libros más (hay trad. cast.: *La explosión demográfica*, traducción de Camila Batlles, Salvat, Barcelona, 1994). Julian Simon, ya fallecido, refuta a Ehrlich en *The Ultimate Resource*, Princeton University Press, Princeton, 1981 (hay trad. cast.: *El último recurso*, traducción de José Manuel Casas, Dossat, Madrid, 1986) y otras obras; sostenía que el único límite al crecimiento humano es el ingenio humano.

7. Esta ampliación de las ideas de Malthus más allá de las cuestiones relativas a la producción de alimentos empezó en el siglo XIX, entre otros por el economista británico David Ricardo, que se refirió a las reservas de minerales, y por W. Stanley Jevons, quien predijo en 1865 que los límites de las reservas de carbón acabarían por detener el crecimiento económico del país. Un siglo después se veía que la predicción de Jevons de que habría una producción máxima de carbón seguida de un declive era correcta.

8. Las fuentes de los datos sobre las reservas mundiales son el *BP Statistical Review of World Energy June 2008*, 45 pp., [www.bp.com/statisticalreview](http://www.bp.com/statisticalreview) (consultado el 12 de febrero de 2009) (el petróleo, el gas, el carbón hasta 2007), y *World Metals & Minerals Review 2005*, British Geological Survey and Metal Bulletin, 2005, 312 pp. (hasta 2003). El gas natural está convertido a gas natural licuado (1 tonelada de gas natural licuado = 1.380 metros cúbicos). El «titanio» es en realidad  $\text{TiO}_2$ . El grupo del platino incluye el platino, el paladio, el rodio, el iridio, el osmio y el rutenio. Se toma 6.830 millones como población mundial (es la estimación de las Naciones Unidas para 2010).

9. Un solo kilómetro cúbico de roca media de la corteza terrestre contiene 200 millones de toneladas de aluminio, 100 millones de toneladas de hierro, 800.000 de zinc y 200.000 de cobre; hablar del agotamiento de los minerales en sentido molecular, pues, no tiene sentido. D. W. Brooks y P. W. Andrews, «Mineral Resources, Economic Growth, and World Population», *Science* 185 (1974), pp. 13-19.

10. Para más información sobre esta discusión de la idea del agotamiento de los recursos físicos y de los peligros de un enfoque de la estimación de las reservas de recursos en el que las reservas solo pueden disminuir, véase John E. Tilton, *On Borrowed Time? Assessing the Threat of Mineral Depletion*, RFF Press, Washington D. C. , 2002, 160 pp.

11. Matthew R. Simmons, *Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 428 pp.



12. Un análisis muy detallado es el del Instituto Nacional de Ciencia de Materiales, en Tsukuba, Japón. Los autores emplean las previsiones económicas de Goldman Sachs para los BRIC y los miembros del G-6, citadas en el capítulo 2, para prever la demanda futura de veintidós metales. K. Halada, M. Shimada y K. Ijima, «Forecasting of the Consumption of Metals up to 2050», *Materials Transactions* 49, n.º 3 (2008), pp. 402-410.

13. J. B. Legarth, «Sustainable Metal Resource Management – the Need for Industrial Development: Efficiency Improvement Demands on Metal Resource Management to Enable a Sustainable Supply until 2050», *Journal of Cleaner Production* 4, n.º 2 (1996), pp. 97-104; véase también C. M. Backman, «Global Supply and Demand of Metals in the Future», *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 71 (2008), pp. 1.244-1.254.

14. El petróleo no convencional es mucho más difícil de extraer; esta categoría incluye materiales que se extraen abundantemente, como los esquistos petrolíferos, las arenas bituminosas y los petróleos de alta viscosidad.

15. Basándose en su análisis de ochocientos yacimientos petrolíferos, entre ellos los cincuenta y cuatro «supergigantes», los que contienen cinco mil millones de barriles o más, la Agencia Internacional de la Energía calcula que el ritmo medio mundial de declive de la producción ponderado según la producción de los yacimientos es actualmente de alrededor del 6,7 por ciento en los yacimientos que han sobrepasado su pico de producción; ese ritmo habrá subido hasta el 8,6 por ciento en 2030. *World Energy Outlook 2008*, OCDE/AIE, 578 pp.

16. Datos sobre la producción de los yacimientos de petróleo crudo, Administración para la Información sobre la Energía de Estados Unidos, <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=p&s=mcrfpus1&f=a> (consultado el 31 de marzo de 2010).

17. Este párrafo se basa en unas observaciones de James Schlesinger, sumario de la Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D.C. , 2008, p. 31.

18. Con esto no se quiere dar a entender que esas zonas no están desarrolladas o que no lo vayan a estar. Turkmenistán, uno de los últimos, y más recientes, países de la región del mar Caspio que se va a abrir a la explotación de los hidrocarburos por extranjeros, tenía no menos de quince compañías petroleras que pretendían iniciar actividades en 2009, entre ellas la Corporación Nacional del Petróleo de China, Gazprom, Lukoil-ConocoPhillips, Midland Consortium y Schlumberger, una empresa de servicios para los yacimientos de petróleo. *Turkmenistan's Crude Awakening: Oil, Gas and Environment in the South Caspian*, Crude Accountability, Alexandria, Virginia, 2009, 87 pp.

19. Este párrafo se basa en unas observaciones de los ex secretarios de Energía de Estados Unidos James Schlesinger y Samuel Bodman ante la Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D.C. , 2008.



20. Esta previsión derivada de un modelo por la Agencia Internacional de la Energía se revisó para rebajarla con respecto a predicciones anteriores a fin de tener en cuenta la recesión económica mundial de 2008. Supone que los precios del petróleo serán en promedio de 100 dólares por barril entre 2008 y 2015, y que luego subirán progresivamente hasta 120 dólares en 2030. *World Energy Outlook 2008*, OCDE/AIE (2008), 578 pp.

21. D. Goodstein, *Out of Gas: The End of the Age of Oil*, W. W. Norton & Company, Nueva York, 2005, 148 pp.; M. Klare, *Resource Wars: The New Landscape of Global Conflict*, Holt Paperbacks, Nueva York, 2002, 304 pp. (hay trad. cast.: *Guerra por los recursos: el futuro escenario del conflicto global*, Urano, Barcelona, 2003), y *Rising Powers, Shrinking Planet: The New Geopolitics of Energy*, reimpresión, Holt Paperbacks, Nueva York, 2009, 352 pp. (hay trad. cast.: *Planeta sediento, recursos menguantes: la nueva geopolítica de la energía*, Urano, Barcelona, 2008), y M. Simmons, *Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy*, John Wiley & Sons, Somerset, New Jersey, 2005, 428 pp.

22. En promedio, los ritmos de declive de los yacimientos petrolíferos son del 3,4 por ciento para los yacimientos supergigantes, el 6,5 por ciento para los gigantes y el 10,4 por ciento para los grandes, *World Energy Outlook 2008*, OCDE/AIE (2008), 578 pp.

23. Un ataque de al-Qaeda contra las instalaciones de Abqaiia que hubiese tenido éxito habría conmocionado al mercado mundial del petróleo, ya que por ellas pasan dos terceras partes de la producción de petróleo de Arabia Saudí. Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D.C. , 2008, p. 9.

24. Hay grandes obstáculos para una transición rápida a los vehículos de pilas de hidrógeno, como se explicará enseguida.

25. En concreto, por culpa del ozono y de las partículas. M. Jerrett *et al.*, «Long-Term Ozone Exposure and Mortality», *New England Journal of Medicine* 360 (2009), pp. 1.085-1.095.

26. Solo si la electricidad que se suministra a la red procede de fuentes limpias y renovables estará la flota de automóviles enchufables libre de contaminantes y carbono. Pero dependiendo de la eficiencia de la central de carbón o gas y de cuántos kilómetros viaje la electricidad por líneas de alto voltaje, el balance neto de este toma y daca se inclinará por lo general en favor de los coches eléctricos enchufables. Además, es más viable recuperar la contaminación y los gases de efecto invernadero de cientos de chimeneas de centrales de energía que de millones de tubos de escape de coche, en particular en lo que se refiere a los sistemas de captación y almacenamiento del carbono.

27. El hidrógeno es muy reactivo y, por lo tanto, se combina rápidamente con otros elementos, por ejemplo con el oxígeno para hacer agua. (H<sub>2</sub>O).



28. Casi toda la energía que suministran las compañías eléctricas se produce empleando alguna fuente exterior de energía para que gire una turbina de rotación mecánica, que a su vez hará que una bobina de espiras bien apretadas de hilo de cobre gire dentro de un campo magnético fijo. Se genera entonces un flujo de electrones en el hilo de cobre y a ese flujo lo llamamos electricidad. Aerogeneradores, presas hidroeléctricas, centrales térmicas de carbón y centrales nucleares recurren para generar electricidad a variantes de esa idea; la principal diferencia entre ellas es la fuente de la energía con la que se hace girar la turbina. Por ejemplo, el calor generado al quemar carbón o gracias a una reacción nuclear en cadena se puede utilizar para que hierva agua; el vapor presurizado que se produce pasará por la turbina. Construir una presa en un río crea una caída de agua artificial; el peso del agua cae sobre las turbinas. Y así en los demás casos.

29. En la hidrólisis, se usa la electricidad para dividir las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno puros. Es una forma común de obtener hidrógeno puro.

30. Desde el punto de vista de la física radiativa, el vapor de agua troposférico es un gas de efecto invernadero aún más potente que el dióxido de carbono. Sin embargo, a causa de su breve estancia en la atmósfera —de media, solo once días— no se demora largo tiempo antes de volver a la superficie de la Tierra. Por el contrario, el dióxido de carbono puede persistir en la atmósfera durante siglos, así que su concentración se acumula constantemente con el tiempo.

31. *Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/ Agencia Internacional de la Energía, 2006, 483 pp.

32. El etanol es más corrosivo que la gasolina, así que los motores que consumen etanol al cien por cien puro necesitan componentes especialmente resistentes de plástico y goma y asientos de las válvulas endurecidos. Tiene además un contenido de energía menor que la gasolina, así que ofrece una autonomía inferior a la que da la gasolina. Sin embargo, a causa de su elevado octanaje, 115, vale como potenciador del octanaje de la gasolina en vez del MTBE, que contamina el agua. R. E. Sims *et al.*, «Energy Crops: Current Status and Future Prospects», *Global Change Biology* 12 (2006), pp. 2.054-2.076.

33. Según los comentarios de José Goldemberg, Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D. C. , marzo de 2008.

34. Esta predicción no es una extrapolación; se basa en el número de plantas de producción de etanol aprobadas y en construcción en Brasil, Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D. C. , marzo de 2008.

35. José Goldemberg, Suani Teixeira Coelho y Patricia Guardabassi, «Sugarcane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugarcane Agribusiness and Its Sustainability», *Energy Policy* 36, n.º 6 (junio de 2008), pp. 2.0862.097. Se pueden descargar gratuitamente muchos ficheros de UNICA (la Unión Nacional de la Industria de la Caña Azucarera de Brasil) en <http://english.unica.com.br/multimedia/publicacao/>; asimismo, entrevista personal con el doctor Matthew C. Nisbitt, Columbus, Ohio, 18 de abril de 2008.



36. Figura 7.3, resumen de la Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D.C., marzo de 2008.

37. «Brazil Ethanol Sales Pass Petrob», *Sydney Morning Herald*, 31 de diciembre de 2008.

38. M. E. Himmel *et al.*, «Biomass Recalcitrance: Engineering Plants and Enzymes for Biofuels Production», *Science* 315 (2007), pp. 804-807.

39. Hay estudios sobre el etanol de todos los colores en lo que se refiere a su beneficio o perjuicio netos en la emisión de gases de efecto invernadero; el resultado depende notablemente de si en la cuenta se incluyen o no sus «coproductos». Cuando se consideran estos factores, los beneficios en la emisión de gases de efecto invernadero del etanol de maíz sobre el petróleo son insignificantes, una reducción de alrededor del 13 por ciento cuando se cuenta el beneficio de los coproductos. Pero el etanol producido a partir de material celulósico (*Panicum virgatum*) reduce de manera sustancial tanto los gases de efecto invernadero como el petróleo empleado. A. E. Farrell *et al.*, «Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals», *Science* 311 (2006), pp. 506-508.

40. Según los comentarios de José Goldemberg, Cumbre de las Academias Nacionales sobre el Futuro Energético de Estados Unidos, Washington, D. C. , marzo de 2008.

41. C. Gautier, *Oil, Water, and Climate: An Introduction*, Cambridge University Press, Nueva York, 2008, 366 pp.

42. «Food Crisis Renews Haiti's Agony», *Time*, 9 de abril de 2008; «Looters Running Wild in Haiti's Food Riots», *San Francisco Chronicle*, 10 de abril de 2008; «Hunger, Strikes, Riots: The Food Crisis Bites», *The Guardian*, 13 de abril de 2008, y D. Loyn, «World Wakes Up to Food Challenge», BBC News, 15 de octubre de 2008.

43. Con tal de que zonas que ahora se dedican al pastoreo se labren, sobre todo en Sudamérica, el Caribe y el África subsahariana. E. M. W. Smeets *et al.*, «A Bottom-Up Assessment and Review of Global Bio-energy Potential to 2050», *Progress in Energy and Combustion Science* 33 (2007), pp. 56-106.



44. A. E. Farrell *et al.*, «Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals», *Science* 311 (2006), pp. 506-508.

45. Por ejemplo, las técnicas avanzadas de conversión, como la hidrólisis enzimática y las nuevas levaduras y microorganismos que convierten los azúcares de cinco carbonos. *Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía (2006), 483 pp.

46. La huella ecológica es una medida del impacto medioambiental que se expresa en unidades de superficie. Holden y Høyer calcularon las huellas ecológicas de cuatro regímenes de la energía diferentes y hallaron que la energía hidráulica reduce la huella ecológica en un 75 por ciento, el gas natural de un 45 a un 75 por ciento (entre los combustibles, la mayor reducción) y el petróleo entre un 15 y un 30 por ciento, pero el biocombustible celulósico (de madera) la aumenta de un 0 a un 50 por ciento. E. Holden y K. G. Høyer, «The Ecological Foot prints of Fuels», *Transportation Research Part D* 10 (2005), pp. 395-403.

47. G. Fischer y L. Schrattenholzer, «Global Bioenergy Potentials through 2050», *Biomass and Bioenergy* 20 (2001), pp. 151-159, y *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

48. Hasta un 26 por ciento de los biocombustibles líquidos en 2050. *Ibidem*.

49. Tabla 9.1, «Nuclear Generating Units 1955-2007», Administración para la Información sobre la Energía de Estados Unidos, <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/nuclear.html> (consultado el 11 de marzo de 2009).

50. A. Petryna, *Life Exposed: Biological Citizens after Chernobyl*, Princeton University Press, Princeton, 2002, 264 pp.

51. Entre quienes trabajaron en las labores de recuperación la incidencia del cáncer es varios puntos porcentuales mayor que la normal, con hasta cuatro mil muertes adicionales (sobre el número esperado de cien mil) en 2004. En 2002, unos cuatro mil niños habían contraído cáncer de tiroides por haber bebido leche contaminada con yodo radiactivo en los meses inmediatamente posteriores al accidente. El Foro de Chernóbil: 2003-2005, «Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts», 2.<sup>a</sup> ed. revisada, División de Información Pública de la IAEA, Viena, abril de 2006. Disponible en <http://www.iaea.org/Publications/Booklets/Chernobyl/chernobyl.pdf>. El Foro de Chernóbil es una iniciativa de la IAEA con la cooperación de la IMS, la UNDP, la FAO, el UNEP, UN-OCHA, UNScear, el Banco Mundial y los gobiernos de Bielorrusia, la Federación Rusa y Ucrania. Algunos critican duramente las cifras de mortalidad de ese informe por ser demasiado bajas, pero ese trabajo general dirigido por las Naciones Unidas representa una evaluación conservadora del desastre.



52. M. L. Wald, «After 30 Slow Years, U.S. Nuclear Industry Set to Build Plants Again», *International Herald Tribune*, 24 de octubre de 2008; «EDF Nuclear Contamination», *The Economist*, 21 de noviembre de 2009, pp. 65-66; «Obama Offers Loan Guarantees for First New Nuclear Power Reactors in Three Decades», *USA Today*, 16 de febrero de 2010, y S. Chu, «America's New Nuclear Option: Small Modular Reactors Will Expand the Ways We Use Atomic Power», *The Wall Street Journal*, 23 de marzo de 2010. Un 62 por ciento de los estadounidenses, todo un récord, encuestados por Gallup en marzo de 2010 eran partidarios de que se usase la energía nuclear, el porcentaje más alto desde que Gallup empezó a hacer encuestas sobre esa cuestión en 1994. «Public Support for Nuclear Power at a New Peak», *The Washington Post*, 22 de marzo de 2010.

53. La otra es la energía hidráulica.

54. El gas blanco es vapor de agua, véase la nota 30 de este capítulo.

55. *Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

56. S. Fetter, «Energy 2050», *Bulletin of Atomic Scientists* (julio-agosto de 2000), pp. 28-38.

57. Particularmente prometedores son los nuevos reactores de «agua ligera» diseñados para que sean más seguros que las plantas nucleares de hoy, con una probabilidad de que su núcleo sufra daños inferior a un caso en un millón de años de reactor. *Ibidem*.

58. «Ordinario» significa aquí que se trata de reactores nucleares «de un solo recorrido del ciclo» y de mil megavattios de capacidad, cuyo combustible gastado no se recicla y que no son de torio o reproductores. *The Future of Nuclear Power: An Interdisciplinary MIT Study*, Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge, 2003, 170 pp.

59. La producción mundial de energía eléctrica por medio de reactores nucleares fue de 2.771 TWh/año en 2005, lo que equivale al 15 por ciento del mercado mundial. En 2050, según el modelo de la Agencia Internacional de la Energía que se elija, correspondiente a una situación alternativa posible (o «escenario») relativa a las decisiones globales que se vayan a adoptar, podría quedar en solo 3.884 TWh/año y un 8 por ciento del mercado (la situación de referencia en 2050, con pocos reactores nuevos construidos) o subir hasta 15.877 TWh/año y un 38 por ciento del mercado (situación posible «BLUE HiNUC», con una expansión máxima de la energía nuclear). Tabla 2.5, *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.



60. La energía geotérmica, la de las olas y la de las mareas no emiten carbono y en ciertos lugares de la Tierra tienen un gran potencial. Sin embargo, de ninguna de las tres se prevé que en 2050 sean algo más que energías de aplicación limitada a circunstancias determinadas.

61. La energía hidráulica suministra actualmente unos 2.992 TWh/ año, lo que equivale al 16 por ciento del mercado eléctrico mundial. Según los modelos de la Agencia Internacional de la Energía, correspondientes a diversas situaciones alternativas posibles relativas a las decisiones globales que se vayan a adoptar, crecerá tan despacio que perderá cuota de mercado: subirá en 2050 hasta 4.590 TWh/año y un 9 por ciento del mercado mundial (situación posible de referencia para 2050) o hasta 5.505 TWh/año y una cuota del 13 por ciento (situación posible «BLUE hiOil&Gas»). Tabla 2.5, *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

62. C. Goodall, *Ten Technologies to Save the Planet*, Green Profile, Londres, 2008, 302 pp.

63. En 2006, los mayores productores de energía eléctrica eólica del mundo eran Alemania, Estados Unidos y España, con 22.247, 16.818 y 15.145 megavatios de capacidad instalada, respectivamente. La India y China tienen 8.000 y 6.050 megavatios, respectivamente. Estados Unidos está instalando ahora más turbinas aerogeneradoras al año que ningún otro país. Tabla 10.1, *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

64. Los avances tecnológicos, una capacidad aumentada de fabricación y unas turbinas mayores han contribuido a que el coste de la energía eólica se haya dividido por cuatro, como poco, desde los años ochenta. El rendimiento ha ido aumentando constantemente y las turbinas mismas han ido siendo más altas y grandes; los rotores, producidos en masa, han pasado de medir en 1985 menos de veinte metros a superar hoy los cien, más o menos la longitud de un campo de fútbol. Aunque en el precio no es aún competitiva con las centrales de carbón o de gas, la electricidad generada por el viento se está acercando a ellas.

65. Según los modelos de la Agencia Internacional de la Energía, correspondientes a diversas situaciones alternativas posibles relativas a las decisiones globales que se vayan a adoptar, la producción mundial de electricidad mediante aerogeneradores crecerá de 111 TWh/año y un 1 por ciento del mercado en 2005 a 1.208 TWh/año y un 2 por ciento del mercado en 2050, como poco (situación posible de referencia para 2050, sin incentivos nuevos), y podría llegar a 6.743 TWh/año y el 17 por ciento del mercado (situación posible BLUE noCCS, con incentivos agresivos y sin que se haya implantado alguna técnica de secuestro del CO<sub>2</sub>). Tabla 2.5, *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/ Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

66. El límite de Shockley-Queisser.

67. N. S. Lewis, «Toward Cost-Effective Solar Energy Use», *Science* 315 (2007), pp. 798-801.



68. Véase la nota 28 del capítulo 3.

69. M. Lavelle, «Big Solar Project Planned for Arizona Desert», *U.S. News & World Report*, 21 de febrero de 2008.

70. Para más información, véase la página web de Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation (TREC), [www.desertec.org](http://www.desertec.org).

71. Véase D. J. C. MacKay, *Sustainable Energy Without the Hot Air*, UIT Cambridge Ltd., Cambridge, Reino Unido, 2009, 370 pp., que se puede descargar gratuitamente de <http://www.withouthotair.com>. C. Goodall calcula que el cable de corriente continua a alta tensión entre Noruega y los Países Bajos que quedó concluido en abril de 2008 costó un millón de euros por kilómetro. *Ten Technologies to Save the Planet*, Green Profile, Londres, 2008, 302 pp.

72. Como se valen del método tradicional de la turbina para generar electricidad, se puede también diseñar las centrales térmicas solares para que quemen gas natural o carbón en los días nublados o de noche.

73. Una idea nueva, el almacenamiento mediante aire comprimido, bombea aire en vez de agua a un tanque o a una caverna subterránea sellada.

74. [www.google.org/recharge/index.html](http://www.google.org/recharge/index.html) (consultado el 10 de marzo de 2009).

75. Especialmente en la fotovoltaica de película delgada y para los catalizadores baratos, por ejemplo: M. W. Kanan y D. G. Nocera, «In Situ Formation of an Oxygen-Evolving Catalyst in Neutral Water Containing Phosphate and  $\text{Co}^{2+}$ », *Science* 321 (2008), pp. 1.072-1.075. Según la Agencia Internacional de la Energía, el precio de la electricidad fotovoltaica en climas soleados podría quedar en solo 0,05 dólares el kWh en 2050.



76. N. S. Lewis, «Toward Cost-Effective Solar Energy Use», *Science* 315 (2007), pp. 798-801.

77. C. Goodall, *Ten Technologies to Save the Planet*, Green Profile, Londres, 2008, 302 pp.

78. Según los modelos de la Agencia Internacional de la Energía correspondientes a diversas situaciones alternativas posibles relativas a las decisiones globales que se vayan a adoptar, la producción mundial de electricidad solar aumentará de 3 TWh/año (prácticamente un cero por ciento del mercado) en 2005 a 167 TWh/año (que seguirá siendo prácticamente un cero por ciento del mercado) en 2050 (situación posible de referencia para 2050, sin incentivos nuevos) o incluso 5.297 TWh/año y un 13 por ciento del mercado en 2050 (situación BLUE noCCS, con fuertes incentivos y sin que se implanten técnicas de secuestro del carbono). Tabla 2.5, *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/ Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

79. Hoy, alrededor del 82 por ciento de la electricidad mundial se genera mediante carbón (40 por ciento), gas natural (20 por ciento), uranio (15 por ciento) y petróleo (7 por ciento) no renovables. La energía hidráulica y las demás fuentes renovables juntas proporcionan el 18 por ciento. Según lo que se vaya decidiendo, podrían llegar a cubrir el 64 por ciento del mercado en 2050 (en una situación alternativa posible en la que se proceda en esa dirección muy agresivamente) o su cuota de mercado podría disminuir ligeramente, hasta el 15 por ciento. Lo más probable es que el resultado real caiga entre esas dos simulaciones según los modelos de la Agencia Internacional de la Energía, pero no hay situación posible imaginable en la que podamos librarnos de la energía de los hidrocarburos fósiles en los próximos cuarenta años.

