

## Un mundo ¿feliz?

Permítanme empezar este comentario imaginando que soy simultáneamente un crítico de cine y un teórico de las civilizaciones. Más adelante comprenderán a qué se debe este cambio en mi personalidad.

Hace pocos días, vi *Avatar*, la última película de James Cameron<sup>1</sup>. Tiene unos efectos especiales, todos ellos digitales, realmente espectaculares<sup>2</sup>, pero el guión me pareció simple y predecible<sup>3</sup>.

En esencia, Cameron rodó una película del Oeste en la que los indios son los buenos. Viven tan tranquilos en su territorio hasta que llegan los colonos, que, apoyados por la caballería, quieren echarlos de él. En *Avatar*, los indios son los na'vi, los colonos son una corporación minera y la caballería es una unidad de marines equipada con armas tremebundas<sup>4</sup>. Finalmente, el territorio indio-na'vi es Pandora, una luna muy parecida a la Tierra (salvo en la atmósfera, que es tóxica) del planeta Polifemo, en el sistema estelar de Alfa Centauro<sup>5</sup>. Y, mientras que los malos malísimos sólo persiguen el beneficio económico, sin ningún respeto a lo que se oponga a sus designios, los na'vi viven en estrecha comunión con la naturaleza y creen que forman parte de un todo, integrado en la diosa Eywa. En resumen, nada nuevo, salvo los efectos especiales: una crítica feroz a los métodos imperialistas de determinados estados y empresas y un canto laudatorio a la forma de vida de los nativos atropellados.

Bien, ni el guión, ni el desenlace tienen nada que no se haya visto antes. Si prescindimos de los efectos especiales, *Avatar* se parece mucho (más de la cuenta, me atrevería a decir) a *Bailando con lobos* (*Dances with wolves* en su formato original en inglés), una película dirigida y protagonizada por Kevin Costner que, estrenada en 1990,

---

<sup>1</sup> Para los que no la hayan visto, tengan intención de hacerlo y sean muy escrupulosos a propósito de que no les cuenten cosas de la película que les interesa, advierto de que voy a mencionar unos cuantos detalles de ésta en concreto. Lo digo por si creen oportuno saltarse algunos párrafos.

<sup>2</sup> A mí, lo de utilizar tecnología digital para elaborar efectos espaciales me deja completamente frío. Así que, cuando alguien me dice que tal película tiene unos efectos especiales muy buenos, me recuerda a lo que se decía dos décadas atrás, cuando una obra era realmente mala y, sin embargo, alguien quería salvar algo de ella: *Ya, pero tiene una fotografía extraordinaria*. ¡Qué diablos! Si uno va al cine es a ver una película, no a extasiarse con la fotografía o a maravillarse con los efectos especiales. Y, ya suponiendo que tales efectos son estrictamente necesarios, al menos que se los trabajen de forma artesanal, como hizo George Lucas en la primera versión de la primera película de *La guerra de las galaxias*. Aquellos efectos especiales sí que tenían mérito, y no los de ahora, que los consiguen unos cuantos *freakies* jugando con sus ordenadores, preferentemente de la marca Apple. De todos modos, antes que cualquier efecto especial, siempre me impresionaron más las hazañas de los jinetes apaches en *La diligencia* (*Stagecoach*; [http://en.wikipedia.org/wiki/Stagecoach\\_\(1939\\_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Stagecoach_(1939_film)), 24 enero 2010), de John Ford.

<sup>3</sup> En *Casi titiritada*, La Voz de Galicia, 19 enero 2010, el crítico de cine Miguel Anxo Fernández dice, refiriéndose a *Avatar*, que *en cuanto a guión no pasa de peliculilla*.

<sup>4</sup> <http://www.avatarmovie.com>, 2009.

<sup>5</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Avatar\\_\(2009\\_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Avatar_(2009_film)), 28 diciembre 2009. En ésta y otras referencias, la fecha indica cuándo se realizó la última actualización de la página web antes de que fuera consultada para este trabajo.

ganó siete Óscares<sup>6</sup>; excepto en los respectivos finales (*Avatar* termina bien, mientras que *Bailando con lobos* lo hace tirando a bastante mal), los planteamientos de las dos películas son prácticamente idénticos. Ya menos parecida, aunque apunta en la misma línea, es *Soldado azul* (*Soldier blue*), dirigida por Ralph Nelson y estrenada en 1970; en esta película, el énfasis se pone en la brutalidad de los militares que profanan el territorio de los nativos<sup>7</sup>. Del mismo estilo, aunque con un tono más satírico y cómico, es *Pequeño gran hombre* (*Little big man*), también de 1970 y dirigida por Arthur Penn<sup>8</sup>. Bastante distinta, aunque mantiene la idea del respeto a la naturaleza y el alejamiento del teórico mundo civilizado, es *La leyenda de la ciudad sin nombre* (*Paint your wagon*), una película de Joshua Logan estrenada en 1969<sup>9</sup>. Lo que pasa es que en ésta el bueno es un blanco; de hecho, aunque sea un *film* del Oeste, no hay indios.

Estas películas, como muchas otras, fueron rodadas en los momentos más candentes de la guerra del Vietnam. Además, en esa época el movimiento *hippy* vivía sus tiempos de gloria. Ambos acontecimientos tuvieron mucho que ver en el hecho de que se pusieran en cuestión muchas cosas y una de éstas era el tratamiento que se había dado a los indígenas de Estados Unidos en películas anteriores. Los papeles de buenos y malos, que tradicionalmente se habían asignado a blancos e indios, respectivamente, se invirtieron en esa época. En ese sentido, cabe mencionar, en calidad de precursora, una película anterior de John Ford, *El gran combate* (*Cheyenne autumn*), de 1964<sup>10</sup>.

Actualmente, las obras que he mencionado son consideradas mucho más ajustadas a la realidad que sus predecesoras en lo que se refiere a las relaciones entre los indios y los blancos. Y no seré yo quien niegue que se cometieron grandes injusticias y notables traiciones por parte de los blancos. Pero plantear la historia como se hace en *Avatar* me parece tan simple y erróneo como lo que se hacía cuando se presentaba a los indios como los malos.

La esencia de la filosofía desarrollada en *Avatar* es que los indígenas son extremadamente respetuosos con el entorno, con el que viven en una comunión casi perfecta (por ejemplo, no matan animales que no van a comer y, cuando lo hacen, les piden perdón y encomiendan sus espíritus a la gran deidad de la que todos formamos parte), con lo que tienen una vida mucho más feliz que la que somos capaces de alcanzar los extraños. En ese sentido, el simbolismo de *Avatar* es diáfano: los occidentales (europeos y estadounidenses sobre todo) constituimos una sociedad decadente, preocupada únicamente del bienestar material e incapaz de comprender que existen formas distintas (y más plenas) de existencia.

---

<sup>6</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Dances\\_with\\_wolves](http://en.wikipedia.org/wiki/Dances_with_wolves), 28 diciembre 2009.

<sup>7</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Soldier\\_Blue](http://en.wikipedia.org/wiki/Soldier_Blue), 28 diciembre 2009.