80. *Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/Agencia Internacional de la Energía, 2006, 483 pp., y la tabla 2.5, *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OCDE/ Agencia Internacional de la Energía, 2008, 643 pp.

81. «Explosive Growth: LNG Expands in Australia», *The Economist*, 21 de noviembre de 2009, pp. 66-67.

82. «BP Statistical Review of World Energy June 2009», 45 pp., [www. bp.com/ statisticalreview](http://www.bp.com/statisticalreview) (consultado el 28 de noviembre de 2009).

83. Más exactamente, 150 veces la producción actual de antracita y más de 200 veces la de lignito. T. Thielemann, S. Schmidt y J. P. Gerling, «Lignite and Hard Coal: Energy Suppliers for World Needs until the Year 2100: An Outlook», *International Journal of Coal Geology* 72 (2007), pp. 1-14.



84. Equivale a quinientas centrales térmicas de carbón de 500 megavatios. J. Deutch, E. J. Moniz, I. Green *et al.*, *The Future of Coal: Options for a Carbon-Constrained World*, Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge, 2007, 105 pp.

85. La técnica de Fischer-Tropsch es una forma de hacerlo. *Ibidem*.

86. L. C. Smith y G. A. Olyphant, «Within-Storm Variations in Runoff and Sediment Export from a Rapidly Eroding Coal-Refuse Deposit», *Earth Surface Processes and Landforms* 19 (1994), pp. 369-375.

87. C. Gautier, *Oil, Water, and Climate: An Introduction*, Cambridge University Press, Nueva York, 2008, 366 pp.

88. T. Thielemann, S. Schmidt y J. P. Gerling, «Lignite and Hard Coal: Energy Suppliers for World Needs until the Year 2100: An Outlook», *International Journal of Coal Geology* 72 (2007), pp. 1-14.

89. J. Deutch, E. J. Moniz, I. Green *et al.*, *The Future of Coal: Options for a Carbon-Constrained World*, Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge, 2007, 105 pp.

90. «Trouble in Store», *The Economist*, 7 de marzo de 2009, pp. 74-75.

#### 4. CALIFORNIA SE RESECA, SHANGHAI SE AHOGA

1. Los acontecimientos climáticos de Iowa se reconstruyen basándose en una entrevista personal con el climatólogo del estado, Harry Hillaker, en Des Moines, el 16 de julio de 2008, y también en un sumario escrito que redactó en diciembre de 2008; asimismo, en las notas de prensa del Departamento de Agricultura y Cuidado de la Tierra de Iowa y de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA).



2. «FEMA, Iowans Mark Six Month Anniversary of Historic Disaster», Agencia Federal de Gestión de Emergencias, nota de prensa número 1763-222, 26 de noviembre de 2008.

3. «Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship Officials Brief Rebuild Iowa Commission on Damage to Conservation Practices from Flooding», nota de prensa, Departamento de Agricultura y Cuidado de la Tierra de Iowa, 31 de julio de 2008.

4. D. Heldt, «University of Iowa's New Flood Damage Estimate: \$743 million», *The Gazette*, 13 de marzo de 2009.

5. *California Fire Siege 2007: An Overview*, Departamento de Silvicultura y Protección contra el Fuego, 108 pp., <http://www.fire.ca.gov/index.php> (consultado el 22 de marzo de 2009).

6. Orden ejecutiva S-06-08, firmada el 4 de junio de 2008 por Arnold Schwarzenegger, gobernador del estado de California.

7. Proclamación «Estado de emergencia – Escasez de agua», del 27 de febrero de 2009, de Arnold Schwarzenegger, gobernador del estado de California.

8. J. McKinley, «Severe Drought Adds to Hardships in California», *The New York Times*, 22 de febrero de 2009. Central Valley tiene 1,9 millones de hectáreas.

9. L. Copeland, «Drought Spreading in Southeast», *USA Today*, 12 de febrero de 2008, y D. Chapman, «Water Fight May Ripple in Georgia», *The Atlanta Journal-Constitution*, 24 de agosto de 2008.



10. D. W. Stahle *et al.*, «Early Twenty-first-Century Drought in Mexico», *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 90, n.º 11, 17 de marzo de 2009.

11. Los datos de las sequías proceden del Observatorio Mundial de Sequías del University College de Londres, <http://drought.mssl.ucl.ac.uk/drought.html> (consultado el 25 de marzo de 2009).

12. Sistema de Información Global y Aviso Temprano de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/ GIEWS), *Crop Prospects and Food Situation*, n.º 2, abril de 2008. Se actualiza trimestralmente en <http://www.fao.org/giews/english/>.

13. La sequía severa afectó a nueve millones y medio de hectáreas de trigo de invierno en las provincias de Henan, Anhui, Shandong, Hebei, Shanxi, Shaanxi y Gansu. ONU FAO/GIEWS Global Watch, 4 de enero de 2009.

14. «1,500 Farmers Commit Mass Suicide in India», *Belfast Telegraph*, 15 de abril de 2009.

15. Los datos sobre las consecuencias de las inundaciones en el mundo bajados del Observatorio de Darmouth de las Inundaciones, [www.darmouth.edu/~floods/](http://www.darmouth.edu/~floods/) (consultado el 25 de marzo de 2009) indican 4.553 muertos y 17.487.312 desplazados entre el 3 de enero y el 4 de noviembre de 2008.

16. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, Earthscan, Londres, e Instituto Internacional para la Gestión del Agua, Colombo, 2007, 665 pp.

17. Í. A. Shiklománov, «World Fresh Water Resources», en P.H. Gleick, ed., *Water in Crisis*, Oxford University Press, Nueva York, 1993, pp. 13-24. Nota: hay que citar todas las iniciales de Í. A. Shiklománov porque obra suya son también dos hijos — Alexander Ígor y Nikolai Ígor—, que son geocientíficos famosos, así que hay tres Shiklománovs en campos que se solapan, lo cual crea mucha confusión en todo el mundo.



18. La retirada anual media de agua se calcula en  $3.800 \text{ km}^3$ . O. Taikan y S. Kanael, «Global Hydrological Cycles and World Water Resources», *Science* 313, n.º 5.790 (2006), pp. 1.068-1.072. Para la definición de retirada en comparación con la de consumo, véase la nota 45 de este capítulo.

19. Se cree que la retirada mundial de agua es de alrededor de  $3.800 \text{ km}^3$  al año y que la capacidad mundial de almacenamiento artificial es de unos  $7.200 \text{ km}^3$ . *Ibidem*. Para las definiciones, véase la nota 45 de este capítulo.

20. Tabla 2, «Food and Water», *World Resources 2008 Data Tables*, Instituto de Recursos Mundiales, Washington D.C. , 2008.

21. Basado en las previsiones de la población de Burkina Faso, Cabo Verde, Chad, Gambia, Guinea-Bissau, Malí, Mauritania, Níger y Senegal en 2010 y 2050. Naciones Unidas, *World Population Prospects: The 2008 Revision*, <http://esa.un.org/unpp/>.

## 22. El Proyecto Central de Arizona.

23. R. G. Glennon, *Water Follies*, Island Press, Washington, D.C. , 2002, 314 pp.

24. Obsérvese que en Estados Unidos, en cambio, la tendencia a lo largo de los últimos cuarenta años, más o menos, ha sido a un descenso del consumo total de agua (no solo per cápita) a causa de que se dedica menos a usos industriales, así como a unas prácticas agrícolas y aparatos más eficientes, a los retretes de descarga reducida y a unas zonas residenciales más densas.

25. C. J. Vörösmarty, P. Green, J. Salisbury y R. B. Lammers, «Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth», *Science* 289, n.º 5.477 (2000), pp. 284-288. El estudio define las zonas de estrés hídrico «severo» como las zonas donde la razón de la retirada de agua para uso humano con respecto al caudal disponible de los ríos es 0,4 o más. Los tres mapas citados se encuentran en la figura 3 de este artículo. Resultan un poco engañosos en zonas como el oeste de Estados Unidos, donde los lugares de donde procede el agua (por ejemplo, de la capa de nieve de las montañas) son distintos de los lugares donde se usa (por ejemplo, Tucson, Los Ángeles, etc.).



26. Por ejemplo: «Los cambios que se avecinan a escala global en la población y el desarrollo económico —concluyen los autores— dictarán el futuro... en un grado mucho mayor que los cambios en el clima medio». *Ibidem*.

27. Por cañerías, pozos o fuentes protegidos, cisternas para el agua de lluvia o pozos.

28. Etiópes (22 por ciento), somalés (29 por ciento), afganos y papúas (39 por ciento), camboyanos (41 por ciento), chadianos (42 por ciento), guineanos ecuatoriales y mozambiqueños (43 por ciento). Tabla de datos 3, P. H. Gleick *et al.*, *The World's Water 2008-2009*, Island Press, Washington, D.C. , 2009, 432 pp.

29. J. Bartram, K. Lewis, R. Lenton y A. Wright, «Focusing on Improved Water and Sanitation for Health», *The Lancet* 365, n.º 9.461 (2005), pp. 810-812.

30. M. Barlow, *Blue Gold: The Fight to Stop the Corporate Theft of the World's Water*, The New Press, Nueva York, 2003, 296 pp., y *Blue Covenant: The Global Water Crisis and the Coming Battle for the Right to Water*, The New Press, Nueva York, 2007, 196 pp.

31. Declaración del Consejo Mundial del Agua de cuál es su misión, [www.worldwatercouncil.org](http://www.worldwatercouncil.org) (consultado el 5 de abril de 2009).

32. Un buen relato de estas luchas es el que se hace en el premiado documental *Flow* (2008), [www.flowthefilm.com](http://www.flowthefilm.com).

33. P. 189, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*, Unesco, París, y Earthscan, Londres, 2009, 318 pp.



34. Prácticamente todos los países negocian acuerdos de aguas compartidas para los ríos transfronterizos. Para las nuevas ideas acerca de cómo los satélites podrían cambiar las cosas, véanse D. E. Alsdorf *et al.*, «Measuring Surface Water from Space», *Reviews of Geophysics* 45, n.º 2, artículo n.º RG2002 (2007); D. E. Alsdorf *et al.*, «Measuring Global Oceans and Terrestrial Freshwater from Space», *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 88, n.º 24 (2007), p. 253; F. Hossain, «Introduction to the Featured Series on Satellites and Transboundary Water: Emerging Ideas», *Journal of the American Water Resources Association* 45, n.º 3 (2009), pp. 551-552, y S. Biancamaria *et al.*, «Preliminary Characterization of SWOT Hydrology Error Budget and Global Capabilities», *IEEE JSTARS* 3, n.º 1 (2010), pp. 6-19.

35. El satélite Topografía Oceánica de Aguas Superficiales (SWOT) medirá también los océanos. Es un proyecto conjunto de las agencias espaciales de Estados Unidos y Francia (NASA y CNES). Para más información, véase <http://swot.jpl.nasa.gov/index.cfm>.

36. Por ejemplo, los datos topográficos mundiales de SRTM ([http:// srtm.csi.cgiar.org/](http://srtm.csi.cgiar.org/)) y ASTER (<http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>); los de las imágenes mundiales de Landsat (<http://www.landcover.org/index.shtml>), y muchos otros.

37. D. Ignatius, «The Climate-Change Precipice», *The Washington Post*, 2 de marzo de 2007; F. Al-Obaid, «Water Scarcity and Resource War», *Kuwait Times*, 9 de marzo de 2008; H. A. Amery, «Water Wars in the Middle East: A Looming Threat», *The Geographical Journal* 168, n.º 4 (2002), pp. 313-323; N. L. Poff *et al.*, «River Flows and Water Wars: Emerging Science for Environmental Decision Making», *Frontiers in Ecology and the Environment* 1, n.º 6 (2003), pp. 298-306, y otros.

38. P. 19, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*, Unesco, París, y Earthscan, Londres, 2009, 318 pp.

39. P. 163, M. Klare, *Resource Wars: The New Landscape of Global Conflict*, Holt Paperbacks, Nueva York, 2002, 304 pp. (hay trad. cast.: *Guerras por los recursos: el futuro escenario del conflicto global*, traducción de J. A. Bravo, Urano, Barcelona, 2003).

40. *Ibid.*, p. 139.

41. Entre 1948 y 1999 hubo 1.831 interacciones entre distintos países por los recursos hídricos, que iban de los intercambios verbales a los acuerdos por escrito y la actividad militar. De ellas, el 67 por ciento fueron cooperativas, el 28 por ciento conflictivas y el 5 por ciento neutrales o insignificantes. No hubo declaraciones formales de guerra que se refiriesen en concreto al agua. W. Barnaby, «Do Nations Go to War over Water?», *Nature* 458 (2009), pp. 282-283; otro material se ha sacado de S. Yoffe *et al.*, *Journal of the American Water Resources Association* 39 (2003), pp. 1.109-1.126, y A. T. Wolf, «Shared Waters: Conflict and Cooperation», *Annual Review of Environment and Resources* 32 (2007), pp. 241-269.



42. Véase <http://biblio.pacinst.org/conflict/>, <http://worldwater.org/conflictchronology.pdf> y <http://www.transboundarywaters.orst.edu/>.

43. J. I. Uitto y A. T. Wolf, «Water Wars? Geographical Perspectives: Introduction», *The Geographical Journal* 168, n.º 4 (2002), pp. 289-292, y T. Jarvis *et al.*, «International Borders, Ground Water Flow, and Hydroschizophrenia», *Ground Water* 43, n.º 5 (2005), pp. 764-770.

44. W. Barnaby, «Do Nations Go to War over Water?», *Nature* 458 (2009), pp. 282-283.

45. La «retirada» de agua se refiere a la cantidad en bruto de agua extraída de cualquier fuente del entorno natural para fines humanos. El «consumo» de agua se refiere a la parte del agua retirada que se evapora, transpira, se incorpora a productos o cultivos, es consumida por las personas o por el ganado, o se saca de alguna otra forma del entorno hídrico inmediato. Se calcula que las retiradas mundiales de «agua azul» de ríos, embalses, lagos y acuíferos son de unos 3.830 kilómetros cúbicos, de los cuales 2.664 se usan para la agricultura. Pp. 67-69, *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, Earthscan, Londres, e Instituto Internacional para la Gestión del Agua, Colombo, 2007, 665 pp.

46. La expresión «agua virtual» fue acuñada por J. A. Allan a principios de la década de 1990, por ejemplo, «Policy Responses to the Closure of Water Resources», en *Water Policy: Allocation and Management in Practice*, P. Howsam y R. Carter, eds., Chapman and Hall, Londres, 1996.

47. Se calcula que la transferencia mundial de agua virtual contenida en mercancías es de 1.625 billones de metros cúbicos al año, alrededor del 40 por ciento del consumo humano total de agua. A. K. Chapagain y A. Y. Hoekstra, «The Global Component of Freshwater Demand and Supply: An Assessment of Virtual Water Flows between Nations as a Result of Trade in Agricultural and Industrial Products», *Water International* 33, n.º 1 (2008), pp. 19-32. Véanse también pp. 35 y 98, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*, Unesco, París, y Earthscan, Londres, 2009, 318 pp.

48. R. G. Glennon, *Water Follies: Groundwater Pumping and the Fate of America's Fresh Waters*, Island Press, Washington D. C. , 2002, 314 pp. Los molinos de viento y otros dispositivos solo podían elevar el agua desde una profundidad máxima de veinte a veinticinco metros, pero la bomba centrífuga, alimentada por diésel, gas natural o electricidad, podía elevarla desde profundidades de casi mil metros.

49. Figura 7.6, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*, Unesco, París, y Earthscan, Londres, 2009, 318 pp.



50. Servicio Geológico de Estados Unidos, «Estimated Use of Water in the United States in 2000», circular 1268 del Servicio Geológico de Estados Unidos, febrero de 2005.

51. Hay otros materiales que crean buenos acuíferos, por ejemplo la grava o la roca madre muy fracturada.

52. Véanse M. Rodell, I. Velicogna y J. S. Famiglietti, «Satellite-based Estimates of Groundwater Depletion in India», *Nature* 460 (2009), pp. 9991.002, DOI:10.1038/nature08238, y V. M. Tiwari, J. Wahr y S. Swenson, «Dwindling Groundwater Resources in Northern India, from Satellite Gravity Observations», *Geophysical Research Letters* 36 (2009), L18401, DOI:10.1029/2009GL039401.

53. El Ogallala, conocido también como el acuífero de las Llanuras Altas (dentro de las Grandes Llanuras norteamericanas), se extiende bajo parte de Kansas, Nebraska, Texas, Oklahoma, Colorado, Nuevo México, Wyoming y Dakota del Sur. Otro material de esta sección procede de V.L. McGuire, «Changes in Water Levels and Storage in the High Plains Aquifer, Predevelopment to 2005», U.S. Geological Society Fact Sheet 2007-3029, mayo de 2007.

54. Las extracciones humanas son, en promedio, de alrededor de unos 30 centímetros por año, pero la reposición natural es de alrededor de dos centímetros al año. Entrevista telefónica a Kevin Mulligan, 21 de abril de 2009.

55. La «vida útil» es el tiempo que se prevé que falta para que el grosor del acuífero saturado se quede en solo unos nueve metros. Cuando el grosor del acuífero no llega a los nueve metros, los pozos convencionales empiezan a absorber aire, a causa de una depresión cónica de nueve metros que se forma en la tabla de agua alrededor de la perforación. Los datos del sistema de información geográfica y los mapas de la vida útil del Ogallala se encuentran en <http://www.gis.ttu.edu/OgallalaAquiferMaps/>.

56. Los sistemas LEPA de irrigación por goteo crean una depresión cónica menor, así que se puede absorber el agua de los últimos nueve metros de espesor del acuífero saturado. Por lo tanto, la adopción del sistema LEPA podría alargar la vida útil del acuífero de diez a veinte años más.

57. En particular, los Países Bajos, Francia, Alemania y Austria. P.H. Gleick, «Water and Energy», *Annual Review of Energy and the Environment* 19 (1994), pp. 267-299. No quiere decir que toda el agua usada se pierda irrevocablemente; la mayoría de las centrales de energía devuelven en su mayor parte el agua caliente al río o lago de origen. Véase la nota 45 de este capítulo para la diferencia entre retirada y consumo.



58. Este es el máximo legal en la Unión Europea, pero las temperaturas recomendadas de «directriz» son inferiores, de entre 12-15 grados en la Unión Europea y en Canadá. *Ibidem*.

59. Véase también su libro sobre la energía eólica. M. Pasqualetti, P. Gipe y R. Richter, *Wind Power in View: Energy Landscapes in a Crowded World*, Academic Press, San Diego, 2002, 248 pp.

60. La razón de esto son las enormes pérdidas de agua por evaporación en los embalses abiertos de las presas hidroeléctricas.

61. Por ejemplo, véase P. W. Gerbens-Leenes, A. Y. Hoekstra y T. H. van der Meer, «The Water Footprint of Energy from Biomass: A Quantitative Assessment and Consequences of an Increasing Share of Bio-energy in Energy Supply», *Ecological Economics* 68 (2009), pp. 1.052-1.060.

62. Entrevista telefónica a M. Pasqualetti, 14 de abril de 2009.

63. T. R. Curlee y M. J. Sale, «Water and Energy Security», *Proceedings*, Universities Council on Water Resources, 2003.

64. Sobre las simulaciones de modelos climáticos de la expansión de la célula de Hadley, véase J. Lu, G. A. Vecchi y T. Reichler, «Expansion of the Hadley Cell under Global Warming», *Geophysical Research Letters* 34 (2007): L06085; sobre las observaciones directas con satélites, véase Q. Fu, C. M. Johanson, J. M. Wallace y T. Reichler, «Enhanced Mid-latitude Tropospheric Warming in Satellite Measurements», *Science* 312, n.º 5.777 (2006), p. 1.179.

65. P. C. D. Milly, K. A. Dunne y A. V. Vecchia, «Global Pattern of Trends in Streamflow and Water Availability in a Changing Climate», *Nature* 438 (2005), pp. 347-350.



66. G. M. MacDonald *et al.*, «Southern California and the Perfect Drought: Simultaneous Prolonged Drought in Southern California and the Sacramento and Colorado River Systems», *Quaternary International* 188 (2008), pp. 11-23.

67. El calentamiento medieval se desencadenó al combinarse una mayor energía recibida del Sol con unos niveles bajos de dióxido de azufre en la atmósfera, mientras que hoy el impulso viene del forzamiento por los gases de efecto invernadero. La comparación entre el período templado medieval y hoy es imperfecta porque en aquel las temperaturas subieron sobre todo en verano, mientras que el forzamiento por los gases de efecto invernadero causa el máximo calentamiento en invierno y en primavera. Con todo, el período templado medieval es el mejor análogo en el «mundo real» con que cuentan los climatólogos para examinar posibles respuestas biofísicas al previsto calentamiento de invernadero. Para más información, véase G. M. MacDonald *et al.*, «Climate Warming and Twenty-first Century Drought in Southwestern North America», *EOS, Transactions, AGU* 89 n.º 2 (2008). Para más información sobre la oscilación decenal del Pacífico, véase G. M. MacDonald y R. A. Case, «Variations in the Pacific Decadal Oscillation over the Past Millennium», *Geophysical Research Letters* 32, artículo n.º L08703 (2005), DOI:10.1029/2005GL022478.

68. R. Seager *et al.*, «Model Projections of an Imminent Transition to a More Arid Climate in Southwestern North America», *Science* 316 (2007), pp. 1.181-1.184.

69. P. C. D. Milly, J. Betancourt, M. Falkenmark, R. M. Hirsch, Z. W. Kundzewicz, D. P. Lettenmaier y R. J. Stouffer, «Stationarity Is Dead:Whither Water Management?», *Science* 319 (2008), pp. 573-574.

70. La confusión surge de que «la inundación del siglo», «la inundación del medio milenio», etcétera, son, sencillamente, probabilidades estadísticas expresadas como alturas de inundación. Esto conduce a la percepción comúnmente equivocada de que la inundación del siglo solo ocurre una vez en cien años, la del medio milenio una vez en quinientos años, etcétera. En realidad, la probabilidad es de  $1/100$  y  $1/500$  en un año cualquiera. La probabilidad de disfrutar de cien años seguidos sin sufrir al menos una inundación del siglo es de  $(99/100)^{100} = 37$  por ciento.

71. Por ejemplo, ahora parece probable que el cambio climático incremente la incertidumbre en el rendimiento de las cosechas. B. A. McCarl, X. Villavicencio y X. Wu, «Climate Change and Future Analysis: Is Stationarity Dying?», *American Journal of Agricultural Economics* 90, n.º 5 (2008), pp. 1.241-1.247.

72. P. C. D. Milly, J. Betancourt, M. Falkenmark, R. M. Hirsch, Z. W. Kundzewicz, D. P. Lettenmaier y R. J. Stouffer, «Stationarity Is Dead:Whither Water Management?», *Science* 319 (2008), pp. 573-574.

73. D. P. Lettenmaier, «Have We Dropped the Ball on Water Resources Research?», *Journal of Water Resources Planning and Management* 134, n.° 6 (2008), pp. 491-492.



74. La compañía State Farm Florida mandó avisos de cancelación a casi una quinta parte de sus 714.000 clientes al no concederle los reguladores del estado una subida de las pólizas del 47,1 por ciento. En el mismo año, la Oficina de Regulación de Seguros de Florida previó que 102 de las 200 mayores compañías de seguros de Florida estaban sufriendo pérdidas netas por las pólizas suscritas. «State Farm Cancels Thousands in Florida», 23 de febrero de 2010, [http://www.msnbc.msn.com/id/35220269/ns/businesspersonal\\_finance/](http://www.msnbc.msn.com/id/35220269/ns/businesspersonal_finance/).

75. P. W. Mote *et al.*, *Bulletin of the American Meteorological Society* 86, n.° 1 (2005), pp. 39-49.

76. T. P. Barnett *et al.*, «Human-Induced Changes in the Hydrology of the Western United States», *Science* 319 (2008), pp. 1.080-1.083.

77. J. Watts, «China Plans 59 Reservoirs to Collect Meltwater from Its Shrinking Glaciers», *The Guardian*, 2 de marzo de 2009; «Secretary Salazar, Joined by Gov. Schwarzenegger, to Announce Economic Recovery Investments in Nation's Water Infrastructure», comunicado de prensa de la Oficina de Transformación de Tierras de Estados Unidos, 14 de abril de 2009 y «California to Get \$260 Million in U.S. Funds for Water», Reuters, 15 de abril de 2009.