<sup>8</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Little\\_Big\\_Man](http://en.wikipedia.org/wiki/Little_Big_Man), 20 diciembre 2009.

<sup>9</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Paint\\_Your\\_Wagon\\_\(film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Paint_Your_Wagon_(film)), 22 diciembre 2009.

<sup>10</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Ford\\_filmography](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Ford_filmography), 23 diciembre 2009.

Sin embargo, a mi modo de ver las cosas no son exactamente así. Los nativos norteamericanos constituyeron sociedades muy cerradas, de carácter muy violento y machista, siempre reacias a abrirse a personas ajenas a sus costumbres y tradiciones, y continuamente dispuestas a enzarzarse en luchas sangrientas contra otras sociedades próximas. No lo digo por sus enfrentamientos con colonos y militares, enfrentamientos en los que los indios muy probablemente tenían toda, o casi toda, la razón, sino por sus luchas contra otros indios sin intervención de los blancos<sup>11</sup>. En su versión futurista, Cameron elimina el machismo (¡cuidado con ser políticamente incorrecto!) y la violencia entre tribus (no vayamos a fastidiar la imagen ideal con otra incorrección política) de *Avatar*. A cambio, conserva una referencia espectacular a los ritos de iniciación; es decir, a la empresa difícil que ha de superar cualquier joven para ser miembro de pleno derecho de la tribu (en la decadente sociedad occidental dicho rito de iniciación se limita a cumplir dieciocho años). A este respecto, recuerdo la película *Un hombre llamado caballo* (*A man called horse*), firmada por Elliot Silverstein en 1970 y protagonizada por Richard Harris<sup>12</sup>. Es un *film* hablado parcialmente en el idioma de los sioux y rodado enteramente desde el punto de vista de los indios. La imagen en la que Harris es sometido a su rito de iniciación, consistente en suspenderlo en el aire sujeto únicamente por dos cuerdas que terminan en sus pezones, nunca se ha borrado de mi memoria y todavía me produce escalofríos de grima.

No estoy siendo parcial contra los indios. Quien no me crea puede acudir al libro *Hanta yo*<sup>13</sup>, escrito por Ruth Beebe Hill<sup>14</sup>. Se trata de una voluminosa (más de mil páginas en edición de bolsillo) descripción de la vida entre los lakota<sup>15</sup>. La autora, pese a ser blanca, adoptó la perspectiva de los indios para elaborar su obra. De hecho, las menciones a los blancos norteamericanos son muy escasas y totalmente marginales. En *Hanta yo* podemos encontrar el machismo más descarnado, violencia terrible, ritos de iniciación más

---

<sup>11</sup> Hago esta precisión para no incluir, cosa que sería injusta en los términos del razonamiento que pretendo desarrollar, los combates entre distintas tribus indias que tuvieron lugar durante la Guerra de Independencia de Estados Unidos. Tampoco pretendo que la afirmación englobe a los indios que actuaron como exploradores para la caballería americana en sus guerras indias. En otras palabras, me refiero a combates puros y duros entre indios. Así, por ejemplo, en [http://www.proyectosalohogar.com/diversos\\_temas/indios\\_americanos.htm](http://www.proyectosalohogar.com/diversos_temas/indios_americanos.htm), puede leerse (haciendo referencia a los cheyennes) que *los echaron en 1770 y emigraron a las praderas. Cuando alcanzaron las Colinas Negras de Dakota del Sur su estilo de vida cambió [y] comenzó a basarse en la caza del bisonte y el asalto a los campamentos indios (sobre todo, crow y pawnee)*. Y en <http://boards.history.com/index.jspa> se indica que los principales enemigos de los comanches eran los pawnees, no los sioux (con excepción de los oglala).

<sup>12</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/A\\_Man\\_Called\\_Horse](http://en.wikipedia.org/wiki/A_Man_Called_Horse), 28 octubre 2009. Obsérvese que se trata de una película de la misma época que las citadas más arriba, con lo que no es de extrañar que comparta con ellas gran parte de sus planteamientos básicos.

<sup>13</sup> Doubleday (Random House), Nueva York (Estados Unidos), 1979. <http://www.amazon.com/Hanta-Yo-Ruth-Beebe-Hill/dp/0385135548>.

<sup>14</sup> Pueden encontrarse referencias a la obra y a su autora en <http://www.amazon.com/Hanta-Yo-Ruth-Beebe-Hill/dp/0385135548>.

<sup>15</sup> Los lakota, también conocidos como teton, forman parte una confederación de tribus sioux con un lenguaje común ([http://en.wikipedia.org/wiki/Lakota\\_people](http://en.wikipedia.org/wiki/Lakota_people), 24 diciembre 2009). Dos de los grupos más conocidos de la confederación son el de los oglalas ([http://en.wikipedia.org/wiki/Oglala\\_Lakota](http://en.wikipedia.org/wiki/Oglala_Lakota), 27 diciembre 2009) y el de los sioux brúlés (<http://en.wikipedia.org/wiki/Brulé>, 21 diciembre 2009).

salvajes que el protagonizado por Richard Harris y una descarada inclinación al consumo de drogas duras. Vamos, todo un ejemplo de sociedad que vive en armonía con la naturaleza.

Pero seamos comprensivos y aleguemos que todos tenemos derecho a vivir como nos apetece. Así que pasemos por alto los pecadillos de los sioux lakota y otras tribus indias y tratemos de concentrarnos en los aspectos positivos de su sociedad. Y la verdad es que, aparte de la etérea sintonía con la Madre Tierra y la empatía con la que tratamos a los animales que vamos a comernos, no encontramos ninguno. Una sociedad india es un núcleo cerrado, como dije antes, en el que no existe libertad individual. Todos los actos están gobernados por inmutables tradiciones ancestrales; apartarse de cualquiera de ellas, siquiera mínimamente, supone la muerte o la expulsión de la tribu, que viene a ser como la muerte, porque las probabilidades de supervivencia de un individuo aislado en un entorno más o menos hostil son realmente escasas. Es decir, estamos ante una sociedad que tiene bastante en común con los nazis y que, desde luego, impide que surja cualquier iniciativa. A este respecto, puede tenerse en cuenta que los antepasados directos de los indios americanos llegaron a sus asentamientos en Estados Unidos, como muy tarde, hace 25000 años<sup>16</sup>, con lo que, antes de que los blancos fueran a molestarles, tuvieron casi 250 siglos para construir algo parecido a una civilización. Y, sin embargo, con una notable excepción, representada por la tribu cherokee<sup>17</sup>, no hicieron ningún desarrollo científico, no mostraron aficiones artísticas y ni siquiera tuvieron la idea del alfabeto. Así, mientras los indios intensificaban sus contactos con la Madre Tierra, los predecesores de la civilización occidental, que ya empezaba a decaer, daban a luz la filosofía de Aristóteles, la geometría de Euclides, el código de Hammurabi, el busto de la reina Nefertiti y la idea de poner las palabras por escrito. Si uno repasa cualquier clasificación de indios célebres, se encuentra con que hacen aportaciones a la sociedad sólo a partir del momento en que se integran total o parcialmente en el mundo de los blancos; antes de eso, únicamente encontramos jefes guerreros (exceptuando al inventor del alfabeto cherokee)<sup>18</sup>.

Hay un último aspecto que parece conveniente reseñar con relación a *Avatar*. Se trata de la sostenibilidad, un concepto que hoy en día está en boga. No recuerdo que en la película se haga ninguna referencia explícita a él, pero, en general, la simpatía por los indios o los na'vi suele ir acompañada de la apostilla de que su sociedad era perfectamente sostenible. Es difícil opinar al respecto en el caso de Pandora, ya que no se proporcionan detalles sobre su tamaño, aunque se la ve bastante despoblada. Para la batalla final, los na'vi, tras hurgar por toda la luna, forman un ejército de veinte mil luchadores, lo cual nos

<sup>16</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Native\\_Americans\\_in\\_the\\_United\\_States](http://en.wikipedia.org/wiki/Native_Americans_in_the_United_States), 31 diciembre 2009.

<sup>17</sup> Según se indica en [http://www.proyectosalohogar.com/diversos\\_temas/indios\\_americanos.htm](http://www.proyectosalohogar.com/diversos_temas/indios_americanos.htm), *hay que entender que la nación cherokee consiguió formar un estado dentro de los Estados Unidos con gobierno propio y medios de comunicación propios, y en 1828 se creó la República Cherokee*; además, *dentro de la tribu cherokee hay que destacar un nombre, el de Sequoyah* [<http://en.wikipedia.org/wiki/Sequoyah>, 17 diciembre 2009], *hijo de un alemán y una mujer cherokee. Este hombre hizo lo que ningún otro indio había hecho nunca, crear un alfabeto de la lengua cherokee [...] En 1828 apareció el primer periódico indio, el Cherokee Phoenix.*

<sup>18</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Lists\\_of\\_Native\\_Americans](http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Lists_of_Native_Americans), 4 julio 2009.

permite estimar que el total de la población es del orden de cien mil individuos. O sea que, probablemente, Pandora y la forma de vivir en ella son sostenibles, pero para un número muy limitado de seres. En el fondo, es lógico. Si uno vive al estilo na'vi o al de los indios americanos, necesita muchas hectáreas a su disposición para mantenerse, aunque sólo sea porque la caza tiende a moverse y a desplazarse por amplias extensiones de territorio. En el caso de los indios, a mediados del siglo XIX eran sólo unos pocos millones los que habitaban lo que habitualmente se conoce como región de las Grandes Llanuras, limitada por Canadá, el centro de Texas, las Montañas Rocosas y los Montes Apalaches. Aún así, los indios se opusieron ferozmente a que la cruzaran caravanas de colonos que se dirigían a California. Y me refiero a caravanas compuestas por carros tirados por caballos, mulas o bueyes; ya no mencionemos el tren. Los indios estaban convencidos (y probablemente su convencimiento estaba bien fundado) de que tal intrusión, completamente ecológica por otra parte, alteraría sustancialmente el comportamiento de los animales de los que se alimentaban. O sea que, si querían que las cosas se mantuvieran como estaban (es decir, que sus condiciones de vida fueran sostenibles), había que oponerse al paso de los colonos y mucho más a que éstos se establecieran en aquellas regiones. Conclusión (a la que tampoco es muy difícil llegar utilizando otros razonamientos): la sostenibilidad requiere poblaciones lo más reducidas posible. Por tanto, ya pueden ponerse en fila, dispuestos a ser eliminados, los simpatizantes de los na'vi y los indios que no hayan sido catalogados como sostenibles. Y es que hay gente, mucha gente, que no se ha dado cuenta de que en este planeta ya somos casi siete mil millones de seres humanos. Es probable que hayamos cometido un error muy gordo al no adaptar medidas que nos impidieran llegar a este número, pero el daño ya está hecho y no es cuestión de eliminar a la gente que sobra. En otras palabras, no siempre se puede actuar de acuerdo con criterios de sostenibilidad.

En resumidas cuentas, mientras que las películas que cité más arriba se centraban preferentemente en poner de manifiesto la brutalidad de los blancos y la irracionalidad de sus ataques a los indios, *Avatar* da un paso más y nos canta las excelencias de la civilización indígena. En otras palabras, las primeras eran películas de denuncia (una denuncia más que justificada), mientras que la segunda es un panfleto propagandístico. Y la propaganda bien manejada, como demostró Joseph Goebbels durante el nazismo, puede llegar a ser un arma muy peligrosa. Por ello no me gusta *Avatar* y por eso rechazo de plano su ideología. Volveremos más adelante sobre este punto<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Es curioso constatar que, desde que escribí las líneas anteriores hasta ahora, ha surgido y ha ido subiendo de intensidad un debate acerca de la ideología de *Avatar*. Dejando aparte la satisfacción personal que siento al comprobar que estaba acertado en mi suposición de que es una película que conviene examinar con detalle, en esta nota voy a mencionar, siquiera de pasada, algunas de las líneas en las que se está moviendo el debate aludido. Y, para ello, me baso en el siguiente artículo: Tatiana López, "Avatar", *acusada de fomentar tópicos y comportamientos racistas*, La Voz de Galicia, 19 enero 2010. Al parecer, David Brooks, columnista de *The New York Times*, asegura que la película (la traducción de los textos en inglés corresponde en este caso a la autora del artículo) *es la fantasía racial por excelencia. Un producto donde los blancos son tecnócratas y los indígenas atléticos y espirituales, pero no pueden resolver su situación sin la ayuda de un mesías blanco*. Ya dije yo que los logros de las culturas de los indios de Estados Unidos no habían sido excesivos, pero esto es la simple constatación de un hecho, no una demostración de racismo. Claro que, si exigimos que se oculte la realidad porque, de lo contrario, somos racistas... Debido a esta circunstancia, Brooks compara *Avatar* con *Un hombre llamado caballo*, *Bailando con lobos* y *El último samurai*. ¿Les suena la comparación?; que conste que no incluí la última citada porque no es del Oeste. En el otro



Todo lo relativo al cambio climático está muy de moda en los últimos años, lo cual no es necesariamente malo. El cambio climático preocupa a los dirigentes políticos y a los ciudadanos de a pie, y está sujeto a o es protagonista de numerosos estudios, informes, debates y controversias. Ahora bien, ¿qué se entiende por cambio climático y por qué tiene tanta trascendencia?

El clima terrestre varía continuamente y lo hace con independencia de que haya o no seres humanos en el planeta. El mal llamado *cambio climático* significa, en el contexto al que voy a referirme a continuación, el aumento de la temperatura global media de la Tierra causado por actividades humanas; es decir, se está haciendo referencia a un cambio *antropogénico*<sup>20</sup> y no a nada que tenga un origen exclusivamente natural. Por expresarlo de forma muy resumida (luego daré algún detalle más), se supone que el cambio climático o calentamiento global provocado por los seres humanos es perjudicial, tanto para la Tierra como para quienes la habitan. Dos son los principales mecanismos a través de los cuales el hombre contribuye a dicho calentamiento: la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y la deforestación.