78. La fusión del hielo glaciar y la expansión térmica del agua de los océanos al calentarse son las dos contribuciones más importantes a la subida del nivel del mar. La expansión térmica del agua de los océanos es un proceso bastante lento, que todavía obedece al calentamiento de decenios pasados y que seguirá produciéndose en adelante a causa del calentamiento que viene. Hasta la fecha, alrededor del 80 por ciento del calor del calentamiento global ha sido absorbido por los océanos. Un estudio muy reciente, posterior al último informe del IPCC, calcula que a lo largo del período 1900-2008 la expansión térmica causó  $0,4 \pm 0,2$  mm/año de subida del nivel del mar, los glaciares pequeños y los casquetes de hielo  $0,96 \pm 0,44$  mm/año, el manto de hielo de Groenlandia  $0,3 \pm 0,33$  mm/año, el manto de hielo antártico  $0,14 \pm 0,26$  mm/año y la escorrentía terrestre  $0,17 \pm 0,1$  mm/año. C. Shum y C. Kuo, «Observation and Geophysical Causes of Present-day Sea Level Rise», en *Climate Change and Food Security in South Asia*, R. Lal, M. Sivakumar, S. M. A. Faiz, A. H. M. Mustafizur Rahman y K. R. Islam, eds., Springer Verlaag, Holanda, 2011, 600 pp. La construcción en el siglo XX de pantanos debe de haber retenido el equivalente a unos 30 mm del nivel del mar, un promedio de  $-0,55$  mm/año. B. F. Chao, Y. H. Wu y Y. S. Li, «Impact of Artificial Reservoir Water Impoundment on Global Sea Level», *Science* 320 (2008), pp. 212-214. Sin embargo, la capacidad de retener agua de los pantanos artificiales se ha refrenado o incluso se ha invertido. D. P. Lettenmaier y P. C. D. Milly, «Land Waters and Sea Level», *Nature Geoscience* 2 (2009), pp. 452-454, DOI:10.1038/ngeo567.

79. S. Rahmstorf *et al.*, respuesta a las observaciones de «A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise», *Science* 317, 1866d (2007). (Véase la fe de erratas para unos ritmos de aumento del nivel del mar actualizados.)

80. M. Heberger, H. Cooley, P. Herrera, P. H. Gleick y E. Moore, «The Impacts of Sea-Level Rise on the California Coast», artículo final, California Climate Change Center, CEC-500-2009-024-F (2009), 115 pp., disponible en [http://pacinst.org/reports/sea\\_level\\_rise/report.pdf](http://pacinst.org/reports/sea_level_rise/report.pdf).

81. La «estimación de consenso» del cuarto informe de evaluación (*AR4*) del IPCC, de 2007, de 0,18 a 0,6 metros para 2100, quizá sea demasiado baja. Otras estimaciones apuntan a un intervalo posible de 0,8-2,0 metros (W. T. Pfeffer *et al.*, «Kinematic Constraints on Glacier Contributions to 21st-Century Sea-Level Rise», *Science* 321, n.º 5894, 2008, pp. 1.340-1.343) y de 0,5-1,4 metros (S. Rahmstorf, «A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise», *Science* 315, n.º 5.810 [2007], pp. 368-370, DOI:10.1126/science.1135456).



82. La principal razón de esto es que las temperaturas superficiales del mar alimentan a huracanes y tifones. La cuarta evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático estima que es «probable» que su intensidad aumente, lo que quiere decir que la probabilidad estadística es de más de un 66 por ciento. *AR4* del IPCC (2007).

83. Calculado a partir de la tabla 2 de R. J. Nicholls *et al.*, «Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes: Exposure Estimates», *OECD Environment Working Papers*, n.º 1 (OECD Publishing, 2008), 62 pp., DOI:10.1787/011766488208. Véase también J. P. Ericson *et al.*, «Effective Sea-Level Rise and Deltas: Causes of Change and Human Dimension Implications», *Global and Planetary Change* 50 (2006), pp. 63-82.

84. Las cantidades monetarias se dan en dólares estadounidenses internacionales de 2001 según la paridad de poder adquisitivo.  
*Ibidem.*

85. Abreviatura de «Water Global Assessment and Prognosis» (evaluación y prognosis hídricas mundiales). Véase Centro de Investigaciones de Sistemas Medioambientales, <http://www.usf.uni-kassel.de/cesrl>.

86. El componente relacionado con el cambio climático de esta simulación en concreto es el modelo de circulación HadCM3, tomando como situación posible la B2 del *Informe especial sobre situaciones hipotéticas relativas a las emisiones (SRES)*. Para más información sobre otras premisas, no climáticas, véase Alcamo, M. Flörke y M. Marker, «Future Long-term Changes in Global Water Resources Driven by Socio-economic and Climatic Changes», *Hydrological Sciences* 52, n.º 2 (2007), pp. 247-275.

87. P. Alpert *et al.*, «First Super-High-Resolution Modeling Study that the Ancient “Fertile Crescent” Will Disappear in This Century and Comparison to Regional Climate Models», *Geophysical Research Abstracts* 10, EGU2008-A-02811 (2008); A. Kitoh *et al.*, «First Super-High-Resolution Model Projection that the Ancient “Fertile Crescent” Will Disappear in This Century», *Hydrological Research Letters* 2 (2008), pp. 1-4.

88. T. H. Brikowski, «Doomed Reservoirs in Kansas, USA? Climate Change and Groundwater Mining on the Great Plains Lead to Unsustainable Surface Water Storage», *Journal of Hydrology* 354 (2008), pp. 90-101; S. K. Gupta y R. D. Deshpande, «Water for India in 2050: First-Order Assessment of Available Options», *Current Science* 86, n.º 9 (2004), pp. 1.216-1.224.

89. Los modelos globales del clima prevén casi unánimemente que el cambio climático inducido por los seres humanos reducirá la escorrentía en la región del río Colorado entre un 10 y un 30 por ciento. T. P. Barnett y D. W. Pierce, «Sustainable Water Deliveries from the Colorado River in a Changing Climate», *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, n.º 18 (2009), DOI:10.1073/pnas.0812762106. Véase también T.P. Barnett y D. W. Pierce, «When Will Lake Mead Go Dry?», *Water Resources Research* 44 (2008), W03201.



90. No tiene por qué ser tan malo como parece. Los derechos del agua se refieren a retiradas, no al uso consuntivo, así que alguna parte del agua retirada se recicla y vuelve al sistema fluvial, con lo que se puede usarla de nuevo río abajo.

91. J. L. Powell, *Dead Pool: Lake Powell, Global Warming, and the Future of Water in the West*, University of California Press, Londres, 2008, 283 pp.

92. El pacto de 2003, con el nombre de «Acuerdo de conciliación por la cuantificación», obliga además al Distrito de Irrigación Imperial a que venda hasta unas 12.000 hectáreas-metro a las ciudades de Coachella Valley. La asignación total para California del río Colorado es de alrededor de medio millón de hectáreas-metro al año. El Distrito de Aguas Metropolitano del Sur de California sirve a veintiséis ciudades. Comunicados de prensa del Distrito de Irrigación Imperial del 10 de noviembre de 2003 y del 30 de abril de 2009 ([www.iid.com](http://www.iid.com)); también M. Gardner, «Water Plan to Let MWD Buy Salton Sea Source», *Union-Tribune*, [signonsandiego.com](http://signonsandiego.com), 6 de abril de 2009.

Segunda parte  
RESPUESTA EN EL ÁRTICO

5. DOS BODAS Y UN MODELO POR ORDENADOR

1. A diferencia del vapor de agua, que se recicla rápidamente, otros gases de efecto invernadero perduran más tiempo en la atmósfera, especialmente el  $\text{CO}_2$ , que puede persistir durante siglos. S. Solomon *et al.*, «Irreversible Climate Change Due to Carbon Dioxide Emissions», *PNAS* 106, n.º 6 (2009), pp. 1.704-1.709. Alrededor de la mitad desaparece bastante deprisa y alrededor del 15 por ciento persistirá aún más, pero en resumidas cuentas el dióxido de carbono se queda en la atmósfera durante un tiempo muy largo.

2. Más precisamente, las erupciones volcánicas liberan dióxido de azufre gaseoso ( $\text{SO}_2$ ), que al oxidarse se convierte en aerosoles de sulfato ( $\text{SO}_4$ ). Cuando los aerosoles penetran en la estratosfera pueden circular por el mundo durante varios años, en los que crean brillantes puestas de sol y bloquean la luz solar, con el consiguiente enfriamiento climático temporal.

3. Algunos de estos mecanismos pueden persistir durante decenios, especialmente fenómenos duraderos que afectan a la circulación oceánica, como la oscilación decenal del Pacífico, por ejemplo, G. M. MacDonald y R. A. Case, «Variations in the Pacific Decadal Oscillation over the Past Millennium», *Geophysical Research Letters* 32, artículo n.º L08703, DOI:10.1029/2005GL022478 (2005).

4. Este mapa, al promediar simulaciones efectuadas con modelos para un período de veinte años (2046-2064), suaviza la mayor parte de la variabilidad de corto plazo descrita antes, con lo que pone de manifiesto la intensidad del efecto invernadero subyacente. Sin embargo, incluso con esta sustracción de la variabilidad de corto plazo encontramos todavía un patrón del calentamiento geográficamente desigual. Para la fuente del mapa, véase la nota siguiente.

5. *IPCC AR4*, figura 10.8, capítulo 10, p. 766. (Cita completa: G. A. Meehl *et al.*, capítulo 10, «Global Climate Projections», en S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller, eds., *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, 2007.) Véase el capítulo 1 para más información sobre los informes de evaluación del IPCC.



6. A estos resultados se les llama situaciones alternativas posibles, o «escenarios», del *SRES*, de las cuales se muestran aquí tres (es decir, cada fila es una situación posible del *SRES* diferente). Hay muchas decisiones económicas, sociales y políticas posibles englobadas en las diferentes situaciones alternativas del *SRES*, pero las diferencias no son importantes para nuestro propósito aquí. *SRES* es el acrónimo de *Special Report on Emission Scenarios (Informe especial sobre situaciones hipotéticas relativas a las emisiones)* del IPCC. Se agrupan en cuatro familias (A1, A2, B1 y B2), que exploran trayectorias de desarrollo alternativas que cubren una amplia variedad de fuerzas impulsoras demográficas, económicas y tecnológicas, y las emisiones de gases de invernadero resultantes. B1 describe un mundo convergente, globalizado, con una transición rápida hacia una economía de servicios y de la información. La familia A1 presupone un crecimiento económico rápido, una población mundial que alcanza su máximo hacia 2050 y un avance rápido de las tecnologías de la energía; en A1B, en concreto, hay un equilibrio entre las energías fósiles y no fósiles. A2 describe un mundo no globalizado, con un crecimiento elevado de la población, un desarrollo económico lento y un cambio tecnológico lento. Para más información al respecto, véase N. Nakicenovic y R. Swart, eds., *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2000, 570 pp.

7. Las tres situaciones alternativas posibles del *SRES* de las que se habla aquí, a las que he cambiado la denominación por claridad, son las B1, A1B y A2, respectivamente. Hay más situaciones posibles, pero estas tres son representativas de los distintos derroteros considerados en la evaluación AR4 del IPCC.

8. R. Henson, *The Rough Guide to Climate Change*, Penguin Books Ltd., Londres, 2008, p. 217.

9. De ello se habla con más detalle en el capítulo 9.

10. Los incrementos previstos de la temperatura son, en promedio, alrededor de un 50 por ciento mayores en tierra que en los océanos. El tenaz ojo de buey señala el lugar donde las aguas templadas que fluyen hacia el norte de la Circulación Meridional del Atlántico —conocida también como Formación de Aguas Profundas del Atlántico Norte— se enfrían y hunden. Se espera que una circulación debilitada de la Circulación Meridional del Atlántico contrarreste el efecto del calentamiento global localmente en esa zona. Hay otras razones físicas por las que el calentamiento se amplifica en las latitudes norte altas, entre ellas una tasa de evaporación baja, una atmósfera menos densa y un albedo (una reflectividad) reducida en tierra. Pero la razón más importante con mucho es la desaparición del hielo marino en el océano Ártico, lo que lo convierte, de superficie de albedo elevado que refleja los rayos solares y los devuelve al espacio, en mar despejado que la absorbe.

11. Por ejemplo, la figura 10.12, *IPCC AR4*, capítulo 10, p. 769. Los modelos también concuerdan entre sí bastante bien en la región mediterránea, la parte meridional de Sudamérica y el oeste de Estados Unidos, donde se prevé que las precipitaciones disminuyan. Concuerdan bien alrededor del ecuador, sobre los mares australes que rodean a la Antártida y en las latitudes norte más altas, donde se prevé que aumenten. Salvo en las praderas occidentales de Canadá, se prevé que las precipitaciones aumenten considerablemente en los territorios y en los mares septentrionales de los ocho países del Cerco del Norte.

12. Entre otras cosas, a la relación de Clausius-Clapeyron, es decir, una atmósfera más caliente contiene más vapor de agua.

13. Las previsiones para 2050 son de P. C. D. Milly *et al.*, «Global Pattern of Trends in Streamflow and Water Availability in a Changing Climate», *Nature* 438 (2005), pp. 347-350. Que el aumento previsto de la escorrentía en el Norte supera todos los límites de la variabilidad climática natural se demuestra en Hulme *et al.*, «Relative Impacts of Human-Induced Climate Change and Natural Climate Variability», *Nature* 397, n.º 6.721 (1999), pp. 688-691. El aumento del caudal de los ríos en el siglo XX se produjo en primer lugar y con mayor intensidad en Rusia, B. J. Peterson *et al.*, «Increasing River Discharge to the Arctic Ocean», *Science* 298, n.º 5.601 (2003), pp. 2.171-2.173, y J. W. McClelland *et al.*, «A Pan-Arctic Evaluation of Changes in River Discharge during the Latter Half of the Twentieth Century», *Geophysical Research Letters* 33, n.º 6 (2006): L06715. En Canadá, la escorrentía total vertida a la bahía de Hudson disminuyó a finales de siglo, pero aumentó en los Territorios del Noroeste. S.J. Déry, «Characteristics and Trends of River Discharge into Hudson, James, and Ungava Bays, 1964-2000», *Journal of Climate* 18, n.º 14 (2005), pp. 2.540-2.557, y J.M. St. Jacques y D.J. Sauchyn, «Increasing Winter Baseflow and Mean Annual Streamflow from Possible Permafrost Thawing in the Northwest Territories, Canada», *Geophysical Research Letters* 36 (2009): L01401. Una sinopsis reciente excelente es A. K. Rennermalm, E. F. Wood y T. J. Troy, «Observed Changes of Pan-Arctic Cold-Season Minimum Monthly River Discharge», *Climate Dynamics*, DOI: 10.888/1748-9326/4/2/024011.



14. L. C. Smith *et al.*, «Rising Minimum Daily Flows in Northern Eurasian Rivers: A Growing Influence of Groundwater in the High-Latitude Hydrologic Cycle», *Journal of Geophysical Research* 112, G4 (2007): G04S47.

15. Los casquetes o campos de hielo son grandes masas glaciares en tierra. A diferencia de la Antártida, continente enterrado bajo glaciares con un grosor de kilómetros y rodeados por el océano, el Ártico es un mar rodeado por continentes. Está cubierto muy someramente por solo uno o dos metros de agua marina estacionalmente congelada, el «hielo marino».

16. La reunión de otoño de la Unión Geofísica Americana, que se celebra en San Francisco, California, en diciembre.

17. El océano Ártico está completamente congelado en invierno, pero se despeja parcialmente en verano. El mínimo anual de la extensión del hielo marino se alcanza en septiembre.

18. En septiembre de 2009, la cubierta de hielo marino casi recuperó su vieja trayectoria de declive lineal. Sin embargo, las extremas reducciones de 2007-2009 supusieron una desviación de gran magnitud con respecto a la tendencia a largo plazo y demuestran claramente la sorprendente rapidez con que la cubierta de hielo marino del Ártico puede desaparecer en verano. [En 2010, la extensión mínima de hielo marino en el Ártico fue la tercera menor registrada, superada solo por las de 2007 y —por poco— de 2008. Los pasos del Noroeste y del Nordeste estuvieron abiertos durante unos días de septiembre. La extensión del hielo en noviembre fue la segunda menor registrada; solo supera, y por poco, a la de noviembre de 2006. La bahía de Hudson, que a finales de noviembre suele estar cubierta de hielo en un 50 por ciento, solo estaba congelada en un 17 por ciento. Véase Centro Nacional de Datos de la Nieve y el Hielo, *Arctic Sea Ice News & Analysis*, <http://nsidc.org/articseaiceneews/index.html>. Nota del traductor.]

19. A diferencia de los glaciares terrestres, la formación o la fusión del hielo marino no hace que aumente significativamente el nivel del mar porque el volumen del hielo flotante se compensa con el volumen del agua desplazada (principio de Arquímedes). La ligera diferencia (alrededor del 4 por ciento) se deriva de que el hielo marino es más dulce que el agua de mar que desplaza (con lo que ocupa un poco más de volumen que la masa equivalente de agua de mar).

20. Esta retroalimentación del albedo actúa en sentido opuesto también: amplificaría una tendencia global de enfriamiento. Si el clima mundial se enfriase, el hielo ártico se expandiría, reflejaría más luz solar, habría, pues, más enfriamiento local y más formación de hielo, y así sucesivamente.

21. Se forma hielo marino alrededor del borde del continente Antártico, pero cubre una superficie mucho menor que en el océano Ártico y no sobrevive en verano. Otras razones de la diferencia entre el calentamiento del Ártico y el de la Antártida son el intenso vórtice circumpolar alrededor del océano Antártico, que separa a la Antártida un tanto de la circulación atmosférica global, y las frías alturas del interior de la Antártida, donde la temperatura del aire nunca alcanza el punto de fusión, al contrario que en el océano Ártico, que está a nivel del mar.



22. La retroalimentación de la formación de hielo marino es el factor más importante por el que la señal del calentamiento global se amplifica en las latitudes norte altas, pero hay otros. La reducción del albedo en tierra (al haber menos nieve), una atmósfera menos densa y una evaporación menor en el frío aire ártico son algunas de las retroalimentaciones positivas que actúan en la región. Es probable que la transición a un nuevo estado en verano, libre de hielo, se produzca rápidamente en cuanto la cubierta de hielo adelgace hasta resultar vulnerable. M. C. Serreze, M. M. Holland y J. Stroeve, «Perspectives on the Arctic's Shrinking Sea-Ice Cover», *Science* 315, n.º 5.815 (2007), pp. 1.533-1.536. No todos los albedos son positivos en el Norte: por ejemplo, que haya más incendios forestales, una consecuencia que se espera tenga la subida de las temperaturas, aumentaría el albedo a largo plazo. E. A. Lyons, Y. Jin y J. T. Randerson, «Changes in Surface Albedo after Fire in Boreal Forest Ecosystems of Interior Alaska Assessed Using MODIS Satellite Observations», *Journal of Geophysical Research* 113: (2008), G02012.

23. Basado en previsiones del modelo climático NCAR CCSM3. Puede ver estos resultados en D. M. Lawrence, A. G. Slater, R. A. Tomas, M. M. Holland y C. Deser, «Accelerated Arctic Land Warming and Permafrost Degradation during Rapid Sea Ice Loss», *Geophysical Research Letters* 35, n.º 11 (2008): L11506, DOI:10.1029/2008GL033985.

24. Hill y Gaddy se valen de la expresión «maldición siberiana» al argumentar que los planificadores soviéticos malbarataron económicamente su país al pretender desarrollar sus parajes más lejanos y fríos. Yo aprovecho aquí la expresión con un propósito más amplio, incluyendo además factores biológicos. F. Hill y C. Gaddy, *The Siberian Curse*, Brookings Institution Press, Washington, D. C. , 2003, 303 pp.

25. Este resumen se saca del capítulo 2, «Arctic Climate: Past and Present», de *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2005, 1.042 pp., y *Working Group II Report*, capítulo 15, «Polar Regions», del *AR4* del IPCC (2007). Véase también S. J. Déry y R. D. Brown, «Recent Northern Hemisphere Snow Cover Extent Trends and Implications for the Snow-Albedo Feedback», *Geophysical Research Letters* 34, n.º 22 (2007): L22504. Buena parte del calentamiento observado no está causado directamente por el forzamiento de invernadero, sino por los cambios de la circulación atmosférica, lo que da a entender que el Ártico está solo en las primeras etapas del efecto, inducido por los seres humanos, de los gases de invernadero. M. C. Serreze y J. A. Francis, «The Arctic Amplification Debate», *Climatic Change* 76 (2006), pp. 241-264.

26. Por ejemplo, un aumento del 8 por ciento en el verdecimiento máximo al norte de los 65° de latitud norte entre 1982 y 1990; un aumento del 17 por ciento en el norte de Alaska entre 1981 y 2001. R. Myneni *et al.*, «Increased Plant Growth in the Northern Latitudes from 1982 to 1991», *Nature* 386 (1997), pp. 698-702, y G. J. Jia, H. E. Epstein y D. A. Walker, «Greening of Arctic Alaska, 1981-2001», *Geophysical Research Letters* 30, n.º 20 (2003), p. 2.067; también M. Sturm, C. Racine y K. Tape, «Climate Change: Increasing Shrub Abundance in the Arctic», *Nature* 411 (2001), pp. 546-547; I. Gamach y S. Payette, «Height Growth Response of Tree Line Black Spruce to Recent Climate Warming across the Forest-Tundra of Eastern Canada», *Journal of Ecology* 92 (2004), pp. 835-845.

27. Se predice que la productividad primaria neta en el Ártico en su conjunto subirá de 2,8 a 4,9 petagramos de carbono/año en la década de 2080 dentro de la «optimista» situación posible B2 del IPCC, tabla 7.13, Evaluación del Impacto en el Clima Ártico (ACIA), 2005.

28. Este párrafo y otros derivan de entrevistas y anécdotas personales recogidas entre 2006 y 2007 en Canadá, Alaska y Finlandia, y lugares como Fort Chipewyan, Fort McMurray, Cumberland House, Whitehorse, High Level, Hay River, Yellowknife, Churchill, Fairbanks y Barrow. Véanse también G. Beaupre *et al.*, «Reorganization of North Atlantic Marine Copepod Biodiversity and Climate», *Science* 296 (2002), pp. 1.692-1.694; A. L. Perry *et al.*, «Climate Change and Distribution Shifts in Marine Fishes», *Science* 308 (2005), pp. 1.912-1.915; N. S. Morozov, «Changes in the Timing of Migration and Winter Records of the Common Buzzard (*Buteo buteo*) in the Central Part of European Russia: The Effect of Global Warming?», *Zoologichesky Zhurnal* 86, n.º 11 (2007), pp. 1.336-1.355; G. Jansson y A. Pehrson, «The Recent Expansion of the Brown Hare (*Lepus europaeus*) in Sweden with Possible Implications to the Mountain Hare (*L. timidus*)», *European Journal of Wildlife Research* 53 (2007), pp. 125-130; N. H. Ogden, «Climate Change and the Potential for Range Expansion of the Lyme Disease Vector *Ixodes scapularis* in Canada», *International Journal for Parasitology* 36, n.º 1 (2006), pp. 63-70; S. Sharma *et al.*, «Will Northern Fish Populations Be in Hot Water Because of Climate Change?», *Global Change Biology* 13 (2007), pp. 2.052-2.064, y S. Jarema *et al.*, «Variation in Abundance across a Species' Range Predicts Climate Change Responses in the Range Interior Will Exceed Those at the Edge: A Case Study with North American Beaver», *Global Change Biology* 15 (2009), pp. 508-522.

29. Viñetas y libros infantiles en los que se ve a pingüinos y osos polares coexistiendo perpetúan un extendido mito relativo a su distribución geográfica. Los osos polares se encuentran solo muy al norte del hemisferio boreal, y los pingüinos solo en el austral. A diferencia del Ártico, con sus osos, zorros y seres humanos, no hay predadores radicados en tierra en la Antártida. Esa es la razón de que pingüinos y elefantes marinos no tengan miedo de las personas, y las focas oceladas sí.