El calentamiento debido a la quema de combustibles fósiles se produce mediante lo que se denomina *efecto invernadero*. Supongamos que una radiación energética (por ejemplo, la luz) llega a la superficie terrestre a través de un material total o parcialmente transparente (por ejemplo, los cristales y los plásticos de un invernadero). La luz calienta el ambiente y, cuando desaparece (de noche), aquél intenta devolver el exceso de calor que ha recibido al exterior. Ahora bien, la luz ha cambiado parte de sus propiedades (la longitud de onda, en concreto) al atravesar los materiales transparentes, de modo que la nueva radiación ya no es capaz de deshacer el camino y regresar al exterior. Es decir, se queda dentro del invernadero, aumentando la temperatura de todo lo que hay dentro de él. Diversos gases presentes en la atmósfera actúan como los cristales y los plásticos del invernadero. La luz solar puede pasar a través de ellos para llegar a la superficie terrestre, pero no puede volver al espacio exterior. En consecuencia, la superficie se calienta y lo hace tanto más rápidamente cuanto mayor es la concentración del gas en la atmósfera (es decir, cuanto más denso es el gas). Hay cuatro gases que contribuyen especialmente al efecto invernadero<sup>21</sup>: el vapor de agua (36-72 %), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, 9-26 %), el metano (4-9 %) y el ozono (3-7 %). Los números indicados entre paréntesis indican las contribuciones de los cuatro gases al efecto invernadero. Las contribuciones se expresan

---

extremos, el presidente de Bolivia, *Evo Morales*, manifestó sentirse admirado por el contenido ecologista y naturalista de la producción de Cameron, asegurando que la historia defiende a "la madre Tierra del capitalismo". Volveremos a hablar más adelante del señor Morales. Por su parte, James Cameron aseguraba que "la película trata de [...] abrir los ojos a los que no son como nosotros y aceptarlos con sus diferencias". ¿Con el machismo, la violencia y el consumo de drogas de los indios norteamericanos reales, o quedándonos sólo con el amor y la paz de los idealizados na'vi?

<sup>20</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Influencia\\_antropogénica\\_sobre\\_el\\_clima](http://es.wikipedia.org/wiki/Influencia_antropogénica_sobre_el_clima), 23 diciembre 2009.

<sup>21</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse\\_gas](http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas), 29 diciembre 2009.

en forma de horquilla de valores antes que como valores concretos a causa de las discrepancias existentes a la hora de elegir el modelo matemático a emplear para calcularlos. De los cuatro, el CO<sub>2</sub> se forma en cualquier proceso de quema de combustibles fósiles. La adición de una pequeña cantidad de este gas a la atmósfera tiende a elevar la temperatura de la superficie de la Tierra<sup>22</sup>. Esto hace que aumente la evaporación de vapor de agua de los océanos, con lo que el efecto invernadero empieza a hacerse realmente acusado ya que el vapor de agua es más eficiente que el CO<sub>2</sub> desde esta perspectiva. A este fenómeno se le conoce como *realimentación del vapor de agua*.

La deforestación es un fenómeno por el que se eliminan grandes masas forestales. Los árboles, al igual que los otros vegetales, eliminan CO<sub>2</sub> de la atmósfera, ya que captan el gas y lo disocian, quedándose con el carbono y liberando oxígeno. En consecuencia, cuantos menos árboles haya, más CO<sub>2</sub> habrá en la atmósfera, más acusado será el efecto invernadero y mayor será el calentamiento global. El IPCC llegó a estimar que un tercio del aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> era debido a la deforestación<sup>23</sup>. Sin embargo, un reciente artículo científico<sup>24</sup> se muestra más conservador y reduce dicho aumento al rango del 6-17%.

El científico sueco Svante August Arrhenius<sup>25</sup> fue quien primero sugirió, en 1903, que la quema de combustibles fósiles puede tener repercusión en el clima de la Tierra<sup>26</sup>. Sin embargo, durante varias décadas sus teorías fueron ignoradas, ya que se suponía que el efecto del CO<sub>2</sub> quedaba enmascarado por el del vapor de agua a la hora de generar un efecto invernadero<sup>27</sup> (obsérvese que esta crítica es coherente con los datos que presentábamos en el párrafo anterior acerca de la presencia relativa de ambos gases en la atmósfera). El trabajo de Arrhenius fue reivindicado cuando, a partir de 1958, se iniciaron los estudios científicos de la correlación entre la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y la temperatura de la Tierra. El impacto de estos estudios tuvo como consecuencia, entre

---

<sup>22</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009.

<sup>23</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Deforestation>, 30 diciembre 2009.

<sup>24</sup> G. R. van der Werf, D. C. Morton, R. S. DeFries, J. G. J. Olivier, P. S. Kasibhatla, R. B. Jackson, G. J. Collatz, J. R. Randerson. *CO<sub>2</sub> emissions from forest loss*. Nature Geoscience, vol. 2, pp. 737-738, noviembre 2009.

<sup>25</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Svante\\_August\\_Arrhenius](http://es.wikipedia.org/wiki/Svante_August_Arrhenius), 4 diciembre 2009.

<sup>26</sup> Svante Arrhenius. *Lehrbuch der Kosmischen Physik*. S. Hirschel (Leipzig, Alemania), 1903.

<sup>27</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009.

otras, la creación del IPCC<sup>28</sup>. La primera persona que utilizó la expresión *calentamiento global*, fue el científico Wallace S. Broecker<sup>29</sup>, que lo hizo en 1975.

La importancia del CO<sub>2</sub> y la deforestación en el cambio climático son enfatizadas en un trabajo<sup>30</sup> del IPCC, según el cual *un número creciente de observaciones proporciona un cuadro de un mundo sometido a calentamiento y a otros cambios en el clima... Hay evidencias nuevas y sólidas de que la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años es debido a actividades humanas* (la traducción es mía, al igual que en otros casos en los que se recurre a citas formuladas en inglés). Para ser más precisos, en el trabajo aludido se indica que el incremento en la temperatura de la superficie de la Tierra, considerada en su conjunto, ha sido de 0.8 °C (grados centígrados) entre 1905 y 2005, y que la mayor parte del aumento observado en el último medio siglo se debe a la quema de combustibles fósiles y a la deforestación.

Los datos que acabamos de presentar se traducen, de acuerdo con el IPCC, en una previsión de un aumento de temperatura global durante el siglo XXI comprendido entre 1.1 y 6.4 °C. La imprecisión<sup>31</sup> en esta estimación se debe a las incertidumbres asociadas al cálculo de cómo aumentarán las concentraciones de los gases que producen el efecto invernadero y, de nuevo, a las dudas en cuanto al modelo a elegir para determinar la sensibilidad de la atmósfera a tales gases<sup>32</sup>. En cualquier caso, se asegura que un aumento de la temperatura global provocará una subida del nivel del mar (tanto por el calentamiento en sí mismo como por el hecho de que el agua se expande con el incremento de temperatura) en el conjunto del siglo XXI de entre 9 y 90 cm (centímetros)<sup>33</sup>, más acusada en el Ártico<sup>34</sup>, y un cambio en la cantidad y la distribución de

---

<sup>28</sup> IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Se trata de un organismo intergubernamental dedicado a evaluar el riesgo que supone el cambio climático causado por las actividades humanas. Nació en 1988 bajo la iniciativa de dos organismos de las Naciones Unidas: la Organización Meteorológica Mundial (WMO, World Meteorological Organization) y el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP, United Nations Environment Programme). En 2007 compartió el Premio Nobel de la Paz con Al Gore, antiguo vicepresidente de Estados Unidos. Véanse [http://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental\\_Panel\\_on\\_Climate\\_Change](http://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change) (29 diciembre 2009), [http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_opinion\\_on\\_climate\\_change](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_opinion_on_climate_change) (29 diciembre 2009), [http://es.wikipedia.org/wiki/Opini3n\\_cient3fica\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim3tico\\_antropog3nico](http://es.wikipedia.org/wiki/Opini3n_cient3fica_sobre_el_cambio_clim3tico_antropog3nico) (27 diciembre 2009).

<sup>29</sup> Wallace S. Broecker. *Climatic change: are we on the brink of a pronounced global warming?* Science, vol. 189, p. 4201, 1975.

<sup>30</sup> IPCC. *Summary for policymakers. Climate change 2007: the physical science basis. Contributions of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 4 mayo 2007.

<sup>31</sup> Revisando documentación para escribir este comentario, he podido constatar que existe una considerable dispersión en los valores atribuidos a distintos fenómenos, sus causas y sus consecuencias, incluso entre partidarios de la teoría del calentamiento global. Ello es debido a que gran parte de las estimaciones y predicciones se basan en modelos teóricos. Naturalmente, si uno cambia de modelo, obtiene un resultado distinto. Así que les ruego que no se tomen al pie de la letra los valores que cito, sino las tendencias globales.

<sup>32</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming), 30 diciembre 2009.

<sup>33</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Sea\\_level\\_rise](http://en.wikipedia.org/wiki/Sea_level_rise), 30 diciembre 2009.

<sup>34</sup> Si el calentamiento alcanzara el nivel suficiente para fundir todo el hielo de la Antártida, el nivel del mar subiría 61 m (metros). Téngase en cuenta que una subida de sólo 6 m bastaría para anegar Nueva York y Londres ([http://es.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://es.wikipedia.org/wiki/Global_warming), 30 diciembre 2009). En la versión en castellano de esta página web



las precipitaciones en forma de lluvia, que muy probablemente conducirá a un incremento de los desiertos subtropicales. Otros efectos estimados del cambio climático son la extinción de especies y cambios drásticos en los rendimientos de las actividades agrícolas.

Por lo que se refiere concretamente a la subida del nivel del mar, a título de ejemplo de lo que supone podemos citar el caso de Tuvalu<sup>35</sup>, un pequeño conjunto de islas del Pacífico, que se organizan en una monarquía constitucional. La elevación más grande de esta nación alcanza 4.5 m, lo cual la convierte en una buena candidata a ser sumergida por la subida del nivel del mar debida al cambio climático. De hecho, ya se han elaborado planes para evacuar la población, sobre todo a Nueva Zelanda. Sin embargo, Tuvalu está más amenazada, en lo que se refiere a quedar sumergida por el océano, por mareas excepcionalmente acusadas (*king tide*). En cualquier caso, es curioso que Tuvalu haya alcanzado tanta repercusión mientras que, sobre la nación más baja del mundo (las Islas Maldivas, en el Océano Índico, con una altura máxima de 2.3 m)<sup>36</sup>, apenas se oye nada que la relacione con el cambio climático.

En general, la teoría del cambio climático predice una serie de efectos desastrosos sobre la economía mundial<sup>37</sup>, estimándose que, de no ponerle remedio, se producirán reducciones de hasta un 20 % en el crecimiento, en tanto que las medidas para evitarlo no causarían una disminución superior al 1 %.

Debido precisamente a la formulación de previsiones tan negativas como las que acabamos de indicar, el tema del cambio climático ha suscitado una gran diversidad de reacciones. Un ejemplo de tal diversidad lo proporciona un científico de la Universidad de Cardiff (País de Gales, Reino Unido), que asegura<sup>38</sup> que *mientras Europa busca la respuesta adecuada al calentamiento global, en Estados Unidos todavía se especula acerca de si el cambio climático está teniendo lugar efectivamente*. De hecho, pueden citarse numerosos científicos que creen que se está produciendo un cambio climático en las condiciones que hemos indicado<sup>39</sup> y otro número, también considerable, de científicos para los que la teoría del cambio climático es parcial o totalmente errónea<sup>40</sup> o incluso que existe una conspiración que soporta dicha teoría<sup>41 42</sup>. En cualquier caso, la opinión de que

---

([http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009) se indica que, de acuerdo con el IPCC, la subida del nivel del mar entre 1990 y 2100 estará entre 9 cm y 1 m (metro), y que la eliminación completa del hielo de la Antártida supondría una subida de 125 m.

<sup>35</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Tuvalu>, 28 diciembre 2009.

<sup>36</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Maldives>, 30 diciembre 2009.

<sup>37</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009.

<sup>38</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming), 30 diciembre 2009.

<sup>39</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_opinion\\_on\\_climate\\_change](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_opinion_on_climate_change), 30 diciembre 2009.

<sup>40</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming\\_controversy](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_controversy), 30 diciembre 2009.

<sup>41</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming\\_conspiracy\\_theory](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_conspiracy_theory), 30 diciembre 2009.

<sup>42</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Climagate>, 29 diciembre 2009. *Climategate* es el nombre con el que se conoce a un incidente de robo de documentos informáticos en la Unidad de Investigación del Clima de la Universidad de East Anglia (Norwich, Inglaterra, Reino Unido). En noviembre de 2009 un *hacker* desconocido robó y difundió más de mil correos electrónicos y

efectivamente está ocurriendo un cambio climático y de que éste tendrá consecuencias nefastas parece ser mayoritaria en el momento actual<sup>43</sup>. Así, las academias y las sociedades científicas nacionales o internacionales apoyan esta tesis, que, además, es respaldada por el IPCC; de hecho, desde 2007 ninguna institución nacional o internacional ha expresado formal y explícitamente una opinión en contra. Sí pueden encontrarse posturas enfrentadas en el seno de distintas instituciones, así como bastantes científicos que no están de acuerdo, en todo o en parte, con la teoría del cambio climático. También hay un número significativo de científicos individuales, universidades y laboratorios que no coinciden, al menos en parte, con los elementos básicos de la teoría del cambio climático.