30. Estos hechos sucedieron en 2004. S. C. Amstrup *et al.*, «Recent Observations of Intraspecific Predation and Cannibalism among Polar Bears in the Southern Beaufort Sea», *Polar Biology* 29 (2006), pp. 997-1.002. Una mayor interacción de los osos polares con los asentamientos humanos se describe en I. Stirling, Parkinson, «Possible Effects of Climate Warming on Selected Populations of Polar Bears (*Ursus maritimus*) in the Canadian Arctic», *Arctic* 59, n.º 3 (2006), pp. 261-275; también E. V. Regehr *et al.*, «Effects of Earlier Sea Ice Breakup on Survival and Population Size of Polar Bears in Western Hudson Bay», *Journal of Wildlife Management* 71 (2007), pp. 2.673-2.683. Para más información sobre el previsto declive futuro de los hábitats de los osos en el hielo marino, véase G. M. Durner *et al.*, «Predicting 21st-Century Polar Bear Habitat Distribution from Global Climate Models», *Ecological Monographs* 79, n.º 1 (2009), pp. 25-58.

31. S.C. Amstrup *et al.*, *Forecasting the Range-wide Status of Polar Bears at Selected Times in the 21st Century: Administrative Report to Support U. S. Fish and Wildlife Service Polar Bear Listing Decision*, Departamento de Interior de Estados Unidos/Servicio Geológico de Estados Unidos, Reston, Virginia, 2007, 126 pp.

32. C. D. Thomas *et al.*, «Extinction Risk from Climate Change», *Nature* 427 (2004), pp. 145-148. El *AR4* del IPCC calcula análogamente una extinción de un 20-30 por ciento de las especies si la temperatura mundial sube 1,5°-2,5°C.

33. Por ejemplo, desde principios del siglo XX el oeste de Estados Unidos ha perdido un 73 por ciento de la superficie cubierta por tundra alpina. H. F. Diaz *et al.*, «Disappearing “Alpine Tundra” Koppen Climatic Type in the Western United States», *Geophysical Research Letters* 34, n.º 18 (2007): L18707. Conforme a la situación posible A2 de emisiones, que cae en el extremo alto, se prevé que un 12-39 por ciento y un 10-48 por ciento de la superficie terrestre de la Tierra experimentará climas inéditos o en trance de desaparecer, respectivamente, en 2100; las previsiones correspondientes para la situación posible B1, que cae en el extremo de las emisiones bajas, son de un 4-20 por ciento y un 4-20 por ciento. J. W Williams *et al.*, «Projected Distributions of Novel and Disappearing Climates by 2100 A.D.», *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, n.º 14 (2007), pp. 5.738-5.742.

34. Obsérvese que he dicho «menos alterados», no que no estén alterados. El mito de un Norte intacto se pone en entredicho en el capítulo 7.

35. Más precisamente, hasta el 44 por ciento de las especies de plantas vasculares y el 35 por ciento de las especies de los cuatro grupos de vertebrados. N. Myers *et al.*, «Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities», *Nature* 403 (2000), pp. 853-858, DOI:10.1038/35002501. Siete millones es una estimación conservadora y se refiere a las eucariotas, es decir, a las especies a las que en general se reconoce como plantas y animales, pero se excluyen los otros tipos de seres vivos, como las bacterias.

36. A causa de las crecientes perturbaciones que los bosques sufren por las plagas de insectos y los incendios, por ejemplo: Gillett *et al.*, «Detecting the Effect of Climate Change on Canadian Forest Fires», *Geophysical Research Letters* 31 (2004), L18211; E. S. Kasischke y M. R. Turetsky, «Recent Changes in the Fire Regime across the North American Boreal Region – Spatial and Temporal Patterns of Burning across Canada and Alaska», *Geophysical Research Letters* 33 (2006), L09703.

37. Entrevistas personales con Ron Brower, de Barrow, Alaska, 9 de agosto de 2006; alcaldesa E. Sheutiapik, de Iqualuit, Nunavut, 5 de agosto de 2007, y alcalde E. Kavo y J. Meeko, de Sanikiluaq, Nunavut, 7 de agosto de 2007.



38. Entrevista personal con Ron Brower, Barrow, Alaska, 9 de agosto de 2006.

39. Sacado de J. Painter, «Greenland Sees Bright Side of Warming», BBC News, 14 de septiembre de 2007; C. Woodward, «Global Warming Is a Boon for Farmers and Fishermen but a Hardship for Ice-Dependent Inuit», *Christian Science Monitor*, 1 de octubre de 2007, y «Greenlandic Super Potatoes», *The Copenhagen Post*, 18 de mayo de 2009.

40. Taller sobre la Conservación de los Recursos Genéticos de los Cultivos ante el Cambio Climático, Bellagio, Italia, 3-6 de septiembre de 2007.

41. Más en concreto, el trigo del sur de Asia, el arroz del sudeste de Asia y el maíz del sur de África. La redacción de *Science* también debió de quedarse impresionada, ya que la investigación apareció allí cinco meses después. D. B. Lobell, M. B. Burke *et al.*, «Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030», *Science* 319 (2008), pp. 607-610.

42. W. Schlenker y D. B. Lobell, «Robust Negative Impacts of Climate Change on African Agriculture», *Environmental Research Letters* 5 (2009), DOI:10.1088/1748-9326/5/1/014010.

43. D. S. Battisti y R. L. Naylor, «Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat», *Science* 323 (2009), pp. 240244.

44. El experimento suponía que el CO<sub>2</sub> atmosférico se duplicaba. R. M. Adams *et al.*, «Global Climate Change and U.S. Agriculture», *Nature* 345 (1990), pp. 219-224.

45. Por ejemplo, J. E. Olesen y M. Bindi, «Consequences of Climate Change for European Agricultural Productivity, Land Use and Policy», *European Journal of Agronomy* 16 (2002), pp. 239-262. G. Maracchi, O. Sirotenko y M. Bindi, «Impacts of Present and Future Climate Variability on Agriculture and Forestry in the Temperate Regions: Europe», *Climatic Change* 70 (2005), pp. 117-135, y N. Dronin y A. Kirilenko, «Climate Change and Food Stress in Russia:What If the Market Transforms as It Did during the Past Century?», *Climatic Change* 86 (2008), pp. 123-150.



46. No se trata solo de la temperatura y de la lluvia. Una cuestión clave es el llamado «efecto de fertilización del CO<sub>2</sub>». A las plantas les gusta el CO<sub>2</sub>; por lo tanto, que haya más en el aire tiende a incrementar el rendimiento de los cultivos. La mayoría de los modelos agroclimáticos incorporan voluminosos beneficios derivados de ese fenómeno; se basan para ello en antiguos experimentos sobre los gases de efecto invernadero que se hicieron en cámaras cerradas. Así, gracias a ese esperado efecto fertilizante de unos niveles altos de CO<sub>2</sub>, los modelos compensan buena parte de los daños causados por el calor del verano y la sequía. Sin embargo, experimentos más realistas efectuados al aire libre, que se valieron de sopladores sobre cultivos de verdad, muestran un beneficio de esa fertilización mucho menor. Da a entender que los modelos quizá se estén quedando muy cortos en las consecuencias negativas del cambio climático en la producción mundial de alimentos. S.P. Long *et al.*, «Food for Thought: Lower-than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO<sub>2</sub> Concentrations», *Science* 312 (2006), pp. 1.918-1.921.

47. Por ejemplo, una disminución de las cosechas al duplicarse los episodios de tiempo meteorológico extremo en la década de 2020. J. Alcamo *et al.*, «A New Assessment of Climate Change Impacts on Food Production Shortfalls and Water Availability in Russia», *Global Environmental Change* 17 (2007), pp. 429-444.

48. Por ejemplo, se predice que en Rusia el oeste de Siberia, el este de Siberia y las regiones del noroeste, el norte y el extremo oriente experimentarán una mejora de la productividad de los cereales y de la patata en la década de 2020, pero se prevé que la región central, el Chernozem central, el norte del Cáucaso y las regiones de Volga-Viatka y Volga decaerán. A. P. Kirilenko *et al.*, «Modeling the Impact of Climate Changes on Agriculture in Russia», *Doklady Earth Sciences* 397, n.º 5 (2004), pp. 682-685 (traducido del ruso).

## 6. PON UNA LUZ SI VIENEN POR TIERRA, PON DOS SI VIENEN POR MAR

1. T. Parfitt, «Russia's Polar Hero», *Science* 324, n.º 5.933 (2009), pp. 1.382-1.384. Véase también «Artur Chilingárov: Russia's Arctic Explorer», *The Moscow News*, 17 de julio de 2008.

2. Tom Casey, uno de los portavoces del Departamento de Estado de Estados Unidos, dijo: «No sé muy bien si han puesto una bandera metálica, una bandera de goma o una sábana en el fondo del océano. Sea lo que sea, no tiene la menor validez legal». «Russian Subs Seek Glory at North Pole», *USA Today*, 2 de agosto de 2007. Véase también «Russia Plants Flag on North Pole Seabed», *The Guardian*, Reino Unido; «Russia Plants Flag under N Pole», BBC News; «Russia Plants Underwater Flag at North Pole», *The New York Times*; «Russia to Claim Energy Wealth beneath Arctic Ocean», *Pravda*, y muchos otros (siempre del 2 de agosto de 2007).

3. ArcticNet es un consorcio para la investigación científica financiado por el gobierno canadiense que coordina grandes proyectos en el Ártico, entre ellos la expedición del CCGS (barco de la guardia costera canadiense) *Amundsen*, <http://www.arcticnet.ulaval.ca/>.

4. El Año Polar Internacional de 2007-2009 ([www.ipy.org](http://www.ipy.org)) fue un programa científico internacional centrado en el Ártico y en el Antártico que duró de marzo de 2007 a marzo de 2009. Comprendió más de doscientos proyectos y participaron sesenta países y miles de científicos. En realidad fue el cuarto Año Polar; los anteriores se celebraron en 1882-1883, 1932-1933 y 1957-1958.

5. 2007 fue el asombroso año récord en el que a finales del verano desapareció casi el 40 por ciento del hielo marino. Véase el capítulo 5.



6. «A Mad Scramble for the Shrinking Arctic», *The New York Times*, 10 de septiembre de 2008.

7. En 2008 se expidió a Europa un cargamento de prueba de esa mena tan pura desde la mina Baffinland en el río Mary. P. 77, *Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report*, Arctic Council, abril de 2009, 190 pp.

8. «Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle», Servicio Geológico de Estados Unidos, datos digitales y ficha técnica USGS 2008-3049, 2008, y D. L. Gautier *et al.*, «Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic», *Science* 324 (2009), pp. 1.175-1.179.

9. S. G. Borgerson, «Arctic Meltdown: The Economic and Security Implications of Global Warming», *Foreign Affairs*, marzo-abril de 2008.

10. S. G. Borgerson, «The Great Game Moves North», *Foreign Affairs*, 25 de marzo de 2009. Véanse también T. Halpin, «Russia Warns of War within a Decade over Arctic Oil and Gas Riches», *The Times*, 14 de mayo de 2009, y A. Doyle, «Arctic Nations Say No Cold War; Military Stirs», Reuters, 21 de junio de 2009.

11. M. Galeotti, «Cold Calling – Competition Heats Up for Arctic Resources», *Jane's Intelligence Review*, 23 de septiembre de 2008.

12. R. Huebert, «In the Grip of Climate Change: The Circumpolar Dimension», ponencia n.º 1, 2030 NORTH, Congreso Nacional de Planificación, Ottawa, 1-14 de junio de 2009.

13. Canadá mantiene que el «Paso del Noroeste» (en realidad contiene varias rutas posibles) constituye una vía naval nacional, mientras que Estados Unidos, Rusia y la Unión Europea lo consideran un estrecho internacional. En el presente, la política tácita entre Estados Unidos y Canadá es estar de acuerdo en que no lo están en lo que se refiere a esa cuestión.



14. El avión ruso se acercó al espacio aéreo canadiense, pero no entró en él. B. Smith-Windsor, «The Perils of Sexing Up Arctic Security», *Toronto Star*, 26 de junio de 2009. Véanse también «Two Russian Bombers Fly over Icelandic Airspace», <http://www.icenews.is/index.php/2009/08/10/two-russian-bombers-fly-over-icelandic-airspace/>; *IceNews*, 10 de agosto de 2009; y otros.

15. Buena parte de este párrafo y del siguiente bebe de la obra de Rob Huebert, de la Universidad de Calgary, «In the Grip of Climate Change: The Circumpolar Dimension», ponencia n.º 1, 2030 NORTH: Congreso Nacional de Planificación, Ottawa, 1-4 de junio de 2009, y Facultad de Política Pública, Universidad de Calgary, «United States Arctic Policy: The Reluctant Arctic Power», *SPP Briefing Papers* 2, n.º 2 (mayo de 2009), 27 pp.

16. R. Huebert, «United States Arctic Policy: The Reluctant Arctic Power», *SPP Briefing Papers* 2, n.º 2 (mayo de 2009), 27 pp.

17. Doctor capitán L. W Brigham, comunicación personal, 2 de junio de 2009.

18. Se dijo que se trataba de un «ejercicio en el hielo» para 2009 con submarinos de ataque. R. Huebert, «In the Grip of Climate Change: The Circumpolar Dimension», ponencia n.º 1, 2030 NORTH, Congreso Nacional de Planificación, Ottawa, 1-4 de junio de 2009, p. 18.

19. Esta directiva de 2009 presenta cuatro cambios para justificar el de la política ártica de Estados Unidos, a saber, «(1) políticas nacionales de seguridad y defensa del propio territorio modificadas; (2) los efectos del cambio climático y de la mayor actividad humana en la región ártica; (3) el establecimiento del Consejo Ártico y sus labores en marcha, y (4) una conciencia creciente de que la región ártica es a la vez frágil y rica en recursos naturales». Casa Blanca de Estados Unidos, Oficina del secretario de Prensa, Directiva Presidencial de Seguridad Nacional/NSPD 66, Directiva Presidencial de Seguridad Interior/HSPD 25, Washington, D.C. , 9 de enero de 2009, [http://media.adn.com/smedia/2009/01/12/15/2008arctic.dir\\_rel.source\\_prod\\_affiliate.7.pdf](http://media.adn.com/smedia/2009/01/12/15/2008arctic.dir_rel.source_prod_affiliate.7.pdf).

20. Entrevista personal con R. Huebert, Ottawa, 3 de junio de 2009.

21. M. Gorbachov, «The Speech in Murmansk at the Ceremonial Meeting on the Occasion of the Presentation of the Order of Lenin and the Gold Star Medal to the City of Murmansk», 1 de octubre de 1987 (agencia de prensa Novosti: Moscú, 1987), [http://www.barentsinfo.fi/docs/Gorbachev\\_speech.pdf](http://www.barentsinfo.fi/docs/Gorbachev_speech.pdf). Véase también K. Åtland y Mijaíl Gorbachov, «The Murmansk Initiative, and the Desecuritization of Interstate Relations in the Arctic», *Cooperation and Conflict* 43, n.º 3 (2008), pp. 289-311, DOI:10.1177/0010836708092838.



22. Esta ayuda se hacía a menudo directamente entre la gente de base. Por ejemplo, al conseguir fondos de investigación para realizar un trabajo de campo en Siberia, pude contratar, en ese tiempo tan difícil, a científicos rusos y gente de la zona para el apoyo logístico y la colaboración científica que necesitaba.

23. La Estrategia de Protección Medioambiental del Ártico (AEPS), suscrita el 14 de junio de 1991 en Rovaniemi, es un acuerdo multilateral no vinculante firmado por Canadá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y Estados Unidos, con la participación de la Conferencia Circumpolar Inuit, el Consejo Nórdico Sámi, la Asociación de Pequeños Pueblos del Norte de la Unión Soviética, la República Federal de Alemania, Polonia, el Reino Unido, la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas y el Comité Científico Internacional del Ártico. Véase [http://arcticcouncil.org/filearchive/arctic\\_environment.pdf](http://arcticcouncil.org/filearchive/arctic_environment.pdf).

24. El Consejo Ártico es un foro intergubernamental constituido en 1996 «para proporcionar un medio que promueva la cooperación, la coordinación y la interacción entre los estados árticos, con la participación de las comunidades indígenas árticas y de otros habitantes del Ártico en asuntos árticos que les son comunes, en particular los relativos al desarrollo sostenible y a la protección del medio ambiente» (<http://arctic-council.org>). Los «estados miembros» son los ocho países del Ártico: Canadá, Estados Unidos, Dinamarca/Groenlandia/islas Feroe, Islandia, Noruega, Suecia, Finlandia y Rusia; a otras categorías pertenecen la formada por los seis grupos aborígenes «participantes permanentes» y la de los estados observadores que no son árticos, como el Reino Unido, España, China, Italia, Polonia y Corea del Sur. El Consejo Ártico se centra en cuestiones relativas a la protección medioambiental y el desarrollo sostenible; está terminantemente prohibido que se implique en cuestiones de seguridad o territoriales. No obstante, en 2010, era el principal organismo político «ártico».

25. Al final del milenio, antes incluso de la conmoción del 11 de septiembre, las cosas habían ido poniéndose más tensas. Se estaba empezando a pensar en la perspectiva de nuevas oportunidades económicas, para la prospección de yacimientos de petróleo y de gas, para el transporte por mar y para la pesca, que la reducción en verano del hielo marino ártico posibilitaba. Bajo el gobierno de Putin, Rusia volvió a dar medios económicos a sus propios científicos, a la vez que enrollaba la alfombra de bienvenida de los científicos occidentales. Se nos informó, a mí y a dos estudiantes de doctorado, de que ya no se nos permitía hacer trabajos de campo ni siquiera aunque nos acompañasen colegas rusos. Hicimos el petate y nos marchamos.

26. *ACIA, Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2005, 1.042 pp. Se puede descargar gratuitamente de <http://www.acia.uaf.edu>.

27. *AMSA, Arctic Marine Shipping Assessment, 2009 Report*, Consejo Ártico, abril de 2009, 190 pp.

28. Estas cuestiones están expresamente excluidas de las potestades del Consejo Ártico. Si no, Estados Unidos no habría apoyado su creación. Quizá no sorprenda: pocas superpotencias cederían, si es que pudiese haber alguna que lo hiciera, la discusión de los asuntos militares a un foro intergubernamental. En las esferas políticas más elevadas, el apoyo de Estados Unidos al Consejo Ártico ha sido siempre a regañadientes, al contrario que en esferas inferiores y entre los científicos, donde el apoyo estadounidense es fuerte.

29. J. Broadus y R. Vartanov, *Environmental Security: Shared U.S. and Russian Perspectives*, Woods Hole Oceanographic Institute, Woods Hole, Massachusetts, 2002, pp. 60-61.



30. La disputa entre Estados Unidos y Canadá deriva de las interpretaciones diferentes de un tratado de 1825 entre Gran Bretaña y Rusia. Sin embargo, Noruega y Rusia anunciaron la resolución de su disputa, que se remontaba ya a hacía décadas, en abril de 2010. W. Gibbs, «Russia and Norway Reach Accord on Barents Sea», *The New York Times*, 27 de abril de 2010; «Norway, Russia Strike Deal to Divide Arctic Undersea Territory», *The Moscow Times*, 27 de abril de 2010, y «Thaw in the Arctic», *Financial Times*, 29 de abril de 2010.

31. Comisión de las Naciones Unidas para los Límites de la Plataforma Continental (CLCS). La ampliación se refiere solo al fondo marino, o «Plataforma Continental Ampliada», que amplía la zona económica exclusiva ordinaria hasta las 350 millas náuticas. A diferencia de la zona económica exclusiva, no incluye el control sobre la pesca pelágica.

32. Suecia y Finlandia no tienen costas que den al océano Ártico. Estados Unidos no podrá presentar una reivindicación territorial conforme al artículo 76 mientras no ratifique CONVEMAR. Sin embargo, actúa como si ya lo hubiese ratificado y está efectuando las investigaciones necesarias para presentar una reclamación conforme al artículo 76. Estados Unidos presta su asistencia también a otros países, especialmente a Canadá, para que recojan los datos científicos requeridos para sus reivindicaciones.

33. La resolución de la reivindicación territorial noruega conforme al artículo 76 no fue perfecta. La Comisión para los Límites de la Plataforma Continental concluyó que tanto Rusia como Noruega podían reclamar legítimamente la zona del mar de Barents donde sus reivindicaciones territoriales se solapaban. Para zanjar la cuestión, los dos países tenían que alcanzar sus propios acuerdos. «UN Backs Norway Claim to Arctic Seabed Extension», *Ottawa Citizen*, 15 de abril de 2009. Así lo hicieron en abril de 2010; véase la nota 30 de este capítulo.

34. La llamada «Declaración de Ilulissat» se hizo pública el 28 de mayo de 2008. Dinamarca invitó a Canadá, Noruega, Rusia y Estados Unidos a Ilulissat, Groenlandia, para redactar esa expresión de la solidaridad entre tales países y su compromiso con el marco legal existente, es decir, con CONVEMAR. Se suele interpretar como un mensaje a otras entidades —como la Unión Europea, que ha estado publicando sus propios documentos con propuestas de compartir la gobernación del océano Ártico— para que no se inmiscuyan. De la reunión de Ilulissat se excluyó hasta a los otros países árticos como Suecia, Finlandia e Islandia, y a las organizaciones aborígenes. Véase [http://www.oceanlaw.org/downloads/arctic/Ilulissat\\_Declaration.pdf](http://www.oceanlaw.org/downloads/arctic/Ilulissat_Declaration.pdf).

35. D. L. Gautier *et al.*, «Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic», *Science* 324 (2009), pp. 1.175-1.179.

36. La frontera actual entre Canadá y Dinamarca atraviesa la dorsal de Lomonósov, así que ambos países tienen la posibilidad de demostrar que es una extensión geológica de sus plataformas continentales.

37. La ruta del Paso del Nordeste ofrece una reducción de entre un 35 y un 60 por ciento de la distancia entre Europa y Extremo Oriente. Ir de Yokohama a Rotterdam por el océano Ártico supondría recorrer 6.500 millas náuticas, por 11.200 si se hace por el canal de Suez.



38. El «hielo multianual» es hielo marino que sobrevive más de un verano; puede hacerse bastante más grueso y duro que el «hielo de primer año», que por lo normal solo tiene un grosor de uno o dos metros. A los rompehielos y barcos reforzados les es más fácil surcar el hielo de primer año que el multianual.

39. El rompehielos nuclear ruso más reciente, el mayor del mundo, se llama *50 Años de la Victoria*. A. Revkin, «A Push to Increase Icebreakers in the Arctic», *The New York Times*, 16 de agosto de 2008.

40. *AMSA 2009*, tabla 5.2, p. 79.

41. *AMSA 2009*, p. 72. La cifra de «seis mil» incluye las embarcaciones que viajan por la ruta del Gran Círculo del Pacífico Norte entre Asia y Norteamérica, pasando por la cadena de las islas Aleutianas, que Estados Unidos incluye en el «Ártico».

42. Adaptado de los mapas 5.5 y 5.6, *AMSA 2009*, p. 85.

43. Entrevista personal con J. Marshall, vicepresidente de Northern Transportation Co. Ltd., y Hay River, Territorios del Noroeste, 6 de julio de 2007. Más información sobre esta antigua compañía, ahora de propiedad aborigen, en <http://www.ntcl.com/>.

44. Entrevista personal con el presidente de ConocoPhillips en Rusia, Don Walette, 22 de enero de 2007, Tromsø.

45. Como el hielo es dulce y el agua de mar salada, se forman bolsas de salmuera muy salada dentro del hielo marino en cuanto este empieza a congelarse. A medida que el hielo va desarrollándose a lo largo de varios inviernos, las bolsas de salmuera se secan y el hielo se engruesa, con lo que su resistencia y dureza aumentan.



46. El hielo marino, incluso el de primer año, siempre es peligroso y siempre será un factor limitante en el océano Ártico.

47. Los barcos han de tener cascos reforzados y motores potentes y cumplir otros requisitos para que puedan actuar con seguridad en el hielo marino. La clase polar de un barco indica las condiciones en que es admisible que navegue (en verano o todo el año, hielo de primer año o multianual, etcétera). La Organización Marítima Internacional establece los requisitos de diseño de una clase polar dada, y la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación define una serie de categorías. Cuanto más alta sea la clase polar, más caro resulta construir el barco.

48. Los barcos de las flotas del mundo se mueven de ordinario a una velocidad de entre quince y veinte nudos o más. Un rompehielos ruso puede romper el hielo a velocidades de hasta doce o quince nudos, pero el peligro de sufrir desperfectos es entonces mayor. De seis a diez nudos es lo más habitual en el hielo. Comunicación personal del capitán Lawson Brigham, 25 de noviembre de 2009.