Aunque el IPCC clama que hay un amplio consenso sobre la influencia antropogénica en el clima<sup>44</sup>, el debate al respecto está muy politizado y existen notables discrepancias con esta afirmación<sup>45</sup>. Así, en diciembre de 2008 la minoría republicana en el Senado de Estados Unidos elaboró una lista (puesta al día en actualizaciones sucesivas) con varios centenares de científicos que disienten del origen antropogénico de los cambios que experimenta la temperatura media de la Tierra<sup>46</sup>. Los intereses económicos juegan un papel muy importante en esta controversia<sup>47</sup>. Hay muchas empresas que están en contra de la teoría del cambio climático porque sus beneficios podrían disminuir si se hiciera un control riguroso de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por el contrario, otras reciben subvenciones muy importantes para explotar energías renovables, cuyos elevados costes no les permiten competir con las convencionales. El coordinador del IPCC desde 2002, Rajendra Pachauri<sup>48</sup>, fue acusado en diciembre de 2009 de conflicto de intereses y de utilizar información privilegiada, ya que formó parte del Consejo de Directores de la Indian Oil Corporation entre enero de 1999 y septiembre de 2003. Al Gore<sup>49</sup> ha sido cuestionado por invertir en empresas inspiradas por el ecologismo y ha sido calificado de *billonario del carbón*<sup>50</sup> (aquí el término *billón* equivale a *mil millones*). La compañía petrolera

---

otros documentos, según los cuales, de acuerdo con algunas interpretaciones, quedaba de manifiesto una conspiración para manipular datos a favor de la teoría de la influencia antropogénica en el cambio climático. Los partidarios de esta teoría han sostenido, entre otras afirmaciones, que tal interpretación está basada en la consideración de palabras y frases sacadas de contexto.

<sup>43</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_opinion\\_on\\_climate\\_change](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_opinion_on_climate_change), 30 diciembre 2009.

<sup>44</sup> Naomi Oreskes. *Beyond the ivory tower. The scientific consensus on climate change*. Science, vol. 306, p. 5702, diciembre 2004.

<sup>45</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming\\_controversy](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_controversy), 2 enero 2010.

<sup>46</sup> U. S. Senate minority report. *More than 700 international scientists dissent over man-made global warning claims*. [http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Minority.Blogs&ContentRecord\\_id=2674e64f-802a-23ad-490b-bd9faf4dcdb7](http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Minority.Blogs&ContentRecord_id=2674e64f-802a-23ad-490b-bd9faf4dcdb7), 16 marzo 2009.

<sup>47</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009.

<sup>48</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Rajendra\\_Pachauri](http://en.wikipedia.org/wiki/Rajendra_Pachauri), 2 enero 2010.

<sup>49</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Al\\_Gore](http://en.wikipedia.org/wiki/Al_Gore), 3 enero 2010.

<sup>50</sup> En Paul Joseph Watson, *Al Gore set to become first "carbon billionaire"*, 3 noviembre 2009, <http://www.prisonplanet.com/al-gore-set-to-become-first-carbon-billionaire.html> se hace referencia al hecho de que una de las

ExxonMobil ha sido acusada de financiar informes que pusieran en duda las tesis relativas al cambio climático. Finalmente, y para no alargar esta enumeración, se arguye que muchos científicos sólo consiguen fondos para sus investigaciones si muestran su conformidad con la teoría del cambio climático<sup>51</sup>.

Entre las razones esgrimidas por quienes se oponen a la teoría del cambio climático y, por tanto, rechazan sus previsiones catastrofistas se encuentra la de que el incremento actual de la temperatura terrestre es predecible a partir de la teoría de las variaciones orbitales<sup>52</sup>, de acuerdo con la cual los cambios graduales en la órbita terrestre alrededor del Sol y las alteraciones en la inclinación del eje de la Tierra (la línea imaginaria que pasa por ambos polos geográficos) afectan a la cantidad de energía solar que llega al planeta<sup>53</sup>. Sin embargo, los resultados de esta teoría tampoco son concluyentes. Así, tanto se predice que estamos padeciendo una tendencia hacia el enfriamiento global que durará más de 20000 años<sup>54</sup>, como se sostiene que el actual clima cálido se prolongará por otros 50000 años<sup>55</sup>.

Otro argumento esgrimido por los contrarios a la teoría del cambio climático es que la Tierra está saliendo de un periodo frío, conocido como la Pequeña Edad del Hielo, y que, en consecuencia, su temperatura evoluciona hacia valores más normales, que son más cálidos. Habitualmente se conoce como Pequeña Edad del Hielo<sup>56</sup> un periodo frío que duró desde comienzos del siglo XIV hasta mediados del siglo XIX. El nombre<sup>57</sup> fue utilizado por primera vez en 1939. Se han propuesto diversas causas para explicar las condiciones climáticas en ese intervalo: baja actividad solar (escaso número de manchas solares), aumento en la actividad volcánica (responsable de producir en la atmósfera una elevada concentración de partículas, que reducen la cantidad de radiación solar que llega a la superficie de la Tierra) y descenso de la población humana y sus actividades debido a la Peste Negra y a los intercambios de animales entre hemisferios después del descubrimiento de América. Hoy en día, parece que se trató más de un conjunto de fenómenos locales que de un único proceso global. La Pequeña Edad de Hielo sucedió a lo que se denomina Periodo Cálido Medieval<sup>58</sup>, que duró desde el año 800 hasta el 1300 y se caracterizó por unas temperaturas relativamente altas.

---

empresas de Gore recibió cientos de millones de dólares para desarrollar iniciativas ecológicas y que esta subvención encaja en las políticas del gobierno de Estados Unidos que el propio Gore ha apoyado. Véase una refutación de esta acusación en The Independent, *Al Gore denies he is a 'carbon billionaire'*, 4 noviembre 2009.

<sup>51</sup> <http://www.consequencesofglobalwarming.com>.

<sup>52</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Milankovitch\\_cycles](http://es.wikipedia.org/wiki/Milankovitch_cycles), 28 diciembre 2009.

<sup>53</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009.

<sup>54</sup> J. Imbrie, J. Z. Imbrie. *Modeling the climatic response to orbital variations*. Science, vol. 207, pp. 943-953, 29 febrero 1980.

<sup>55</sup> A. Berger, M. F. Loutre. *Climate: an exceptionally long interglacial ahead?*. Science, vol. 297, pp. 1287-1288, 2002.

<sup>56</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Little\\_Ice\\_Age](http://en.wikipedia.org/wiki/Little_Ice_Age), 2 enero 2010.

<sup>57</sup> François Matthes. *Report of the committee on glaciers*. Transactions of the American Geophysical Union, 1939, pp. 518-523.

<sup>58</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Medieval\\_Warm\\_Period](http://en.wikipedia.org/wiki/Medieval_Warm_Period), 2 enero 2010.

Otros fenómenos que podrían explicar el calentamiento global<sup>59</sup> son las variaciones solares (la variación con el tiempo de la energía irradiada por el Sol) o el hecho de que el campo magnético del Sol actúa sobre los rayos cósmicos, lo cual repercute en la formación de nubes y, por consiguiente, en el clima<sup>60</sup>. En la misma línea que este segundo fenómeno, podrían considerarse la influencia de los cinturones de radiación de Van Allen (cinturones de partículas cargadas que rodean la Tierra a distintas distancias) y la de las variaciones en los campos magnéticos del planeta, si bien no he podido encontrar relaciones explícitas entre estos aspectos y la temperatura de la Tierra.

En cualquier caso, las personas e instituciones reacias a admitir la validez de la teoría del cambio climático y sus predicciones alegan que el calentamiento global se debe a procesos naturales, como los que acabamos de mencionar y que la influencia humana en aquél es mínima. De hecho, hay opiniones según las cuales el calentamiento global puede desencadenar cambios bruscos de temperatura, incluso en el sentido de bajarlas<sup>61</sup>. Un ejemplo parcial en este sentido lo proporciona la corriente del Atlántico Norte, que está originada por los cambios de temperatura. Al parecer, a medida que el clima se hace más cálido, la corriente disminuye con lo que determinadas regiones, como Escandinavia y Gran Bretaña, que son calentadas por aquélla, podrían llegar a padecer un clima más frío aunque el resto del planeta estuviera sometido al calentamiento global.

Lo cierto es que hay numerosas incertidumbres asociadas a la teoría del cambio climático. Un ejemplo de ellas está relacionada con el oscurecimiento global (*global dimming*)<sup>62</sup>. Se trata de un fenómeno por el que la cantidad de luz solar que alcanza la superficie de la Tierra está reduciéndose desde la década de 1950. Probablemente, está relacionado con el incremento de la concentración en la atmósfera de partículas generadas en actividades humanas dedicadas a la combustión, así como la de las resultantes de la utilización de aerosoles. La condensación de gotas de vapor de agua en torno a estas partículas da lugar a nubes más cargadas de gotas, que son más pequeñas de lo habitual. Estas nubes reflejan la luz solar con más eficiencia que las nubes normales. La cobertura formada por aquéllas hace que llegue a la Tierra menos luz, pero también hace que el planeta tarde más en perder durante la noche el calor acumulado durante el día. Por el momento, no hay una indicación precisa acerca del resultado neto de este fenómeno (tanto podría provocar un enfriamiento global como contribuir al calentamiento), pero se cree que el oscurecimiento global puede paliar hasta cierto punto el efecto del calentamiento global.

Más todavía, el calentamiento global podría tener efectos positivos, ya que las mayores temperaturas y las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> mejoran la productividad de

---

<sup>59</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming), 30 diciembre 2009.

<sup>60</sup> Nigel Marsh, Henrik Svensmark. *Cosmic rays, clouds, and climate*. Space Science Reviews, vol. 94, nº 1-2, pp. 215-230, noviembre 2000.

<sup>61</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global), 24 diciembre 2009.

<sup>62</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Oscurecimiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/Oscurecimiento_global), 6 diciembre 2009.

los ecosistemas. Datos obtenidos mediante satélites muestran que la productividad del hemisferio Norte ha aumentado desde 1982. Por otro lado, las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> podrían ser favorables para la flora, ya que en muchas regiones los factores que frenan su desarrollo son el agua y los nutrientes, y no la temperatura o el gas. En el límite, podría darse el caso de que, aunque continuasen el efecto invernadero y el calentamiento global, la temperatura no siguiera aumentando.

Estas y otras incertidumbres se explican, en parte y tal y como se indicó anteriormente, por la utilización de modelos matemáticos para predecir la evolución global del clima. Éste es algo tremendamente complejo y su estudio (análisis y predicción) se ve seriamente afectado por pequeños errores en la medida de los datos necesarios para alimentar los modelos; de hecho, la dinámica climática (es decir, la evolución del clima) está muy próxima a la teoría del caos<sup>63</sup>. El principal problema a la hora de modelar el clima de la Tierra es que requiere tener en cuenta todos los fenómenos atmosféricos, al igual que factores externos, como la radiación solar. Esto significa que han de combinarse conocimientos de ámbitos muy diversos, como la meteorología, la astronomía, la geología, la paleontología o la biología. El uso de modelos es muy criticado en ciertos sectores, que los acusan de ser simples abstracciones de la realidad con mucha incertidumbre<sup>64</sup>. Además, no pueden ser explotados con toda la profundidad que sería de desear, ya que tal explotación está limitada por la potencia de las herramientas informáticas utilizadas para soportarlos. En opinión de algunos científicos son circunstancias de este tipo las que explican que, entre las previsiones de cambio climático para el próximo siglo, haya diferencias de hasta el 400 %. Sin embargo, esta opinión deja de lado el hecho de que, diferencias aparte, casi todas las previsiones apuntan a un aumento de la temperatura.



¿Y qué pienso yo de todo esto? ¿Estoy a favor o en contra de la teoría del cambio climático antropogénico? Si están interesados en conocer las respuestas a estas preguntas, en lo que sigue trataré de exponer mi posición. En cualquier caso, vaya por delante que no me identifico ni con los partidarios de dicha teoría, ni con sus oponentes. Aún suponiendo que alguno de los bandos tuviera razón, los más que cuestionables métodos que utilizan para desacreditarse unos a otros no ayudan precisamente a convencer a los indecisos como yo. La bondad de una teoría supuestamente científica y de las conclusiones extraídas de la misma ha de establecerse mediante argumentos y datos incontestables, y no recurriendo a descalificaciones barriobajeras.

---

<sup>63</sup> J. Shukla. *Predictability in the midst of chaos: a scientific basis for climate forecasting*. Science, vol. 282, pp. 728-731, 1998.

<sup>64</sup> Hervé Le Treut. *Clima: por qué los modelos no están equivocados*. Mundo Científico, n° 181, pp. 662-667.

Empecemos por plantearnos hasta que punto los partidarios de la teoría del cambio climático están acertados o no. Es lógico que sean ellos los primeros en ser cuestionados ya que han sido los proponentes de algo nuevo y, por consiguiente, han de justificar por qué su pensamiento es más correcto que el existente hasta entonces.

Al hacer eso, me asalta una primera preocupación cuando compruebo que diversos científicos estiman una subida del nivel del mar de entre 9 y 90 cm a lo largo del siglo XXI. Admito, como ya indiqué anteriormente, que haya discrepancias en los datos que se publican, pero es que el problema con esos dos números es que difieren en un orden de magnitud; es decir, el segundo es diez veces el primero. La presentación de esos dos datos es equivalente a afirmar, por ejemplo, que la presión sanguínea diastólica en el ser humano varía entre 120 y 1200 mm (milímetros) de mercurio (Hg). Una presión de 120 mmHg puede ser considerada normal, pero otra de 140 mmHg significa que uno está empezando a sufrir hipertensión, con los riesgos que eso conlleva<sup>65</sup>, y la de 1200 mmHg indica que usted está muerto desde hace bastante rato. También es equivalente a decir que desde Madrid a Barcelona hay entre 600 y 6000 km (kilómetros); si se acepta como válido el segundo dato, ello significa que situamos Barcelona bien dentro de Estados Unidos<sup>66</sup>. Dicho de otro modo, si yo escribo un artículo en el que incluyo datos cuyo rango de incertidumbre es un orden de magnitud, ninguna revista científica de mi ámbito lo publicará. En consecuencia, si en relación a este tema concreto se aceptan datos con semejante indeterminación, eso significa que algo no va demasiado bien.

Que conste que entiendo perfectamente que se produzca tal disparidad en las previsiones acerca de la subida del nivel del mar durante el siglo XXI. A fin de cuentas, como señalé anteriormente, tales previsiones están sustentadas por modelos que se aproximan mucho a los típicos de la dinámica del caos. Y, en esta rama científica, una ligera discrepancia en los datos de partida para la explotación del modelo puede conducir a resultados finales muy dispares<sup>67</sup>.