49. Canadá y Rusia mantienen que esos pasos son aguas nacionales que caen bajo su control; Estados Unidos y otros países mantienen que son estrechos internacionales y que, por lo tanto, se pueden cruzar sin que medien declaraciones o permisos. Estos y otros impedimentos que padece el tráfico naval transnacional que tampoco son triviales se describen en la *Evaluación del Transporte Marítimo en el Ártico de 2009 (AMSA 2009)*.

50. Supongo que algún día habrá más, quizá en 2100 o 2150, si la globalización no se ha convertido en un montón de feudos, así como nuevas y boyantes ciudades portuarias en el Ártico. La geografía de la distancia, junto con la progresiva reducción del hielo marino que nos espera, es demasiado atractiva. Pero no habrá ocurrido para 2050, la época a que se refiere el experimento mental que se efectúa en este libro.

51. Alrededor de 1,2 millones de pasajeros se embarcaron en 2004 en cruceros cuyo destino era la región; tres años después, el número se había duplicado con creces. En 2008 se programó el atraque de unos 375 cruceros solo en los puertos de Groenlandia (*AMSA 2009*, p. 79).

52. Entrevistas personales con Mike Spence, alcalde de Churchill, 28 de junio de 2007, y L. Fetterly, director general de Hudson Bay Port Co. (propiedad de OmniTRAX), 30 de junio de 2007. Parece que hay un poderoso grupo de presión que intenta que el grano canadiense circule de este a oeste por la conexión ferroviaria nacionalizada, más larga, con Thunder Bay en vez de por la de Churchill —más corta, de propiedad privada— de norte a sur.

53. El permafrost está además cubierto por inmensas placas lenticulares de hielo, que ocupan menos volumen y pueden drenarse por completo si se derriten. De esta forma se crean las condiciones para que el suelo adopte algunas conformaciones extrañas al deshelarse. Los árboles parecen borrachos: se inclinan y caen. Aparecen unas concavidades que tienen una forma rara —el «termokarst»—, que se llenan de agua, y otros fenómenos raros.



54. Las temperaturas que se le miden con perforaciones al permafrost están subiendo, por lo general, en todas las partes de las latitudes norte altas, pero en grado variable según la profundidad y la localización. En Alaska se ha calentado hasta 3 °C desde la década de 1980, pero el intervalo más común es 0,5 °C-2 °C. Para un resumen de los cambios de temperatura del permafrost observados, véase la tabla 6.8 y el comentario que la acompaña en las pp. 210-213, *ACIA* (2005).

55. La presencia de permafrost contribuye a que el agua permanezca cerca de la superficie del suelo. L. C. Smith, Y. Sheng, G. M. MacDonald y L. D. Hinzman, «Disappearing Arctic Lakes», *Science* 308 (2005), p. 1.429.

56. Al norte de los 45° de latitud norte, el determinante más importante de la abundancia de lagos es la historia de la glaciación; tras ella viene la presencia o ausencia del permafrost. Los paisajes que experimentaron la glaciación tienen en promedio el cuádruple de lagos que los que no la sufrieron; el permafrost más o menos duplica el número de lagos. Basándome en los análisis del sistema de información geográfica de la distribución de lagos en el hemisferio norte, calculo que en un mundo sin permafrost el número de lagos conocidos, cartografiados, al norte de los 45° de latitud norte se reduciría de unos 192.000 a 103.000 (un 46 por ciento menos), y el área total inundada, de unos 560.000 kilómetros cuadrados a 325.000 (un 42 por ciento menos). Sin embargo, esta es una posibilidad extrema. Para 2050 es más realista pensar en una reducción general de los lagos conocidos a 155.000 (un 15 por ciento menos) y 476.000 kilómetros cuadrados (un 15 por ciento menos), respectivamente. Estos números se quedan cortos, ya que el verdadero número de lagos árticos (es decir, sin cartografiar) es de millones. L. C. Smith, Y. Sheng y G. M. MacDonald, «A First Pan-Arctic Assessment of the Influence of Glaciation, Permafrost, Topography and Peatlands on Northern Lake Distribution», *Permafrost and Periglacial Processes* 18 (2007), pp. 201-208, DOI:10.1002/ppp.581.

57. El llamado permafrost «continuo» decaerá aún más, entre un 19 y un 53 por ciento. Las predicciones para 2050 son las de los modelos climáticos CGCM2, ECHAM4/OPYC3, GFDL-R30, HadCM3 y CSM, *ACIA* (2005), tabla 6.9. La profundidad estacional del deshielo es la profundidad de la capa activa de la superficie del suelo, que se deshiela en verano y vuelve a congelarse en invierno. La profundidad típica de una capa activa es de diez a cien centímetros.

58. El porcentaje de edificios peligrosos en pueblos grandes y ciudades va del 22 por ciento en Tiksi al 80 en Vorkuta, con un 55 por ciento en Magadán, un 60 en Chita, un 35 en Dudinka, un 10 en Norilsk, un 50 en Pevek, un 50 en Amderma, y un 35 en Dikson. En la línea férrea principal Baikal-Amur, a principios de la década de 1990 el 10-16 por ciento del balastro dispuesto sobre permafrost estaba deformado por este, y en 1998 ya era un 46 por ciento. *ACIA* (2005), pp. 935-936.

59. Este mapa se ha confeccionado con varios tipos de datos. El modelo de la capacidad del permafrost de soportar carga (los grises) es muy nuevo; de él tratará la tesis doctoral de Dmitri Streletski, Universidad de Delaware. El permafrost se calienta al subir la temperatura del aire, al haber una capa de nieve invernal más gruesa o al ocurrir ambas cosas (una nieve más profunda aísla el suelo). En general, un permafrost más caliente significa una menor capacidad de soportar carga, pero otros factores, como la geología, el contenido de hielo y las propiedades térmicas, también son importantes. Se han incorporado recientemente estos procesos al modelo semiempírico de Streletski, conforme a las previsiones del modelo NCAR CCSM3 de la temperatura superficial y la profundidad de la nieve, promediadas a lo largo de los períodos 2000-2014 y 2045-2059, tomando como premisa la situación posible de emisiones A1B del *SRES*. El mapa muestra los cambios previstos entre esos dos períodos. Una «pérdida severa» es una pérdida de resistencia de más de un 50 por ciento, una «moderada», de un 25-50 por ciento, y una «leve», de menos de un 25 por ciento. Las zonas rayadas se refieren al encarecimiento de los viajes a causa de que las carreteras de invierno resulten menos adecuadas; trabajo realizado en la UCLA por mi alumno de doctorado Scott Stephenson. Las carreteras de invierno solo se pueden usar para el transporte cuando el clima ofrece unas condiciones adecuadas para su construcción y uso. La adecuación de las carreteras de invierno está muy correlacionada con el índice de congelación, que es una función de la temperatura. Una zona se clasifica como adecuada para el uso de las carreteras de invierno si la temperatura media es de 0 °C o menos, y la profundidad de la congelación, de más de 20 centímetros. A ríos y lagos se los clasifica como adecuados si en ellos la profundidad de la congelación es de al menos 23 centímetros. Las pérdidas de adecuación se acumulan de noviembre a marzo. De nuevo, las previsiones de NCAR CCSM3 de la temperatura de la superficie se promedian a lo largo de dos períodos de quince años, 2000-2014 y 2045-2059, tomando como premisa una situación posible de emisiones A1B del *SRES*. El mapa muestra el cambio que se prevé que habrá entre esos dos períodos de tiempo en la superficie de las zonas adecuadas. Obsérvese que este mapa no exige que las carreteras de invierno se estén usando realmente en esas zonas; lo que mide es el grado en que el clima es adecuado para su uso potencial.

60. Entrevista personal con D. Augur, viceministro ayudante del Departamento de Transportes de los Territorios del Noroeste, Yellowknife, 9 de julio de 2007. En promedio, construir una carretera permanente cuesta 0,5-1,0 millones de dólares por kilómetro, mientras que una de invierno cuesta 1.300 millones de dólares por kilómetro.

61. La Tibbitt-Contwoyto se atasca con camiones pesados durante su breve temporada operativa. En 2007 absorbió once mil trayectos de carga en solo setenta y dos días. D. Hayley y S. Proskin, «Managing the Safety of Ice Covers Used for Transportation in an Environment of Climate Warming», Cuarto Congreso Canadiense de Geopeligros, 20-24 de mayo de 2008, Ciudad de Quebec, Canadá.



62. En términos geológicos, una chimenea de kimberlita. Los diamantes se forman bajo presiones extremas en las profundidades de la corteza terrestre, pero a veces se encuentran en chimeneas de kimberlita, estrechos conductos de roca ígnea que pueden llegar hasta la superficie. En los Territorios del Noroeste las kimberlitas se hallan a veces bajo los lagos porque son más blandas que las rocas graníticas que las rodean, con lo que se convierten en depresiones erosionadas que se rellenan de agua.

63. Entrevista personal con Tom Hofer, director de asuntos externos e internos de Diavik Diamond Mines, Inc., Yellowknife, Territorios del Noroeste, 9 de julio de 2007.

64. Entrevista personal con Jeremy Beal, ingeniero forestal de división de Tolko Industries Ltd., High Level, Alberta, 4 de junio de 2007.

65. Sorprende lo pequeño que es el impacto medioambiental de las carreteras de invierno, cuando se construyen y usan de modo apropiado, si se comparan con otros tipos de carretera, especialmente sobre lagos y humedales. Véase S. Guyer y B. Keating, «The Impact of Ice Roads and Ice Pads on Tundra Ecosystems», Reserva Nacional del Petróleo-Alaska, Oficina de Gestión de la Tierra de Estados Unidos, BLM-Alaska Open File Report 98 (abril de 2005), 57 pp.

66. L. D. Hinzman *et al.*, «Evidence and Implications of Recent Climate Change in Northern Alaska and Other Arctic Regions», *Climatic Change* 72 (2005), pp. 251-298.

67. Una de las formas de mitigar el efecto del calentamiento global sería desplegar barredoras que limpasen de nieve la carretera planeada, lo que reduciría su capacidad de aislar el suelo.

68. Está pendiente de aprobación una propuesta de construir una carretera portuaria desde Bathurst Inlet que ayude a las minas de diamantes a compensar el declive de la carretera de hielo Tibbitt-Contwoyto y a emprender otras actividades mineras en la zona; está presupuestada en 270 millones de dólares. G. Quenneville, «Bathurst Inlet Project Reconsidered», Northern News Services, 15 de junio de 2009.

## 7. LA TERCERA OLA

1. Claro está, en cuanto al puro número, la mayor parte del aumento en Estados Unidos será en los estados del Sur. No obstante, Estados Unidos, aun en su conjunto, es un país del Cerco del Norte y la cifra de quince millones de habitantes más en los estados del Norte seguramente es conservadora. En Alaska viven hoy menos de un millón de personas, por ejemplo, pero es uno de los estados de Estados Unidos que crece más deprisa; se prevé que habrá crecido casi un 40 por ciento en 2030. Por el contrario, se prevé que Nueva York crecerá menos de un 3 por ciento. Oficina del Censo de Estados Unidos, División de Población, previsiones provisionales de la población, 2005, [www.census.gov/population/www/projections/projectionsagesex.html](http://www.census.gov/population/www/projections/projectionsagesex.html). Tabla de datos de la División de Población de las Naciones Unidas: revisión de 2008 de la base de datos de población (variante media), <http://esa.un.org/u/npp> (consultado el 26 de julio de 2009).



2. Este cálculo procede del análisis mediante el sistema de información geográfica del área terrestre del cuarto norte del planeta, es decir, entre las latitudes 45° y 90° norte. Bajo unos veintiún millones de kilómetros cuadrados hay alguna forma de permafrost. En la última era glacial dieciocho millones de kilómetros cuadrados sufrieron la glaciación, lo que ha dejado allí un paisaje suavizado (salvo en las cadenas montañosas) sobre el que hasta cierto punto es fácil moverse. Si se suman las zonas costeras y las tierras bajas (por tales se entenderá aquí, simplemente, aquellas cuya altura sea de trescientos metros sobre el nivel del mar o menos), porque son más cálidas y más accesibles que las tierras altas, se tienen unos veintisiete millones de kilómetros cuadrados, de los cuales trece millones se encuentran actualmente con alguna forma de permafrost. Si se restan las zonas de permafrost quedan unos catorce millones de kilómetros cuadrados de tierra de los que no cabe duda de que son habitables.

3. A diferencia de Norteamérica y del norte de Europa, en Eurasia no hubo en la última era glacial grandes extensiones cubiertas por el hielo. La mayor parte de la actual Rusia ha estado ocupada por seres humanos durante al menos los últimos cuarenta mil o cuarenta y cinco mil años, y quizá antes. Incluso en el alto Ártico, nuevos descubrimientos arqueológicos en Mamontovaya Kuria y el río Yana indican actividades humanas hace entre treinta mil y cuarenta mil años. Véanse Pavel Pavlov *et al.*, *Nature* 413 (6 de septiembre, 2001), pp. 64-67, y Richard Stone, *Science* 303 (2 de enero de 2004), p. 33.

4. Llevan el antiguo haplogrupo génico U, en especial el U5B1B1, el llamado «motivo sámi», presente hace cincuenta y cinco mil años en la península Ibérica, desde donde migraron al norte a finales de la era glacial. T. Lappalainen *et al.*, «Migration Waves to the Baltic Sea Region», *Annals of Human Genetics* 72 (2008), pp. 337-348.

5. La densidad media de la población en Canadá, China y la India es de 3, 141 y 369 personas por kilómetro cuadrado, respectivamente, lo que equivale a 33,4, 0,71 y 0,27 hectáreas de terreno por persona.

6. Tiene que ver con la rotación en el sentido del reloj que, por lo general, tienen los movimientos giratorios oceánicos en el hemisferio boreal. Esos movimientos transportan agua oceánica del sur a lo largo de los bordes occidentales de las cuencas atlántica y pacífica, y agua oceánica del norte hacia el sur a lo largo de los bordes orientales. También la circulación termohalina oceánica es vitalmente importante, como veremos enseguida. Finalmente, los vientos prevalecientes son del oeste en buena parte del hemisferio boreal; por lo tanto, la advección de aire templado oceánico sobre la tierra procede por lo general de oeste a este, no de este a oeste.

7. En el hemisferio norte. *Ibidem*.

8. Para más información sobre cómo influye la geografía física en los asentamientos humanos, véase Harm de Blij, *The Power of Place: Geography, Destiny, and Globalization's Rough Landscape*, Oxford University Press, Estados Unidos, 2008, 304 pp.

9. Se hizo dentro del Programa de Préstamo y Arriendo por el que Estados Unidos suministró cantidades enormes de material militar a sus aliados durante la guerra. P. 42, K. S. Coates y W. R. Morrison, *The Alaska Highway in World War II*, University of Oklahoma Press, Norman y Londres, 1992, 309 pp.



10. Sumándolo todo, Estados Unidos gastó al menos 4.000 millones de dólares (en dólares de 2009) en las obras. Los gastos de Estados Unidos de 1942 a 1945 fueron de unos 41 millones de dólares para aeródromos, 20 millones para la carretera temporal del principio, 133-144 millones para la carretera de Canol y el oleoducto, 131 millones para la carretera terminada; no hay datos para la carretera de Haines. K. S. Coates y W. R. Morrison, *The Alaska Highway in World War II*, University of Oklahoma Press, Norman y Londres, 1992, 309 pp.

11. Cuando ya era improbable una invasión japonesa, se sacó del noroeste de Canadá a los soldados y personal contratado de Estados Unidos y las infraestructuras recién construidas se entregaron, como se había prometido. Otras bases del Norte se retuvieron durante decenios; así, fue larga la presencia militar en Keflavík, que no se devolvió a Islandia hasta 2006. Sondre Stromfjord (ahora Kangerlussuaq) se devolvió a Groenlandia en 1992. La base aérea Thule es todavía estadounidense.

12. A. Applebaum, *GULAG: A History*, Penguin Books, Londres, 2003, 610 pp. (hay trad. cast.: *Gulag: historia de los campos de concentración soviéticos*, trad. de Magdalena Chocano, Debate, Barcelona, 2004). Muy recomendable.

13. El acrónimo GULAG o Gulag viene de Glávnoie Upravlenie Lagueréi, que significa Administración Superior de los Campos de Trabajo. Los campos de trabajo tenían antecedentes en la Rusia zarista que venían de lejos y Lenin los utilizó casi inmediatamente tras la Revolución rusa. Pero la ampliación del sistema de campos por Stalin en 1929 le confirió una dimensión y un significado económico nuevos. Para más información, véase A. I. Solzhenitsin, *The Gulag Archipelago 1918-1956*, Harper Collins, Nueva York, 1974, 660 pp. (hay trad. cast.: *Archipiélago Gulag*, traducción de Josep Güell, Tusquets, Barcelona, 2005, y traducción de L. R. Martínez [vol. 1] y Lucía Gabriel [vol. 2], Plaza & Janés, Barcelona, 1988); y A. Applebaum, *GULAG: A History*, Penguin Books, Londres, 2003, 610 pp. Véase también F. Hill y C. Gaddy, *The Siberian Curse*, Brookings Institution Press, Washington, D.C., 2003.

14. F. Hill y C. Gaddy, *ibidem*.

15. Tesis doctoral de T. Mijailova, «Essays on Russian Economic Geography: Measuring Spatial Inefficiency», Universidad del Estado de Pensilvania, Departamento de Economía, 2004. Véase también F. Hill y C. Gaddy, *ibidem*.

16. La evolución geológica y otros materiales de esta sección proceden de una entrevista personal con John D. Grace, de Earth Science Associates, Long Beach, California, realizada el 5 de junio de 2009, y de su soberbio libro *Russian Oil Supply: Performance and Prospects*, Oxford University Press, Nueva York, 2005, 288 pp.

17. Una razón fundamental de esto es el «descuento» económico del capital adelantado, por el cual el dinero se valora hoy más que mañana. Los beneficios que se espera que reporte en el futuro un proyecto propuesto se sopesan con los beneficios que se obtendrían si el coste inicial del proyecto se dedicase hoy a otra inversión que rinda intereses. Si el segundo número es mayor, no tiene sentido económico seguir adelante con el proyecto. Los grandes proyectos que ofrecen beneficios solo a muy largo plazo, como construir una red de autopistas o desarrollar el oeste de Siberia no son, pues, atractivos para el capital privado. El parámetro clave en esos conceptos es el «tipo de descuento», es decir, el tipo de interés. Cuanto mayor sea el tipo de descuento (cuanto mayor sea el tipo de interés ofrecido por inversiones alternativas), antes deberá completarse un proyecto para que tenga sentido. El descuento económico es importantísimo en la explotación de los recursos energéticos. Que un nuevo yacimiento de petróleo o de gas tarde cinco o siete años antes de que empiece a producir puede ser la diferencia entre que tenga sentido económico y que no lo tenga.



18. Dirigi un proyecto trianual —de 1998 a 2000— de la Fundación Nacional de Ciencias cuyo objeto era estudiar la dinámica del carbón de turbera en la llanura del oeste de Siberia. El propósito era extraer testigos de perforación a lo largo de la región; participaron decenas de científicos y estudiantes de doctorado rusos y estadounidenses, entre ellos Olga Borisova, Konstantine Kremenetski y Andréi Velichko, de la Academia Rusa de Ciencias, y David Beilman, Karen Frey, Glen MacDonald y Yongwei Sheng, de la UCLA. Para publicaciones y resultados, véase <http://lena.sscnet.ucla.edu>.

19. El Servicio Federal de Seguridad de la Federación Rusa es el sucesor del KGB soviético, el principal organismo de seguridad interior. Cuando los visitantes extranjeros llegan a una ciudad del oeste de Siberia deben registrarse, entrevistarse incluso con agentes en la ciudad de ese organismo y entregar los pasaportes en los hoteles. Hay ciudades que están completamente cerradas a los extranjeros.

20. Entre ellas, una oferta de 1.200 millones de dólares canadienses por los derechos de prospección de un área marina de 611.000 hectáreas, *AMSA 2009*, p. 77.

21. «Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle», datos digitales y ficha técnica del Servicio Geológico de Estados Unidos 2008-3049 (2008), D. L. Gautier *et al.*, «Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic», *Science* 324 (2009) pp. 1.175-1.179.

22. Más en concreto, las otras provincias geológicas que prometen ser petrolíferas son el Canning-Mackenzie (6.400 millones de barriles de petróleo), la cuenca del norte de Barents (5.000-3.000 millones), Yenisei-Jatanga (5.300 millones), el margen continental fallado del noroeste de Groenlandia (4.900 millones), la cuenca del sur de Danmarkshavn (4.400 millones) y la cuenca de sal del norte de Danmarkshavn (3.300 millones). Para el gas natural, son prometedoras la cuenca del sur de Barents (184 TCF —billones de pies cúbicos— o 5 billones de metros cúbicos), la cuenca del norte de Barents (117 TCF, o 3,3 billones de metro cúbicos) y de nuevo la plataforma de Alaska (122 TCF, o 3,5 billones de metros cúbicos). P. 1.178, D. L. Gautier *et al.*, *ibidem*.

23. Entrevista con Alexéi Varlámov, viceministro de Recursos Naturales de la Federación Rusa, Tromsø, 22 de enero de 2007.

24. En 2008, Rusia produjo 602.700 millones de metros cúbicos de gas natural y tenía 43,3 billones en reservas demostradas; ambas cifras son mayores que las de cualquier otro país. Rusia produjo una media de 9.886.000 barriles de petróleo al día; en eso la supera solo Arabia Saudí (10.846.000 barriles al día). *BP Statistical Review of World Energy June 2009*, disponible en [www.bp.com/statisticalreview](http://www.bp.com/statisticalreview).

25. Véase el capítulo 3.



26. J. D. Grace, *Russian Oil Supply: Performance and Prospects*, Oxford University Press, Nueva York, 2005, 288 pp.

27. Cuando alcanzaron el cenit de su producción, los yacimientos de gas gigantes Urengoi, Yambur y Medvezhie del oeste de Siberia producían casi 500.000 millones de metros cúbicos de gas natural al año; para 2030, la producción habrá decaído hasta quedar en 130.000 millones de metros cúbicos al año. E. N. Andreyeva y V. A. Kriukov, «The Russian Model – Merging Profit and Sustainability», pp. 240-287, en A. Mikkelsen y O. Lenghelle, eds., *Arctic Oil and Gas*, Routledge, Nueva York, 2008, 390 pp.

28. Gazprom empezó a tender el gasoducto a través del fondo de la bahía de Baidaratskaya en 2009; espera abrir el yacimiento de gas de Bovanenkovo a los mercados europeos en 2011. «Yamal Pipeline Laying Proceeds», 24 de julio de 2009, [www.barentsobserver.com](http://www.barentsobserver.com).

29. Algunos productores se saltan el paso de aumentar la ley y producen bitumen de baja ley. El proceso descrito es el empleado por Syncrude, el mayor productor de arenas bituminosas de Canadá. B. M. Testa, «Tar on Tap», *Mechanical Engineering* (diciembre de 2008), pp. 30-34.

30. En 2008, una bandada de alrededor de quinientas ánades reales murieron al posarse en un estanque de residuos. «Hundreds of Ducks Die after Landing in Oil Sands in Canada», Fox News, 8 de mayo de 2008. Véanse también E. A. Johnson y K. Miyanishi, «Creating New Landscapes and Ecosystems: The Alberta Oil Sands», *Annals, New York Academy of Sciences* 1134 (2008), pp. 120-145, y M. J. Pasqualetti, «The Alberta Oil Sands from Both Sides of the Border», *The Geographical Review* 99, n.º 20 (2009), pp. 248-267.

31. T. M. Pavelsky y L. C. Smith, «Remote Sensing of Hydrologic Recharge in the Peace-Athabasca Delta, Canada», *Geophysical Research Letters* 35 (2008): L08403, DOI:10.1029/2008GL033268.

32. Las compañías que explotan las arenas bituminosas dicen que se ha recuperado, de una forma u otra, un total de 65 kilómetros cuadrados, o alrededor del 12 por ciento de la superficie alterada. Según el Instituto Pembina, organización sin ánimo de lucro, el gobierno de Alberta solo ha certificado la restauración de un kilómetro cuadrado. Pese a esta discrepancia, los dos números son pequeños en comparación con los 530 kilómetros cuadrados alterados.

33. E. A. Johnson y K. Miyanishi, «Creating New Landscapes and Ecosystems: The Alberta Oil Sands», *Annals, New York Academy of Sciences* 1134 (2008), pp. 120-145.



34. Del Proyecto del Gas del Mackenzie se venía hablando ya desde principios de la década de 1970, pero estuvo suspendido hasta que no se zanjaron las reclamaciones de tierras por los aborígenes. Este obstáculo se ha superado y el proyecto ya podría llevarse a cabo, como se cuenta en el capítulo 8.

35. Conforme al Protocolo de Kioto, Canadá se comprometió a reducir sus emisiones de carbono en un 6 por ciento por debajo de los niveles de 1990 para 2008-2012. En cambio, en 2009 sus emisiones eran superiores en un 27 por ciento a esos niveles y en 2010 habrán subido de nuevo si la explotación de las arenas bituminosas de Alberta se ha intensificado. «Canada's Northern Goal», en *The World in 2010*, suplemento especial de *The Economist* (2009), pp. 53-54. Syncrude y Suncor, dos de las mayores compañías explotadoras de las arenas bituminosas, son la tercera y la sexta emisoras de gases de efecto invernadero de Canadá. M. J. Pasqualetti, «The Alberta Oil Sands from Both Sides of the Border», *The Geographical Review* 99, n.º 20 (2009), pp. 248-267.

36. La técnica actual de extracción subterránea más prometedora es el drenaje por gravedad asistido por vapor, que introduce vapor a presión en largos pozos de inyección horizontales para calentar el bitumen. A los seis meses de estar calentándolo, empieza a fluir y se puede extraer por un segundo pozo, paralelo a la superficie.

37. Según Alberta Energy, la superficie total en arriendo para la explotación *in situ* (subterránea), el 19 de mayo de 2009, era de 79.298 kilómetros cuadrados. J. Grant, S. Dyer y D. Woynillowicz, «Clearing the Air on Oil Sands Myths», Instituto Pembina, Drayton Valley, Alberta, junio de 2009, 32 pp., [www.pembina.org](http://www.pembina.org). Las previsiones son de B. Söderbergh *et al.*, «A Crash Programme Scenario for the Canadian Oil Sands Industry», *Energy Policy* 35, n.º 3 (2007), pp. 1.931-1.947. En 2009, la producción de petróleo del North Slope de Alaska fue, en promedio, de unos setecientos mil barriles al día.

38. Gobierno de Canadá, Iniciativas de Investigación de Políticas, «The Emergence of Cross-Border Regions between Canada and the United States», informe final (noviembre de 2008), 78 pp., [www.policyresearch.gc.ca](http://www.policyresearch.gc.ca). Véanse también D. K. Alper, «The Idea of Cascadia: Emergent Regionalisms in the Pacific Northwest-Western Canada», *Journal of Borderland Studies* 11, n.º 2 (1996), pp. 1-22; S. E. Clarke, «Regional and Transnational Discourse: The Politics of Ideas and Economic Development in Cascadia», *International Journal of Economic Development* 2, n.º 3 (2000), pp.360-378; H. Nicol, «Resiliency or Change? The Contemporary Canada-U.S. Border», *Geopolitics* 10 (2005), pp. 767-790; V. Conrad y H. N. Nicol, *Beyond Walls: Re-inventing the Canada-United States Borderlands*, Aldershot, Hampshire, y Burlington, Vermont, 2008, 360 pp.

39. Véase [www.atlantica.org](http://www.atlantica.org).

40. Este descubrimiento de la existencia de valores socioculturales comunes en superregiones transfronterizas se basa en datos de encuestas, gobierno de Canadá, Iniciativas de Investigación de Políticas, «The Emergence of Cross-Border Regions between Canada and the United States», informe final (noviembre de 2008), 78 pp., [www.policyresearch.gc.ca](http://www.policyresearch.gc.ca).

41. El Departamento de Estado sofocó cualquier vislumbre de reivindicación por parte de Estados Unidos de media docena de islas frente a la costa ártica rusa pese a que en el descubrimiento y prospección de algunas de ellas participaron estadounidenses. «Status of Wrangel and Other Arctic Islands», Departamento de Estado de Estados Unidos, Oficina de Asuntos Europeos y Eurasiáticos, Washington, D.C. , 20 de mayo de 2003. Aunque a los políticos canadienses les gusta reconcomerse con la necesidad de proteger de Estados Unidos y Rusia los vastos territorios del norte de su país, hay pocos indicios de que alguno de estos países tenga designio alguno sobre ellos, hasta el punto de que Estados Unidos ofrece un respaldo militar tácito a la soberanía canadiense de esas tierras. Para más información sobre el éxito, en comparación con otras situaciones, de las relaciones entre Estados Unidos y Canadá, véase K. S. Coates *et al.*, *Arctic Front: Defending Canada in the Far North*, Thomas Allen Publishers, Toronto, 2008, 261 pp. No obstante, mientras la probabilidad de un conflicto entre los estadosnación árticos es baja, sigue habiendo tensiones por los grupos aborígenes y los títulos de propiedad de la tierra, como se explica en el capítulo 8.



42. Los lazos económicos transfronterizos también son cada vez mayores entre Rusia y Estados Unidos. El *okrug* autónomo de Chukotka, en el Extremo Oriente ruso, importa cada vez más combustible, entre otras mercancías, de Alaska. J. Newell, *The Russian Far East*, Daniel & Daniel Publishers, Inc., Simi Valley, California, 2004, 466 pp.

43. Esta tabla se elaboró con datos de las siguientes fuentes: índice de libertad económica de 2009, Heritage Foundation y *Wall Street Journal* (179 países, [www.heritage.org](http://www.heritage.org)); índice de la libertad económica en el mundo de 2008 (141 países, <http://www.freetheworld.com/2008/EconomicFreedomoftheWorld2008.pdf>); índice KOF de la globalización (208 países, <http://globalization.kof.ethz.ch/>); índice global de la paz de 2009 (144 países, <http://www.visionofhumanity.org/gpi/results/rankings.php>); índice de democracia de la Unidad de Inteligencia del *Economist* de 2008 (167 países, <http://graphics.eiu.com/PDF/Democracy%20Index%202008.pdf>); clasificaciones de la libertad en el mundo por países de 2009 (193 países, <http://www.freedomhouse.org>). Para poder comparar estos índices entre sí, los números correspondientes a los distintos índices se han convertido en clasificaciones de los países por percentiles. El promedio de esas clasificaciones por percentiles da el resultado combinado que aparece en la columna más a la derecha de la tabla.

44. Cada índice tiene su propia intención; por eso los tengo en cuenta a todos. Jeffrey Sachs, por ejemplo, pone en entredicho la premisa del índice de libertad económica de que la liberalización del comercio conduce por necesidad al crecimiento del PIB, y da ejemplos, como el caso de China, de crecimientos económicos muy grandes pese a obtener puntuaciones muy bajas en el índice. J. Sachs, *The End of Poverty: Economic Possibilities for Our Time*, Penguin Group, Nueva York, 2005, 416 pp. (hay trad. cast.: *El fin de la pobreza*, traducción de Ricard Martínez, Debate, Barcelona, 2005).

45. La mayor parte de las explotaciones petroleras y gasísticas de las altas latitudes del norte son de empresas multinacionales privadas, salvo en la Federación Rusa, donde la industria está volviendo progresivamente a estar controlada por el Estado.

46. La Unidad de Inteligencia del *Economist* evaluó en 2010 a 140 ciudades para establecer un índice mundial de habitabilidad. Entre las diez primeras ciudades había cuatro de los países del Cerco del Norte: Vancouver, Toronto, Calgary y Helsinki; las otras eran Viena, Melbourne, Sidney, Perth, Adelaida y Auckland. Las ciudades peor clasificadas del mundo eran Dakar, Colombo, Katmandú, Douala, Karachi, Lagos, Port Moresby, Argel, Dhaka y Harare. Nota de prensa de la Unidad de Inteligencia del *Economist*, «Winter Olympics Host, Vancouver, Ranked World's Most Liveable City», 10 de febrero de 2010, <http://www.eiuresources.com/mediadir/default.asp?PR=2010021001> (consultado el 16 de febrero de 2010).

47. Sin inmigración, las poblaciones y la mano de obra de la mayoría de los países europeos se reducirían. Por ejemplo, Alemania tiene ahora una tasa de fertilidad total de solo 1,3 y está perdiendo población. Europa occidental tiene una tasa de fertilidad total de 1,6; combinada con una población de la tercera edad creciente, da a pensar que la Unión Europea ha de admitir un millón cien mil inmigrantes cada año solo para mantener su actual población laboral. P. 129, K. B. Newbold, *Six Billion Plus: World Population in the 21st Century*, Rowman & Littlefield Publishers, Inc., Lanham, Maryland, 2007, 245 pp.

48. En 2009, la tasa total de fertilidad de Rusia era de solo 1,4 nacimientos por mujer; la de reemplazo es 2,1. La tasa bruta de mortalidad de Rusia era de 16,2 por cada 1.000 personas, mientras que la tasa de nacimientos bruta es de 10 por cada 1.000 personas. *The Economist, Pocket World in Figures*, Profile Books, Londres, 2009, 256 pp.

49. I. Saveliev, «The Transition from Immigration Restriction to the Importation of Labor: Recent Migration Patterns and Chinese Migrants in Russia», *Forum of International Development Studies* 35 (2007), pp. 21-35.



<sup>50</sup> G. Kozhevnikova, «Radical Nationalism in Russia in 2008, and Efforts to Counteract It», *Sova Center Reports and Analyses* (15 de abril de 2009), <http://xeno.sova-center.ru/>.

51. Más precisamente: en 2008, Estados Unidos concedió la categoría legal de residente permanente a 1.107.126 personas y 1.046.539 se nacionalizaron. Tuvo 175 millones de visitantes, de los cuales el 90 por ciento lo fueron por un plazo breve, es decir, turistas y viajes de negocios, y el 10 por ciento (3.700.000) eran residentes temporales a un plazo más largo: trabajos especializados, estudiantes y enfermeras. Entre 2005 y 2008 se detuvo en la frontera de Estados Unidos de 723.840 a 1.189.031 personas al año. Datos sacados de los siguientes informes del Departamento de Seguridad Interior de Estados Unidos, Oficina de Estadística de Inmigración: R. Monger y N. Rytina, «U.S. Legal Permanent Residents: 2008», *Annual Flow Report*, marzo de 2009; J. Lee y N. Rytina, «Naturalizations in the United States: 2008», *Annual Flow Report*, marzo de 2009; R. Monger y M. Barr, «Nonimmigrant Admissions to the United States: 2008», *Annual Flow Report*, abril de 2009; N. Rytina y J. Simanski, «Apprehensions by the U.S. Border Patrol: 2005-2008», ficha técnica, junio de 2009, y J. Napolitano *et al.*, *2008 Yearbook of Immigration Statistics*, agosto de 2009.

52. Canadá admitió 247.243 residentes permanentes legales en 2008, de los cuales 149.072 pertenecían a la «clase económica» (trabajadores cualificados), 65.567 a la «clase familiar» (reagrupación familiar) y 32.602 eran «refugiados» u «otros». «Facts and Figures 2008 – Immigration Overview: Permanent and Temporary Residents», página web de Citizenship and Immigration Canada, [www.cic.gc.ca/english/resources/statistics/facts2008/index.asp](http://www.cic.gc.ca/english/resources/statistics/facts2008/index.asp) (consultado el 22 de agosto de 2009).

53. Véanse pp. 121-128, K. B. Newbold, *Six Billion Plus: World Population in the 21st Century*, Rowman & Littlefield Publishers, Inc., Lanham, Maryland, 2007, 245 pp.

54. Al ingresar en la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA) y firmar el Tratado de Schengen, Islandia y Noruega han abierto en lo esencial sus mercados laborales a la Unión Europea.

55. En 2005, el porcentaje de personas nacidas en el extranjero que vivían en Estados Unidos y Alemania era de 12,3 por ciento y 12,5 por ciento, respectivamente. Canadá tenía el porcentaje más alto: 19,3 por ciento. Datos de la tabla 1, J.-C. Dumont y G. Lemaître, «Counting Immigrants and Expatriates in OECD Countries: A New Perspective», *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n.º 25 (2005), 41 pp. Véase <http://www.oecd.org/dataoecd/34/59/35043046.pdf>.

## 8. ADIÓS, ARPÓN; HOLA, MALETÍN

1. Un intervalo inusualmente templado en invierno hace que la nieve se derrita parcialmente para luego recongelarse; la capa de nieve queda encapsulada en hielo. Los herbívoros que no pueden romperlo corren el riesgo de morir de hambre. Particularmente mortífero es que llueva sobre la nieve; en octubre de 2003, unas lluvias muy malas mataron a unos veinte mil bueyes almizcleros, la cuarta parte de la cabaña, en la isla de Banks, Canadá. J. Putkonen *et al.*, «Rain on Snow: Little Understood Killer in the North», *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 90, n.º 26 (2009), pp. 221-222.

2. En 2007-2008, la tasa bruta de nacimientos en Nunavut fue un promedio de 25,2 por 1.000, por 11,1 por ciento en todo Canadá y 10,6 en Ontario. La tasa total de fertilidad fue un promedio de 2,84 hijos por mujer, por 1,59 para todo Canadá. La edad media era de 23,1 años en Nunavut, por 39,5 años en Canadá. Fuente: Estadísticas de Canadá, [www.40.statcan.gc.ca/l01/cst01/demo04b-eng.htm](http://www40.statcan.gc.ca/l01/cst01/demo04b-eng.htm) y [www.statcan.gc.ca/pub/840210x/2006000/5201672eng.htm](http://www.statcan.gc.ca/pub/840210x/2006000/5201672eng.htm) (consultado el 28 de agosto de 2009).



3. Entrevista personal con la alcaldesa de Iqaluit, Elisapee Sheutiapik, a bordo del rompehielos de la guardia costera de Canadá CCGS *Amundsen*, 5 de agosto de 2007. Para un plan estratégico de las ambiciones de Iqaluit de tener un puerto de aguas profundas, véase [www.city.iqaluit.nu.ca/i18n/english/pdf/portproject.pdf](http://www.city.iqaluit.nu.ca/i18n/english/pdf/portproject.pdf).

4. Canadá consta de provincias y territorios. Actualmente hay tres territorios: los Territorios del Noroeste, Yukón y Nunavut. Los territorios son autónomos políticamente, pero tienen menos poder que las provincias, que están consagradas por la Constitución.

5. La Federación Rusa reconoce casi doscientas «nacionalidades», de las cuales 130 (unos 20 millones de personas, el 14 por ciento de la población rusa) seguramente son aborígenes. Sin embargo, solo 45 grupos (unas 250.000 personas) están reconocidas oficialmente como tales («pueblos aborígenes del norte numéricamente pequeños»), alrededor del 0,2 por ciento de la población total de Rusia. Véase B. Donahoe *et al.*, «Size and Place in the Construction of Indigeneity in the Russian Federation», *Current Anthropology* 49, n.º 6 (2008), pp. 993-1.009.

6. Los datos sobre la población aborigen norteamericana proceden de la Oficina del Censo de Estados Unidos y de Estadísticas de Canadá. Para los países nórdicos, que en su censo no recogen datos sobre la etnia, las estimaciones son del *Directorio mundial de minorías y pueblos indígenas de las Naciones Unidas*, disponible en <http://www.minorityrights.org/directory>.

7. Según el censo de Estados Unidos del año 2000, la población aborigen de Alaska era de 85.698 personas, en un total de 550.043 (15,6 por ciento): U.S. Census Brief C2KBR/01-15, «The American Indian and Alaska Native Population: 2000», febrero de 2002, <http://www.census.gov/prod/2002pubs/c2kbr01-15.pdf> (consultado el 30 de agosto de 2009). El promedio de la población sámi de Suecia es de un 11 por ciento (5.900 de 53.772) en los municipios de Kiruna, Gällivare, Jokkmokk y Arvidsjaur: Minority Rights Group International, *World Directory of Minorities and Indigenous Peoples–Sweden: Sámi*, 2008, <http://www.unhcr.org/refworld/docid/49749ca35.html>; en Finlandia, de un 40 por ciento (7.500 de 18.990) en Utsjoki, Inari, Enontekiö y Sodankylä: Minority Rights Group International, *World Directory of Minorities and Indigenous Peoples–Finland: Sámi*, 2008, <http://www.unhcr.org/refworld/docid/49749d2319.html>; en el condado noruego de Finnmark, del 34 por ciento (25.000 de 73.000): Minority Rights Group International, *World Directory of Minorities and Indigenous Peoples–Norway: Sámi*, 2008, <http://www.unhcr.org/refworld/docid/49749cd45.html>. Los datos de Dinamarca/Groenlandia y de Sajá (Yakutia) proceden de *Arctic Human Development Report* (Instituto Ártico Stefansson, Akureyri, 2004), 242 pp. Pero en el norte de Rusia, los aborígenes son oficialmente solo unos 250.000 y suponen, pues, solo el 0,2 por ciento de la población total: Gobierno de la Federación Rusa, «Yediny perechen' korennyj malochislennij narodov Rossijskoi Federatsii (lista unificada de pueblos indígenas numéricamente pequeños de la Federación Rusa)», confirmado por el decreto 255 del gobierno ruso, 24 de marzo de 2000.

8. Se espera que en 2050 los indios estadounidenses y los nativos de Alaska, hoy en día 4,9 millones de personas, sean 8,6 millones. Oficina del Censo de Estados Unidos, comunicado de prensa CB08-123, «An Older and More Diverse Nation by Midcentury», 14 de agosto de 2008, <http://www.census.gov/Press-Release/www/releases/archives/population/012496.html> (consultado el 29 de agosto de 2009). El censo de Canadá de 2006 registró a 1.172.790 personas como indios norteamericanos («naciones originarias»), inuit o métis (mestizos), por 976.305 en 2001 y 799.010 en 1996. Estadísticas de Canadá, comunicado de prensa, «Aboriginal Peoples in Canada in 2006: Inuit, Métis and First Nations», censo de 2006, 15 de enero de 2008, <http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/080115/dq080115a-eng.htm> (consultado el 30 de agosto de 2009).

9. La nación tlingit hasta ha presentado una protesta contra Rusia por esta cuestión, T. Penikett, *Reconciliation: First Nations Treaty Making in British Columbia*, Douglas & McIntyre Ltd., Vancouver, 2006, 303 pp.

10. Para una historia de las circunstancias y de la política conducentes a la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos, véase W. R. Borneman, *Alaska: Saga of a Bold Land*, HarperCollins Perennial, Nueva York, 2004, 608 pp.



11. Tras la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos, el gobierno federal de Estados Unidos poseía casi el 60 por ciento de la tierra de Alaska, el estado de Alaska el 28 por ciento y las corporaciones regionales el 12 por ciento. El resto de los terrenos, de propiedad privada, sumaban menos del 2 por ciento.

12. Los derechos de los minerales del subsuelo siguen en manos de las corporaciones regionales, pero las de los pueblos pueden obtener derechos de superficie, es decir, del agua y de la madera. Las doce corporaciones regionales de Alaska son Ahtna, Inc.; The Aleut Corporation; Arctic Slope Regional Corporation; Bering Straits Native Corporation; Bristol Bay Native Corporation; Calista Corporation; Chugach Alaska Corporation; Cook Inlet Region, Inc.; Doyon Ltd.; Koniag, Inc.; NANA Regional Corporation, Inc.; y Sealaska Corporation. Una decimotercera, apropiadamente llamada The 13th Regional Corporation (la decimotercera corporación regional), recibía dinero solo para los aborígenes de Alaska que residen fuera de ese estado.

13. Procedieron así organizaciones políticas de los inuit, nativos del Yukón, métis, cree y otros grupos. F. Abele, «Northern Development: Past, Present and Future», en N.F. Abele *et al.*, eds., *Northern Exposure: Peoples, Powers and Prospects in Canada's North*, McGill-Queen's University Press, Montreal, 2009, 605 pp.

14. El apoyo al Proyecto del Gas del Mackenzie no es unánime todavía, ya que la reivindicación de los derechos no está zanjada, de modo que por ahora no apoyan el gasoducto. Además, dentro de los Territorios del Noroeste, las reivindicaciones territoriales de los akaitcho y de los métis de los Territorios del Noroeste tampoco están zanjadas todavía.

15. «Imperial Says Earliest Startup Date for Mackenzie Gas Project in 2018», *Oilweek*, 15 de marzo de 2010, [www.oilweek.com/news.asp?ID=27306](http://www.oilweek.com/news.asp?ID=27306) (consultado el 4 de abril de 2010).

16. El monto y el detalle de la participación en las regalías que generan los recursos naturales varían mucho de unas conciliaciones a otras. En general, las tierras sujetas a la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos se quedan con todos los derechos de los minerales y recursos subsuperficiales correspondientes a los terrenos concedidos, pero no reciben regalías por las tierras públicas circundantes. Los acuerdos que zanján las reivindicaciones territoriales en Canadá reservan para los nativos solo una parte de los ingresos generados por los recursos subsuperficiales de sus posesiones propiamente dichas, pero les concede además regalías por lo que se extraiga de las tierras públicas circundantes, que se gestionan también conforme a los acuerdos de las reivindicaciones de tierras. Por lo tanto, el alcance geográfico de las conciliaciones canadienses se extiende tanto por los terrenos públicos como por los que son propiedad de los aborígenes, cosa que no ocurre en Alaska.

17. Partes de este análisis derivan de una entrevista personal con el abogado John Donihee, que se ocupa de las reivindicaciones territoriales, Ottawa, 3 de junio de 2009.

18. En Canadá han entrado en vigor veintidós acuerdos sobre reivindicaciones territoriales, al menos. Los más recientes son el Acuerdo sobre las Reivindicaciones Territoriales de los Inuit de Nunavik y la Ley del Acuerdo Final de la Nación Originaria Tsawwassen, que han entrado en vigor en 2008 y 2009, respectivamente. Anteriores son el Acuerdo de la Bahía de James y del Norte de Quebec (1975), el Acuerdo del Nordeste de Quebec (1978), el Acuerdo Final de Inuvialuit (1984), el Acuerdo de Gwich'in (1992), el Acuerdo de Sahtu Dene y Métis (1994), el Acuerdo sobre las Reivindicaciones Territoriales de Nunavut (1995), el Acuerdo Final de Nisga (2000), el Acuerdo de Tlicho (2005), el Acuerdo de Reivindicaciones Territoriales de los Inuit de Labrador (2005), el Acuerdo sobre las Reivindicaciones Territoriales de los Inuit de Nunavik (2008), el Acuerdo Amplio Final del Consejo de los Indios de Yukón (1993), y los correspondientes acuerdos de autogobierno: la Nación Originaria Vuntut Gwich'in (1995), la Nación Originaria de Nacho Nyak Dun (1995), el Consejo de Teslin Tlingit (1995), las Naciones Originarias Champagne y Aishihik (1995), la Nación Originaria Little Salmon/Carmacks (1997), la Nación Originaria Selkirk (1997), la Nación Originaria Tr'ondek Hwech'in (1998), el Consejo de Ta'an Kwach'an (2002), la Nación Originaria Kluane (2004), la Nación Originaria Kwanlin Dun (2005), la Nación Originaria Carcross/ Tagish (2005). Asuntos Indios y del Norte de Canadá, [www.ainc-inac.gc.ca/al/ldc/ccl/pubs/gbn/gbn-eng.asp](http://www.ainc-inac.gc.ca/al/ldc/ccl/pubs/gbn/gbn-eng.asp) (consultado el 3 de septiembre de 2009).



19. Una oleada final de acuerdos sobre reivindicaciones territoriales tendrá lugar en la Columbia Británica, la única colonia británica en Norteamérica que renunció a extinguir los títulos de propiedad aborígenes por medio de tratados. Las tribus de la Columbia Británica están ahora negociando tratados modernos de reivindicación territorial. T. Penikett, *Reconciliation: First Nations Treaty Making in British Columbia*, Douglas & McIntyre Ltd., Vancouver, 2006, 303 pp.; entrevista personal con T. Penikett, ex primer ministro de Yukón, Ottawa, 2 de junio de 2009. Además, Asuntos Indios y del Norte de Canadá sigue todavía negociando acuerdos de reivindicaciones territoriales en los Territorios del Noroeste con los decho, los akaitcho y la nación métis de los Territorios del Noroeste, y también con dos pueblos emparentados con los denesu en la parte más meridional de los Territorios del Noroeste y el sur de Nunavut. También se está negociando, o se está entrando en negociaciones, por reivindicaciones en Quebec, Labrador, las Provincias Marítimas y el este de Ontario; comunicación personal de D. Perrin, Asuntos Indios y del Norte de Canadá, 24 de noviembre de 2009.

20. La institución electiva superior de Groenlandia antes de la promulgación de la autonomía en 1979 era el Landsråd, que se puede traducir, más o menos, como «Consejo Provincial». J. Brøsted y H. V. Gulløv, «Recent Trends and Issues in the Political Development of Greenland», *Actes du XLII Congrès International des Américanistes*, París (septiembre de 1976), pp. 76-84.

21. La autonomía se promulgó el 1 de mayo de 1979. En 1982, los votantes de Groenlandia votaron sí en otro referéndum, esta vez para retirarse de la Comunidad Europea. Ciertas áreas, como los asuntos exteriores y la justicia, siguen siendo potestad de las autoridades danesas, pero el gobierno danés debe consultar a Groenlandia en todo lo que le concierna a esta. El nexo principal entre ambos países es hoy económico, ya que la solvencia de Groenlandia depende de las grandes subvenciones que le llegan de Dinamarca. En 2008, los votantes de Groenlandia votaron sí, por mayoría abrumadora, otro referéndum, que acerca a Groenlandia a la plena independencia de Dinamarca.

22. Como se ha dicho en la nota precedente, la plena independencia de Groenlandia, que, según conjeturan algunos, podría declararse en 2021, el trescientos aniversario del dominio colonial danés, requerirá que se acostumbren allí a prescindir de las generosas subvenciones danesas, que de media ascienden a once mil dólares anuales por groenlandés. Lo más probable es que ese poder prescindir de las subvenciones se producirá gracias a los ingresos de la explotación del gas y del petróleo, que el gobierno groenlandés está estimulando vigorosamente. Se han concedido trece licencias de explotación a compañías como ExxonMobil, y en 2010 toca otra ronda de licencias. «Greenland, the New Bonanza», en *The World in 2010*, suplemento especial de *The Economist* (2009), p. 54.

23. Ley Constitucional de Canadá de 1982.

24. Los dene de los Territorios del Noroeste y los yukón del sur eran firmantes del Tratado 8 o del Tratado 11, pero estos tratados nunca se aplicaron por completo. Comunicación personal, D. Perrin, Asuntos Indios y del Norte de Canadá, 24 de noviembre de 2009.

25. Tras el sangriento alzamiento de Pontiac, en el que se tomaron nueve fuertes británicos, el rey Jorge III hizo la Proclamación Real de 1763, que declaraba que a los indios no se les debía «molestar o perturbar», y solo a la Corona, no a los ciudadanos, le estaba permitido comprarles tierras. Hasta el día de hoy, se considera que se trató del primer reconocimiento legal en Canadá de las reivindicaciones territoriales de los aborígenes. Además, la Columbia Británica renunció a extinguir los títulos de propiedad aborígenes, como ya se ha dicho en la nota 19 de este mismo capítulo.

26. Para confeccionar este mapa, se combinaron múltiples fuentes de datos, procedentes de la Oficina de Gestión de la Tierra de Alaska, el Departamento de Recursos Naturales de Alaska, el Atlas Nacional de Estados Unidos, Recursos Naturales de Canadá y Asuntos Indios y del Norte de Canadá, en un sistema de información geográfica (GIS), como sigue: (1) los datos sobre las reivindicaciones territoriales en Alaska se sacaron del Sistema de Datos Espaciales de la Oficina de Gestión de la Tierra de Alaska. Las reivindicaciones territoriales están representadas por las zonas de «concesión a los nativos» o de «transferencia provisional de la propiedad» y por las zonas «seleccionadas para los nativos»; los datos se consultaron en <http://sdms.ak.blm.gov/isdms/imf.jsp?site=sdms>. (2) Las fronteras de las corporaciones establecidas por la Ley de Conciliación de las Reivindicaciones Territoriales de los Nativos se bajaron del Extractor de Datos Geoespaciales del Departamento de Recursos Naturales de Alaska. Las fronteras se trazaron conforme al «Mapa de Condición Legal del Terreno» de la Oficina de Gestión de la Tierra, con fecha de junio de 1987, datos consultados en <http://www.asgdc.state.ak.us/>. (3) Las tierras indias en Estados Unidos se descargaron del Atlas Nacional y muestran áreas que el gobierno federal reconoce como territorios donde las tribus indias de Estados Unidos tienen una autoridad política principal, administrada por la Oficina de Asuntos Indios, datos consultados en <http://nationalatlas.gov/mld/indlanp.html>. (4) Las tierras indias en Canadá se descargaron de la GeoBase de Recursos Naturales de Canadá. Incluyen las tierras entregadas y una reserva, tal y como se define en la Ley India, y las tierras de los sechelt, tal y como se definen en la Ley de Autogobierno de la Banda India de los Sechelt. Los datos se han consultado en <http://www.geobase.ca/geobase/en/data/admin/alta/description.html>. (5) Las reivindicaciones territoriales en Canadá se han sacado del «Mapa Exhaustivo de Reivindicaciones Territoriales» de Asuntos Indios y del Norte de Canadá, actualizado hasta finales de 2009 en <http://www.ainc-inac.gc.ca/al/ldc/ccl/pubs/gbn/gbn-eng.asp>.



27. Hay en Canadá un segundo tipo de acuerdo moderno, las llamadas «reivindicaciones específicas», que aborda las antiguas penalidades de los grupos aborígenes que firmaron tratados históricos. Muchos grupos aborígenes han perseguido, o persiguen ahora, «reivindicaciones específicas». No obstante, se trata de ordinario de conciliaciones dinerarias, que no tienen que ver con la propiedad de la tierra.

28. A partir de un análisis GIS de los datos espaciales mencionados, calculo que a la altura de 2009 hay 284.247 kilómetros cuadrados de reservas indias en los Estados Unidos contiguos y 4.358.247 kilómetros cuadrados cubiertos por los acuerdos canadienses sobre las reivindicaciones territoriales.

29. Por regla general, ahora se considera que la palabra «lapón» es despreciativa; se debe evitar en favor de las palabras «sámi» o «saami».

30. Entrevistas personales con Aili Keskitalo, presidenta del Parlamento sámi noruego (Tromsø, 23 de enero de 2007); Nellie Couroyea, presidenta/consejera delegada de la corporación regional de Inuvialuit y ex primera ministra de los Territorios del Noroeste (Tromsø, 23 de enero de 2007); Lars-Emil Johansen, ministro de Asuntos Exteriores y ex primer ministro (Groenlandia, 24 de mayo de 2007); Mike Spence, alcalde de Churchill (Manitoba, 28 de junio de 2007); Elisapee Sheutiapiik, alcaldesa de Iqaluit (Nunavut, 5 de agosto de 2007); Eli Kavik, alcalde de Sanikiluaq (Nunavut, 7 de agosto de 2007); Richard Glenn, vicepresidente de la corporación regional del Arctic Slope (Barrow, Alaska, 22 de agosto de 2008); Tony Penikett, ex primer ministro de Yukón (Ottawa, 1 de junio de 2009); Mary Simon, presidenta de ITK (Inuit Tapiriit Kanatami, organización nacional inuit de Canadá, Ottawa, 2 de junio de 2009), y Ed Schultz, director ejecutivo del Consejo de las Naciones Originarias de Yukón (Ottawa, 4 de junio de 2009).

31. El Foro Permanente de las Naciones Unidas para Cuestiones Indígenas elaboró la Declaración sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, la «declaración más amplia de los derechos de los pueblos indígenas jamás compuesta, una declaración que da una importancia a los derechos colectivos en un grado sin precedentes en el derecho internacional relativo a los derechos humanos», adoptada por la Asamblea General el 13 de septiembre de 2007, <http://www.un.org/esa/socdev/unpfi/> (consultado el 6 de septiembre de 2009). Los cinco países nórdicos votaron a favor de esa declaración. Australia, Estados Unidos y Canadá votaron en contra; Rusia fue uno de los once países que se abstuvo.

32. La noruega Ley de Finnmark de 2005 transfirió la propiedad del 96 por ciento del terreno del condado de Finnmark a un consejo llamado la «Comisión de Finnmark», formado por representantes del Parlamento sámi, así como de los gobiernos local y central. Grupo Internacional de los Derechos de las Minorías, *World Directory of Minorities and Indigenous Peoples–Norway: Overview, 2007*, <http://www.unhcr.org/refworld/docid/4954cdf23.html> (consultado el 10 de septiembre de 2009).

33. Según Aili Keskitalo, presidenta del Parlamento sámi noruego, entrevista personal, Tromsø, 23 de enero de 2007.

34. J. Madslie, «Russia's Sami Fight for Their Lives», BBC News, 21 de diciembre de 2006, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/6171701.stm>.



35. M. M. Balzer, «The Tension between Might and Rights: Siberians and Energy Developers in Post-Socialist Binds», *Europe-Asia Studies* 58, n.º 4 (2006), pp. 567-588. Véase también A. Reid, *The Shaman's Coat: A Native History of Siberia*, Walker & Company, Nueva York, 2002, 226 pp.

36. Sin embargo, la propiedad de la tierra, en sentido estricto, es una cuestión postergada en Rusia. La mayoría de los rusos, incluso los aborígenes, consideran que la propiedad privada de la tierra no es esencial, que es hasta inapropiada. A los aborígenes les interesa más conseguir que la administración de las tierras esté en sus manos, que se les proteja de usos que compitan con los suyos y que puedan transferir el uso de las tierras a sus descendientes. G. Fondahl y G. Poelzer, «Aboriginal Land Rights in Russia at the Beginning of the Twenty-first Century», *Polar Record* 39, n.º 209 (2003), pp. 111-122.

37. Un grupo aborigen muy pequeño, el pueblo yukagir, logró que se promulgase una ley especial que les concedía el autogobierno de dos localidades, Nelemnoe y Andrushkino, donde vive buena parte de su población (1.509 personas en 2002). P. 97, *Arctic Human Development Report*, Instituto Ártico Stefansson, Akureyri, Islandia, 2004, 242 pp.

38. S. N. Kharyuchi, «Option (sic) Letter by the Delegates of the VI Congress of Indigenous Small Numbered Peoples of the North, Siberia and the Far East of the Russian Federation» (carta abierta al presidente Dmitri Medvédev y al presidente Vladímir Vladímirovich Putin concerniente a la venta de las concesiones durante veinte años de la pesca comercial del salmón en Kamchatka), 12 de mayo de 2009, RAIPON, <http://www.raipon.org/RAIPON/News/tabid/523/mid/1560/newsid1560/3924/Optionletter-by-the-delegates-of-the-VI-Congress-of-indigenous-small-numbered-peoples-of-the-North-Siberia-and-the-Far-East-of-the-RussianFederation/Default.aspx> (consultado el 15 de septiembre de 2009). Véase también G. Fondahl y A. Sirina, «Rights and Risks: Evenki Concerns Regarding the Proposed Eastern Siberia-Pacific Ocean Pipeline», *Sibirica* 5, n.º 2 (2006), pp. 115-138.

39. El 7 de septiembre de 1995, Aleksandr Pika y otras ocho desaparecieron tras haber zarpado de la ciudad de Sireniki, en Chukotka. Cinco días después, se encontraron la embarcación zozobrada y cinco cuerpos. El de Pika no era uno de ellos. La cita es de la p. 16, Aleksandr Pika, ed., *Neotraditionalism in the Russian North*, Canadian Circumpolar Institute Press, Edmonton, y University of Washington Press, Seattle, 1999, 214 pp.

40. Ley Federal Rusa 82-F3, 30 de abril de 1999, *O garantiyakh prav korenykh malochislennykh narodov Rossiyskoy Federatsii* (Sobre las garantías de los derechos de los pueblos indígenas numéricamente pequeños de la Federación Rusa); Ley Federal Rusa 104-F3, de 20 de julio de 2000, *Ob obshchikh printsipakh organizatsii obshchin korenykh malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka Rossiyskoy Federatsii* (Sobre los principios generales de la organización de las *obshchinas* de los pueblos numéricamente pequeños del norte, Siberia y el Extremo Oriental de la Federación Rusa); Ley Federal Rusa 104-F3, de 20 de julio de 2000, *O territoriyakh traditsionnogo prirodopol'zovaniya korenykh malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka Rossiyskoy Federatsii* (Sobre los territorios de los pueblos indígenas numéricamente pequeños del norte, Siberia y el Extremo Oriente de la Federación Rusa). Traducciones de G. Fondahl y G. Poelzer, «Aboriginal Land Rights in Russia at the Beginning of the Twentyfirst Century», *Polar Record* 39, n.º 209 (2003), pp. 111-122.

41. P. 50, *Arctic Human Development Report*, Instituto Ártico Stefansson, Akureyri, 2004, 242 pp.

42. A diferencia de otros países del Cerco del Norte, Canadá no tiene actualmente ninguna universidad en sus tierras más septentrionales, pero cada vez es mayor la presión para fundar una. En general, las luchas se van a ir desplazando en Norteamérica y Groenlandia de las cuestiones relativas a la propiedad de la tierra y el gobierno político a los problemas educativos y sanitarios, y a la entrega a los indígenas de los ingresos que reporten los recursos naturales, problemas que van más allá del alcance de este capítulo.



## 9. EL INFORME DEL PENTÁGONO

1. Por ejemplo, la conservación de la masa y la energía, las leyes de los gases, la transferencia radiativa y la física de las nubes, la geografía fundamental, como las posiciones y elevaciones de los continentes y el tamaño y la velocidad de rotación del planeta, las parametrizaciones adecuadas de los procesos que caen por debajo del espaciado de la red de puntos de los modelos, y los aerosoles.

2. R. B. Alley, *The Two-Mile Time Machine: Ice Cores, Abrupt Climate Change, and Our Future*, Princeton University Press, Princeton, 2000, 229 pp.

3. K. C. Taylor *et al.*, «The “Flickering Switch” of Late Pleistocene Climate Change», *Nature* 361 (1993), pp. 432-436, DOI:10.1038/361432a0, y R. B. Alley *et al.*, «Abrupt Increase in Greenland Snow Accumulation at the End of the Younger Dryas Event», *Nature* 362 (1993), pp. 527-529, DOI:10.1038/362527a0.

4. B. L. Isacks *et al.*, «Seismology and the New Global Tectonics», *Journal of Geophysical Research* 73, n.° 18 (1968), pp. 5.855-5.899.

5. El proyecto terminó, después de todo, con algunos resultados interesantes gracias, en parte, a Richard Alley. En el proyecto se vio que una técnica matemática, el llamado análisis de ondículas, resulta útil para detectar señales climáticas ocultas en los datos del caudal de los ríos. L. C. Smith, D. L. Turcotte y B. L. Isacks, «Streamflow Characterization and Feature Detection Using a Discrete Wavelet Transform», *Hydrological Processes* 12 (1998), pp. 233-249.

6. Proyecto 2 del Manto de Hielo de Groenlandia, perforaciones entre 1989 y 1993 cerca del centro de Groenlandia.

7. R. B. Alley *et al.*, «Abrupt Increase in Greenland Snow Accumulation at the End of the Younger Dryas Event», *Nature* 362 (1993), pp. 527529, DOI:10.1038/362527a0.

8. El nuevo centro de la CIA para el cambio climático evaluará «las consecuencias para la seguridad nacional de fenómenos como la desertificación, la subida del nivel del mar, los desplazamientos de la población y una mayor competencia por los recursos naturales». Comunicado de Prensa de la CIA, «CIA Opens Center on Climate Change and National Security», 25 de septiembre de 2009, [www.cia.gov/news-information/pressreleases-statements/center-on-climate-change-and-national-security.html](http://www.cia.gov/news-information/pressreleases-statements/center-on-climate-change-and-national-security.html) (consultado el 26 de noviembre de 2009). Véase también J. M. Broder, «Climate Change Seen as Threat to U.S. Security», *The New York Times*, 8 de agosto de 2009.



9. M. B. Burke *et al.*, «Warming Increases the Risk of Civil War in Africa», *PNAS* 106, n.° 49 (2009), pp. 20.670-20.674, [www.pnas.org/cgi/DOI/10.1073/pnas.0907998106](http://www.pnas.org/cgi/DOI/10.1073/pnas.0907998106).

10. La inversión más famosa e impresionante es el episodio conocido como «Dryas Reciente», la brusca vuelta a unas condiciones casi de era glacial que empezó hace unos 12.700 años y que 1.300 años después aún persistía, antes de que se reanudase el calentamiento. Se cree que la causa fue, como en el episodio de hace 8.200 años, la paralización de la circulación termohalina oceánica a causa de un endulzamiento del océano Atlántico, como se explicará enseguida. Para artículos de síntesis sobre el episodio de hace 8.200 años, véanse R. B. Alley y A. M. Ágústssdóttir, «The 8k Event: Cause and Consequences of a Major Holocene Abrupt Climate Change», *Quaternary Science Reviews* 24 (2005), pp. 1.123-1.149, y E. R. Thomas *et al.*, «The 8.2 ka Event from Greenland Ice Cores», *Quaternary Science Reviews* 26 (2007), pp. 70-81.

11. Peter Schwartz y Doug Randall, «An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security» (octubre de 2003), 22 pp., [www.accc.gov.at/pdf/pentagon\\_climate\\_change.pdf](http://www.accc.gov.at/pdf/pentagon_climate_change.pdf) (consultado el 27 de septiembre de 2009).

12. La ruta de la inundación del episodio menor de hace 8.200 años debió de pasar por el estrecho de Hudson. D. C. Barber *et al.*, «Forcing of the Cold Event of 8,200 Years Ago by Catastrophic Drainage of Laurentide Lakes», *Nature* 400 (22 de julio de 1999), pp. 344-348, DOI:10.1038/22504. Se ha planteado también la hipótesis de que el episodio Dryas Reciente se desencadenó por la inundación producida al drenarse el antiguo lago Agassiz, que debió de llegar al Atlántico Norte por la vía marítima del San Lorenzo o quizá por una ruta más larga, por el río Mackenzie y el océano Ártico. L. Tarasov y W. R. Peltier, «Arctic Freshwater Forcing of the Younger Dryas Cold Reversal», *Nature* 435 (2 de junio de 2005), pp. 662-665, DOI: 10.1038/nature03617.

13. La historia empieza con W.S. Broecker, D.M. Peteet y D. Rind, «Does the Ocean Atmosphere System Have More than One Stable Mode of Operation?», *Nature* 315 (1985), pp. 21-26. Un desarrollo reciente es Z. Liu *et al.*, «Transient Simulation of Last Deglaciation with a New Mechanism for Bølling-Allerød Warming», *Science* 325 (2009), pp. 310-314.

14. A. K. Rennermalm *et al.*, «Relative Sensitivity of the Atlantic Meridional Overturning Circulation to River Discharge into Hudson Bay and the Arctic Ocean», *Journal of Geophysical Research* 112 (2007), G04S48, DOI:10.1029/2006JG000330. El AR4 del IPCC (2007) daba una probabilidad de más de un 90 por ciento a que la cinta transportadora termohalina seguirá funcionando a lo largo del siglo.

15. Aun en las situaciones alternativas posibles en las que más bajo es el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera, con una estabilización a las 450 ppm, este umbral crítico se acaba cruzando: así pasa en treinta y cuatro de las treinta y cinco en que se produce esa estabilización J.M. Gregory *et al.*, «Climatology: Threatened Loss of the Greenland Ice-Sheet», *Nature* 428 (8 de abril de 2004), p. 616, DOI:10.1038/428616a.

16. Tabla 1, G. A. Milne *et al.*, «Identifying the Causes of Sea-Level Change», *Nature Geoscience* 2 (14 de junio de 2009), pp. 471-478, DOI:10.1038/ngeo544. Téngase en mente, sin embargo, que en la Tierra había un 70 por ciento más de hielo que hoy, así que no es probable que se repita un aumento del nivel del mar de cuatro metros por siglo.



17. Véase la nota 15 de este capítulo.

18. Los mantos de hielo contribuyen a su propia existencia al crear una superficie a gran altura, fría pues, y al reflejar buena parte de la energía solar. Si se eliminara el manto de hielo de Groenlandia, las temperaturas sobre su superficie de oscura roca madre situada a baja altura serían mucho mayores que las de hoy y parece improbable que se volviera a formar el manto de hielo.

19. En especial Shanghai, Osaka-Kobe, Lagos y Manila. También resultarían afectadas Buenos Aires, Chennai, Dhaka, Guangzhou, Estambul, Yakarta, Karachi, Calcuta, Los Ángeles, Mumbai, Nueva York, Río de Janeiro, Shenzhen y Tokio.

20. Los datos geológicos indican que el manto de hielo del oeste de la Antártida se destruyó hace 400.000 años, y quizá también hace 14.500. P. U. Clark *et al.*, «The Last Glacial Maximum», *Science* 325, n.º 5.941 (7 de agosto de 2009), pp. 710-714, DOI:10.1126/science.1172873. También está claro que hoy está perdiendo masa, y hay pruebas de que ha venido ocurriendo tal cosa en los últimos 15.000 años a causa de un aumento del nivel del mar que se inició con el deshielo en el hemisfero norte. Por lo tanto, ni siquiera aunque se limitase el calentamiento global se obtendría quizá la deseada estabilización del manto de hielo. J. Oerlemans, «Freezes, Floes, and the Future», *Nature* 462 (2009), pp. 572-573, DOI:10.1038/462572a.

21. El nivel del mar no es igual en todas partes; varía a causa de las acumulaciones de agua creadas por las corrientes, la atracción gravitatoria, la temperatura del agua, el ascenso posglacial de la corteza y otros factores. Que el nivel del mar está por encima de la media a lo largo de la costa de Estados Unidos se ve en J. X. Mitrovica *et al.*, «The Sea-Level Fingerprint of West Antarctic Collapse», *Science* 323, n.º 5.915 (6 de febrero de 2009), p. 753, DOI:10.1126/science.1166510, y J.L. Bamber *et al.*, «Reassessment of the Potential Sea-Level Rise from a Collapse of the West Antarctic Ice Sheet», *Science* 324, n.º 5.929 (15 de mayo de 2009), pp. 901-903, DOI:10.1126/science.1169335. Según este último estudio, la destrucción del manto de hielo del oeste de la Antártida produciría un aumento mundial medio del nivel del mar de 3,2 metros, menos que los cinco metros que da el *AR4* del IPCC.

22. Para más información, véase D. G. Vaughan y R. Atthern, «Why Is It Hard to Predict the Future of Ice Sheets?», *Science* 315, n.º 5.818 (2007), pp. 1.503-1.504, DOI:10.1126/science.1141111, y R. B. Alley *et al.*, «Understanding Glacier Flow in Changing Times», *Science* 322 (2008), pp. 1.061-1.062.

23. S. A. Zimov *et al.*, «Permafrost and the Global Carbon Budget», *Science* 312, n.º 5.780 (2006), pp. 1.612-1.613, DOI:10.1126/science.128908; E. A. G. Schuur *et al.*, «Vulnerability of Permafrost Carbon to Climate Change: Implications for the Global Carbon Cycle», *Bioscience* 58, n.º 8 (2008), pp. 701-714, y C. Tarnocai *et al.*, «Soil Organic Carbon Pools in the Northern Circumpolar Permafrost Region», *Global Biogeochemical Cycles* 23, GB2023 (2009), DOI:10.1029/2008GB003327.

24. Para más información sobre las dificultades que rodean a este problema, véase S. E. Trumbore y C. I. Czimczik, «An Uncertain Future for Soil Carbon», *Science* 321 (2008), pp. 1.455-1.456.



25. Gracias a haber extraído mediante perforaciones testigos del fondo de las turberas y haber establecido su antigüedad mediante la datación por carbono 14, sabemos que las turberas del Norte empezaron a extenderse rápidamente hará unos 11.700 años, cuando terminó el período Dryas Reciente. El metano emitido aparece en los testigos de hielo de Groenlandia y la Antártida. L. C. Smith *et al.*, «Siberian Peatlands a Net Carbon Sink and Global Methane Source since the Early Holocene», *Science* 303 (2004), pp. 353-356, y G. M. MacDonald *et al.*, «Rapid Early Development of Circumarctic Peatlands and Atmospheric CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> Variations», *Science* 314 (2006), pp. 285-288. El estudio realizado en Suecia es E. Dorrepaal *et al.*, «Carbon Respiration from Subsurface Peat Accelerated by Climate Warming in the Subarctic», *Nature* 460 (2009), pp. 616-619, DOI:10.1038/nature08216. Los dos estudios sobre el oeste de Siberia son K. E. Frey y L. C. Smith, «Amplified Carbon Release from Vast West Siberian Peatlands by 2100», *Geophysical Research Letters* 32, L09401 (2005), DOI: 10.1029/2004GL022025, 2005, y D. W. Beilman *et al.*, «Carbon Accumulation in Peatlands of West Siberia over the Last 2000 Years», *Global Biogeochemical Cycles* 23, GB1012 (2009), DOI: 10.1029/2007GB003112. El estudio de Alaska es E. A. G. Schuur *et al.*, «The Effect of Permafrost Thaw on Old Carbon Release and Net Carbon Exchange from Tundra», *Nature* 459 (2009), pp. 556-559, DO 1:10.1038/nature08031.

26. En otras palabras, una generación grande de padres nacida cuando la fertilidad todavía era elevada. El impulso de la población también funciona al revés: los países envejecidos seguirían menguando aunque la fertilidad aumentase, por la pequeñez de la generación de padres nacida cuando la fertilidad era baja.

27. La inversión nacional y los ahorros nacionales, como porcentaje del producto nacional bruto, estuvieron en los países industrializados más fuertemente correlacionados a lo largo del período 1880-1913 que en 1999; significa que hoy la inversión depende más del ahorro nacional y menos de la inversión extranjera que en 1913. Pp. 89-90 y figura 3.3, P. Knox *et al.*, *The Geography of the World Economy*, 4.<sup>a</sup> ed., Oxford University Press, Nueva York, 2003, 437 pp.

28. Justo antes de que estallase la Primera Guerra Mundial, el comercio de mercancías era en promedio el 12 por ciento del producto nacional bruto de las naciones industrializadas, nivel que no se alcanzaría de nuevo hasta los años setenta. P. 32, M. B. Steger, *Globalization: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Nueva York, 2003, 147 pp.

29. *Global Trends 2025: A Transformed World* (Consejo Nacional de Inteligencia de Estados Unidos, Washington, D.C. , 2008, 99 pp.

30. «Green with Envy: The Tension between Free Trade and Capping Emissions», *The Economist*, 21 de noviembre de 2009.

31. Nataliya Rizhova y Grigori Ioffe dan ejemplos de esas hiperbólicas afirmaciones que aseveran que hay ya de diez a doce millones de chinos en Rusia o las que predicen que habrá cuarenta millones en 2020. Los expertos en la inmigración a Rusia dan una cifra actual de solo cuatrocientos mil chinos. N. Rizhova y G. Ioffe, «Trans-border Exchange between Russia and China: The Case of Blagoveshchensk and Heihe», *Eurasian Geography and Economics* 50, n.º 3 (2009), pp. 348-364, DOI:10.2747/15397216.50.3.348.

32. Rizhova y Ioffe señalan que hay treinta y cuatro mil trabajadores inmigrantes chinos en el óblast de Amur, mientras que las estadísticas oficiales dicen que solo hay 435. *Ibidem*.



33. B. Lo, «The Long Sunset of Strategic Partnership: Russia's Evolving China Policy», *International Affairs* 80, n.º 2 (2004), pp. 295-309. Esta isla en disputa finalmente fue cedida a China en 1991.

34. W-J Kim, «Cooperation and Conflict among Provinces: The Three Northeastern Provinces of China, the Russian Far East, and Sinuiju, North Korea», *Issues & Studies* 44, n.º 3 (septiembre de 2008), pp. 205-227, «Development of Trade and Economic Collaboration between China and Primorye Discussed in Vladivostok», <http://vladivostoktimes.ru/show/?id=48916&p=> (consultado el 11 de marzo de 2010).

35. En 2004, Turquía firmó un trato por el que expediría agua a Israel con un superpetrolero. Desde entonces, la cosa ha tenido sus altibajos, pero aun así Israel ha lanzado la idea de una conducción de agua desde Turquía. C. Recknagel, «Can “Wet” Countries Export Water to “Dry” Ones?», Radio Free Europe, 21 de marzo de 2009, [www.rferl.org/Content/Can\\_Wet\\_Countries\\_Export\\_Water\\_To\\_Dry\\_Ones/1514322.html](http://www.rferl.org/Content/Can_Wet_Countries_Export_Water_To_Dry_Ones/1514322.html).

36. En 2009, ya estaba casi terminada la ruta este, la central se espera que lo esté en 2014 y la polémica ruta oeste a través de las montañas se prevé que se completará en 2050. S. Oster, «China Slows Water Project», *The Wall Street Journal*, 31 de diciembre de 2008.

37. P. Amin, *The Great Lakes Water Wars*, Island Press, Washington, D. C. , 2006, 303 pp.

38. El primer ministro de Quebec Robert Bourassa y el futuro primer ministro John Turner. R. MacGregor, «A Visionary's Epiphany about Water», *The Globe and Mail*, 5 de octubre de 2009, [www.the\\_globeandmail.com/news/national/a-visionarys-epiphany-about-water/article1311853/](http://www.the_globeandmail.com/news/national/a-visionarys-epiphany-about-water/article1311853/). Véanse también pp. 60-63, P. Annin, *The Great Lakes Water Wars*, Island Press, Washington, D.C. , 2006, 303 pp.

39. Hay estudios por medio de modelos según los cuales el proyecto del GRAND Canal retrasaría todos los años el deshielo primaveral de la bahía de Hudson hasta en un mes; en plena temporada de crecimiento de los cultivos haría por ello más frío en la zona y habría más precipitaciones, cambiaría la flora de la costa, de la que se retirarían los bosques, y el permafrost crecería. W.R. Rouse, M-K Woo y J.S. Price, «Damming James Bay: 1. Potential Impacts on Coastal Climate and the Water Balance», *The Canadian Geographer* 36, n.º 1 (1992), pp. 2-7.

40. F. Pierre Gingras, «Northern Waters: A Realistic, Sustainable and Profitable Plan to Exploit Quebec's Blue Gold», Instituto de Economía de Montreal, *Economic Notes* (edición especial de julio de 2009), [www.iedm.org/uploaded/pdf/juillet09\\_en.pdf](http://www.iedm.org/uploaded/pdf/juillet09_en.pdf).



41. P. Micklin, «“Project of the Century”: The Siberian Water Transfer Scheme», artículo para Engineering Earth; the Impacts of Megaengineering Projects, Universidad de Kentucky, 21-24 de julio de 2008.

42. En 2004. «Luzhkov Wants to Reverse a River», *The Moscow Times*, 10 de diciembre de 2002, y N. N. Mijeyev, «Voda bez granits», *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo* 1 (2002), pp. 32-34; véanse también F. Pearce, «Russia Reviving Massive River Diversion Plan», *New Scientist*, 9 de febrero de 2009, [www.newscientist.com/article/dn4637-russia-reviving-massive-river-diversion-plan.html?full=true](http://www.newscientist.com/article/dn4637-russia-reviving-massive-river-diversion-plan.html?full=true), y P. Micklin, «The Aral Sea Crisis and Its Future: An Assessment in 2006», *Eurasian Geography and Economics* 47, n.º 5 (2006), pp. 546-567, DOI:10.2747/1538-7216.47.5.546.

43. Los ríos Obi, Yeniséi y Lena vierten grandes cantidades de agua dulce en el océano Ártico, buena parte de la cual se convierte en hielo marino que acaba por llegar, a través del estrecho de Fram o del archipiélago canadiense, al Atlántico Norte, donde se funde y endulza las aguas superficiales del océano, y estorba así la circulación termohalina.

## 10. EL NUEVO NORTE

1. El primer CryoSat de la Agencia Espacial Europea costó unos 140 millones de euros, pero quedó destruido al fallar el lanzamiento en 2005; se construyó por eso su sucesor, el CryoSat-2, que se lanzó con éxito en abril de 2010. La NASA lanzó su primer ICESat en 2003 y está construyendo otros dos satélites rastreadores de hielo, ICESat II y DESDyn I, cuyo lanzamiento está previsto para 2015; parece que la inversión total de capital para estas tres misiones por satélite será de 2.000 millones de dólares. Para más información sobre el contexto de estas misiones, véase *Earth Science and Applications from Space: National Imperatives for the Next Decade and Beyond*, Committee on Earth Science and Applications from Space: A Community Assessment and Strategy for the Future, National Research Council, Washington D. C. , 2007, ISBN: 978-0-309-10387-9, 456 pp.

2. Este párrafo se refiere a detalles expuestos con anterioridad en este libro, como los ejercicios navales estadounidenses ante el North Slope de Alaska, la reciente adquisición por Noruega de cinco fragatas armadas con el sistema Aegis y casi cincuenta cazas a reacción F-35, y el empeño de Samsung por construir un buque cisterna polar adaptado al transporte de gas natural licuado desde las aguas del Ártico. La cantidad total que el Servicio de Gestión de Minerales de Estados Unidos recibió en 2008 de compañías del sector de la energía por concesiones en aguas del Ártico fue de 2.700 millones de dólares.

3. Consejo Ártico, *AMSA, Arctic Marine Shipping Assessment 2009*, pp. 77-79.

4. Del análisis mediante un sistema de información geográfica de los datos cartográficos mundiales calculo las siguientes superficies, en kilómetros cuadrados, del planeta, la tierra firme, la tierra sin hielo y la tierra sin hielo o permafrost, respectivamente, con las restricciones que se indican. Mundo: 508.779.504 km<sup>2</sup>, 147.263.072 km<sup>2</sup>, 132.801.596 km<sup>2</sup> y 109.508.640 km<sup>2</sup>. Al norte de los 45° de latitud norte: 74.697.936 km<sup>2</sup>, 40.364. 452 km<sup>2</sup>, 38.212.960 km<sup>2</sup> y 17.100.072 km<sup>2</sup>. Al norte del Círculo Ártico: 21.239.512 km<sup>2</sup>, 7.930.424 km<sup>2</sup>, 6.159.648 km<sup>2</sup> y 271.632 km<sup>2</sup>. Se mida como se mida, el Ártico propiamente dicho (entre los 66,55° y los 90° de latitud norte) en realidad es muy pequeño.

5. Esta particular definición geográfica del «Ártico», propuesta en 2004 en el Informe de Desarrollo Humano del Ártico, abarca Alaska entera; Canadá al norte de los 60° de latitud norte junto con el norte de Quebec y Labrador; Groenlandia entera y las islas Feroe; Islandia; los condados más septentrionales de Noruega, Suecia y Finlandia; y en Rusia el óblast de Múrmansk, los nenets, los ókrugs autónomos de Yamalo-Nenets, Taimir y Chukotka, la ciudad de Vorkuta en la república de Komi, Norilsk e Igarka en el krai de Krasnoiarsk, y las partes de la república de Sajá más cercanas al círculo Ártico. Pp. 17-18, *Arctic Human Development Report* (Instituto Ártico Stefansson, Akureyri, Islandia, 2004), 242 pp.



6. El norte de Estados Unidos se define como los estados que tocan los 45° de latitud norte o se encuentran al norte de esa latitud: Alaska, Idaho, Maine, Michigan, Minnesota, Montana, New Hampshire, Nueva York, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Vermont, Washington y Wisconsin rozan todos el paralelo de los 45° de latitud norte y pertenecen a un país del Cerco del Norte según la definición de «Norte» del capítulo 1. Excluir el estado de Nueva York haría que los totales de los países del Cerco del Norte se quedasen en 5.944 billones de dólares de PIB, 31.837.087 km<sup>2</sup> de superficie de la tierra firme y 235.059.000 habitantes.

7. La denominada «maldición de los recursos naturales» se refiere a las pruebas empíricas de que a los estados con abundantes riquezas naturales les va peor que a los que son pobres a ese respecto, pero no hay mucho acuerdo acerca de por qué es así. Véanse M. L. Ross, «The Political Economy of the Resource Curse», *World Politics* 51 (1999), pp. 297-322, y C. N. Brunnschweiler y E. H. Bulte, «The Resource Curse Revisited and Revised: A Tale of Paradoxes and Red Herrings», *Journal of Environmental Economics and Management* 55, n.º 3 (2008), pp. 248-264.

8. El grueso de la economía ártica se basa en las exportaciones de bienes. Los servicios públicos comprenden el 20-40 por ciento del PIB, el transporte, alrededor del 5-12 por ciento, y el turismo y el comercio al por menor son significativos solo en algunas zonas. En 2001, la economía ártica total era de 230.000 millones (en paridad de capacidad adquisitiva), si se define que el Ártico es Alaska (Estados Unidos); Yukón, los Territorios del Noroeste, Nunavut, Nunavik y Labrador (Canadá); Groenlandia y las islas Feroe (Dinamarca); Islandia; Nordland, Tromsø, Finnmark y Svalbard (Noruega); Västerbotten y Norrbotten (Suecia); Oulu y Laponia (Finlandia); y las repúblicas de Carelia, Komi y Sajá; los óblasts de Arjánguelsk, Múrmansk, Tiumen, Kamchatka y Magadán; los ókrugs de Nenets, Janty-Mansii, Yamal-Nenets, el krai de Krasnoiarsk, Taimir, Evenk, Koriak y Chukchi (Federación Rusa). En los «servicios públicos» se incluyen la administración pública, la asistencia sanitaria y la educación. «Economic Systems», pp. 59-84 del *Arctic Human Development Report* (Instituto Ártico Stefansson, Akureyri, Islandia, 2004), 242 pp.

9. La Northern Transportation Company Limited, fundada en 1934 como Northern Waterways Limited, fue adquirida en 1985 por la Corporación de Desarrollo de Inuvialuit y por la Corporación Nunasi, lo que la convirtió en una compañía privada de propiedad aborigen al cien por cien. Para más información, véase [www.ntcl.com/about-us/history-timeline.html](http://www.ntcl.com/about-us/history-timeline.html).

\* El acuerdo se firmó en Múrmansk en septiembre de 2010.

## Créditos

*Los mapas de las páginas 10-13 son obra del autor.*

*Página 77.* Letra de «Whoever You Are» de Tommy C. Jordan y Greg Kurstin © 1996 Nudo Musical/Warner Bros. Records, Inc., reproducido con permiso de Tommy C. Jordan y Hal Leonard Corporation (Whoever You Are, letra y música de Greg Kurstin y Tommy Jordan, ©2004 EMI BLACKWOOD MUSIC, INC., TUCANO MUSIC, AND NUDO MUSIC, todos los derechos de TUCANO MUSIC controlados y administrados por EMI BLACKWOOD MUSIC INC., todos los derechos reservados, copyright internacional garantizado, utilizado con permiso).

*Página 162:* Mapas del autor, que utilizó datos de modelos por cortesía de Joseph Alcamo y Martina Flörke, Centro de Investigación de Sistemas Medioambientales, Universidad de Kassel.

*Páginas 170 y 172:* Previsiones de los modelos climáticos reproducidas por cortesía del AR4 del IPCC (véase la nota 4 del capítulo 5 para una referencia completa). Los mapas de las previsiones del cambio climático presentados en el capítulo 5 se modificaron con el permiso del IPCC, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, figura 10.8, Cambridge University Press. Por favor, téngase en cuenta que las modificaciones hechas a estos mapas («optimista», «moderado», «pesimista») solo sirven a los propósitos de este libro y no han sido sugeridas ni usadas por el IPCC.

*Páginas 210-211:* Mapas del autor basados en los datos sobre la actividad de la marina mercante en 2006 de la Evaluación de la Marina Mercante en el Ártico (AMSA), 2009 (véase la nota 42 del capítulo 6).

*Página 220:* Mapa del autor.

*Página 277:* Mapa del autor.

*Página 323:* *Abandono del Jeannette* reproducido de *Wonders of the Polar World*, National Publishing Co., Filadelfia, Chicago, San Luis, 1885. *El último oso polar* se ha utilizado con el permiso de Freezingpictures/Dreamstime.com/ GetStock.com.

*Para las fotografías del cuadernillo del libro (los números coinciden con el orden en que aparecen):*

1. Fotografía utilizada con permiso de James Martell. 2, 3. Fotografías del autor. 4. Fotografía utilizada con permiso de John Rasmussen, Narsaq Photo. 5. Fotografía utilizada con permiso del doctor Iván Frolov, Instituto de Investigaciones Árticas y Antárticas, San Petersburgo. 6. Fotografía utilizada con permiso de la agencia de noticias ITAR-TASS, Federación Rusa. 7.-11.

Fotografías del autor. 12. Fotografía utilizada con permiso del doctor Vladímir Romanovski, Universidad de Alaska en Fairbanks. 13. Fotografía del autor. 14. Fotografía utilizada con permiso de Toronto Star/GetStock. com. 15. Fotografía utilizada con permiso del doctor Richard Forster, Universidad de Utah. 16. Fotografía utilizada con permiso de David Dodge, Instituto Pembina ([www.oilsandswatch.org](http://www.oilsandswatch.org)). 17. Fotografía utilizada con permiso de Benjamin Jones, Centro de Ciencia de Alaska, Servicio Geológico de Estados Unidos, Anchorage. Retrato del autor utilizado con permiso de Karen Frey, Universidad Clark.

## Agradecimientos

Este proyecto nació gracias a la insistencia de dos colegas que atesoran grandes méritos: Judith Carney y William A. V. Clark, del Departamento de Geografía de la UCLA. Mientras nos tomábamos un café rápido, la conversación con Clark, un curtido estadístico que no se anda por las ramas ni es famoso por dar muchas vueltas a sus palabras, fue más o menos así:

*Clark:* Tienes que solicitar una Guggenheim y escribir un libro.

*Smith:* Soy un científico. No escribimos libros.

*Clark:* Absurdo. Conozco a muchos que lo hacen. Tienes que solicitar una Guggenheim y escribir un libro.

Cuatro años después, el libro está hecho gracias a su consejo, a una beca de la Fundación John Simon Guggenheim y al apoyo de otros tres colegas que me dieron especial aliento: John Agnew, Jared Diamond y David Rigby, geógrafos de la UCLA también.

Le agradezco a mi agente, Russell Weinberger, de Brockman, Inc., que se encargara del primer libro de un autor que no tenía experiencia alguna en escribir para profanos. La paciencia que tuvo para responder mis muchas preguntas fue superada solo por la paciencia de quienes se hicieron cargo editorialmente de mi libro, Stephen Morrow (Dutton, Nueva York) y Duncan Clark (Profile Books, Londres).

Estoy en deuda con mi asombrosa mujer, Abbie Tingstad, a la que conocí mientras investigaba para mi libro. Aparte de su indulgencia al descubrir que el que desde hacía tan poco era su esposo se iba a tirar casi dos años pegado a su escritorio, resultó ser la mejor crítica de este libro; con ella fueron puestas a prueba las ideas que contiene. Agradezco a mis padres, Norman y Judith Smith, y a mi hermano, Daniel, por haberme prestado tanto apoyo a lo largo del proyecto. Dibujó mapas e ilustraciones el soberbio cartógrafo y artista Chase Langford. Fue vital la ayuda investigadora de mis alumnos de la UCLA Vena Chu, Nora Hazzakzadeh y Scott Stephenson.

El manuscrito mejoró sustancialmente gracias a las expertas revisiones críticas de uno o más de los capítulos por John Agnew, Richard Alley, Doug Alsdorf, Lawson Brigham, Marshall Burke, Richard Glenn, John Grace, Richard Forster, Dennis Lettenmaier, David Perrin y Gavin Schmidt. Scott Lefavour y Gary Levy ofrecieron reacciones al capítulo final que fueron de gran ayuda. Norman Smith y Abbie Tingstad leyeron y comentaron el manuscrito en su integridad.

Muchos sacrificaron tiempo de sus atareadas vidas para concederme entrevistas, entre ellos Trevor Amiot, Daniel Augur, David Barber, Jeremy Beal, Kathryn Boivin, Cathie Bolstad, Jason



Box, Ron Brower, Guylaine Charbonneau, Nellie Couroyea, Joanne Delaronde, Lloyd Dick, John Donihee, Ken Drinkwater, Kamyar Enshayan, Lyle Fetterly, Patrick Frank, Beth Freeman, Melissa Gibbons, Richard Glenn, Michael Goodyear, John Grace, Robert Grandjambe, Jackie Grebmeier, James Hansen, Udloriak Hanson, David Henry, Tony Hill, Harry Hillaker, Tom Hoefler, Stella Hoksbergen, Robert Huebert, Richard Janowicz, Anne Jensen, Lars-Emil Johansen, Brenda Jones, Eli Kavik, Aili Keskitalo, Andréi Kortunov, Jason Langis, Brian y Susan Lendrum, Diana Liverman, Kim Ma, Lise Marchand, John Marshall, Stephanie Martin, Dan McKenney, Jim McLaughlin, Jobie Meeko, Josee Michaud, Ellen Mosley-Thompson, Kevin Mulligan, Dona Novecosky, Adrian Orr, Pentti y Ritva Peltokangas, Tony Penikett, Dorothy Peteet, Laurie Renauer, Andrew Revkin, John Richardson, Ed Schultz, Glenn Sheehan, Elisapee Sheutiapik, Mary Simon, Duane Smith, Rodney Smith, Guy Smith, Mike Spence, Sara Tabbert, Greg Thessen, Lonnie Thompson, Daniela Tommasini, Wayne Tuck, Paningoak' Vaengtoft, Sophie Vandenberg, Alexéi Varlámov, Aino Viker, Don Walette, George Wandering Spirit, Sheila Watt-Cloutier y Robert Zywojtko.

Entre quienes han aportado datos, lecturas, fotografías, consejos u otras formas de ayuda están Joseph Alcamo, Kim Barnes, Jason Box, Marsha Branigan, Lawson Brigham, David Dodge, Gebisa Ejeta, Kamyar Enshayan, Martina Flörke, Gail Fondahl, Louis Fortier, Cary Fowler, Karen Frey, Iván Frolov, Harry Gill, Maya Gold, Ken Hinkel, Larry Hinzman, Ben Jones, Tommy Jordan, Serguéi Kirpotin, David Lawrence, Glen MacDonald, Ross MacDonald, James Martell, Philip Micklin, Tatiana Mijailova, Kevin Mulligan, Tom Narins, Heather Nicol, Matthew Nisbitt, Samuel Niza, Trevor Paglen, Martin Pasqualetti, Tamlin Paveleski, Fred Pearce, Dorothy Peteet, Tom Puleo, John Rasmussen, Åsa Remnermalm, Anthony Repalone, Bruce Robison, Vladímir Romanovski, Michael Shermer, Nikolái Shiklománov, C. K. Shum, Dimas Streletski y Sara Wheeler.

Los viajes efectuados para este proyecto contaron, en parte, con el respaldo de la Fundación John Simon Guggenheim y con el período sabático concedido por la Universidad de California en Los Ángeles. El Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, en Nueva York, y una beca residencial en Bellagio, de la Fundación John D. Rockefeller, proporcionaron durante varios meses un espacio de trabajo.

**Laurence C. Smith** es catedrático y profesor de geografía y de Ciencias de la Tierra y el Espacio en la UCLA. Ha sido asesor del Congreso para estudiar el impacto del cambio climático, y su trabajo tiene un lugar destacado en el cuarto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), ganadores del Premio Nobel de la Paz en 2007.

Título original: *The New North: Our World in 2050*

Edición en formato digital: marzo de 2012

© 2010, Laurence C. Smith

© 2012, Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.

Travessera de Gràcia, 47-49. 08021 Barcelona

© 2011, Juan Pedro Campos, por la traducción

Diseño de la cubierta: © Pete Garceau

Fotografía de la cubierta: Getty Images

Quedan prohibidos, dentro de los límites establecidos en la ley y bajo los apercibimientos legalmente previstos, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, así como el alquiler o cualquier otra forma de cesión de la obra sin la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, <http://www.cedro.org>) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-9992-174-7

Conversión a formato digital: Newcomlab, S.L.

[www.megustaleer.com](http://www.megustaleer.com)

## Índice

Cubierta

Prólogo. En vuelo hacia Fort McMurray

1. El peludo trofeo de Martell

Primera parte. Cambios que vienen

2. La historia de las ciudades boyantes

3. Hierro, petróleo y viento

4. California se reseca, Shanghai se ahoga

Segunda parte. Respuesta en el Ártico

5. Dos bodas y un modelo por ordenador

6. Pon una luz si vienen por tierra, pon dos si vienen por mar

7. La tercera ola

8. Adiós, arpón; hola, maletín

Tercera parte. Finales alternativos

9. El informe del Pentágono

10. El nuevo Norte

Notas

Créditos

Agradecimientos

Biografía del autor

Créditos