Por otro lado, las previsiones climáticas, también como señalé más arriba, hacen uso de conceptos y conocimientos propios de un amplio número de disciplinas. Si ninguna de estas disciplinas puede considerarse dominada en su totalidad<sup>68</sup>, ¿cómo podríamos esperar que la combinación de partes de varias de ellas lo esté? A título de ejemplo cabe citar el

<sup>65</sup> [http://www.ferato.com/wiki/index.php/Presi3n\\_Arterial#Valores\\_de\\_la\\_presi.C3.B3n\\_arterial](http://www.ferato.com/wiki/index.php/Presi3n_Arterial#Valores_de_la_presi.C3.B3n_arterial).

<sup>66</sup> <http://www.alambre.info/2007/03/31/la-ruta-mas-corta-entre-madrid-y-nueva-york-segun-google-maps>.

<sup>67</sup> En Manuel-Luis Casalderrey, *Predicción imprecisa*, La Voz de Galicia, p. 17, 17 enero 2010 se indica que *esa predicción está llena de incertidumbres, porque la evolución de la atmósfera es impredecible en muchas ocasiones. Cualquier pequeña modificación en los gradientes (variaciones) de presión y temperatura se traduce en cambios sustanciales en la previsión*.

<sup>68</sup> Si un meteorólogo no es capaz de predecir el tiempo que va a hacer con más de una semana de antelación, ¿por qué habría de serlo a un siglo vista? Y, con relación a otras ramas del conocimiento, existen numerosas cuestiones que todavía están sin resolver: ¿cuánto influyen de verdad las manchas solares o los cambios en la trayectoria de la Tierra?, ¿es bueno o malo que haya partículas de aerosoles en la atmósfera (recuérdese que estas partículas contribuyen al fenómeno de oscurecimiento global, que contrarresta el de calentamiento global)?, ¿cuánto vapor de agua liberan los seres humanos en los procesos respiratorios?, ¿es cierto que la concentración de metano liberado por el ganado es tan importante como para contribuir significativamente al calentamiento global?, ¿es bueno o malo que haya agujeros en la capa de ozono?, y así sucesivamente.

episodio de una borrasca en Galicia cuya trayectoria no se predijo correctamente<sup>69</sup>; según el director de MeteoGalicia, *hubo un error por parte de los modelos, que no predijeron que la borrasca se iría más al norte*. Así se explican, no sólo la existencia de distintos modelos (cada uno de ellos combina las disciplinas de partida de una forma particular), sino el hecho de que lleven a resultados finales muy distintos<sup>70</sup>.

En otras palabras, entiendo perfectamente que existan discrepancias e incertidumbres. Pero ya me resulta más difícil aceptar que, en una situación en la que las discrepancias e incertidumbres son del calibre que acabamos de señalar, se asegure de forma tajante que o bien el ser humano cambia sus hábitos, o se va a producir un desastre de proporciones apocalípticas. Los científicos de los que aprendí mi trabajo siempre me insistieron mucho en que, antes de formular conclusiones radicales, manejara datos bien contrastados y utilizara modelos suficientemente probados. En el tema del cambio climático antropogénico no da la impresión de que sea precisamente eso lo que está sucediendo. Es algo muy similar a lo que ocurre con quienes creen en el mensaje de *Avatar*. Se admite sin reservas que la forma de vida na'vi es mejor que la de los humanos y se ignoran totalmente los detalles secundarios (el inmovilismo en cuanto a desarrollo de ideas), que pueden dar al traste con todo el cuadro. Y no vayan a creer que exagero o que fuerzo los paralelismos. De acuerdo con una información periodística<sup>71</sup>, *El presidente Evo Morales ha convocado a gobernantes, científicos y grupos ecologistas a la Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra [...] Morales afirma que es necesario “analizar las causas estructurales y proponer medidas de fondo en armonía con la naturaleza”*. ¿Les suenan de algo estas palabras? Más todavía, teniendo en cuenta que Morales es un indígena de América del Sur (o sea, un indio, dicho sea sin el menor tono peyorativo), no puede ser más evidente la relación entre los indios, la Madre Tierra y la armonía con la naturaleza por si no bastara con lo que ya indiqué en una nota al pie más arriba.

Por otro lado, creo percibir que los defensores a ultranza de la teoría del cambio climático practican una filosofía determinista que no viene a cuento; *o controlamos en serio nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, u ocurrirán tales y tales cosas, que no van a gustarnos* parecen decir. Y nos olvidamos de que hay fenómenos naturales que ocurren esporádicamente y compiten, en su carácter negativo, con el cambio climático.

---

<sup>69</sup> Xesús Fraga. *Entrevista a Vicente Pérez Muñuzuri, director de MeteoGalicia*. La Voz de Galicia, 15 enero 2010.

<sup>70</sup> Cuando estaba dando los últimos retoques a este trabajo, me tropecé con una noticia periodística que no puedo evitar incluir aquí (AFP. *El IPCC reconoce su error sobre cuándo se producirá el deshielo de los glaciares del Himalaya*. La Voz de Galicia, 24 enero 2010). Según dicha noticia, *el jefe del IPCC, el indio Rajendra Pachauri confirmó que ese “lamentable error [pronosticar un fin excesivamente prematuro de los glaciares del Himalaya]” provenía de “procedimientos que no fueron correctamente seguidos”*. El IPCC reconoció que la predicción *hace referencia a datos mal comprobados del ritmo del deshielo*. Ya hablamos de modelos y datos poco fiables. De acuerdo con lo que dije, sigue el artículo, *las estimaciones, consideradas excesivas y basadas en fuentes poco seguras por científicos y políticos, suscitaban críticas desde hacía varios meses*.

<sup>71</sup> AFP. *Bolivia convoca una conferencia mundial sobre cambio climático*. La Voz de Galicia, 6 enero 2010.

Así, hablamos de los efectos negativos que tendrá la subida del nivel del mar olvidando que los tsunamis tienen mucho más poder destructivo<sup>72</sup>. Por ejemplo, se estima que el tsunami de 2004 en el Océano Índico causó, directa o indirectamente, la muerte a un millón de seres humanos. Y no se trata de un fenómeno precisamente raro: en Japón se han registrado más de 150.

En la misma línea, podemos hablar de los volcanes. Quizás uno de los más conocidos es el Krakatoa<sup>73</sup>, que ocupa casi por completo una pequeña isla indonesia situada entre Java y Sumatra. El 27 de agosto de 1883 entró en erupción provocando explosiones de tal magnitud que fueron percibidas a 5000 km y causando unos 100000 muertos. La ceniza asociada a las explosiones llegó a alcanzar una altura de 80 km en la atmósfera, originando un oscurecimiento en casi todo el planeta. Este fenómeno dio lugar a un descenso de temperatura global de 1.2 °C, que no se corrigió hasta 1888.

Los tsunamis y los volcanes están fuertemente relacionados con los terremotos, los cuales suelen producirse cuando dos placas tectónicas<sup>74</sup> chocan entre sí. Un ejemplo de terremoto fue el que sacudió Haití en enero de 2010, causando más de cien mil muertos según algunas estimaciones<sup>75</sup>. Las placas tectónicas constituyen la litosfera, que es la parte más externa, fría y rígida de la Tierra, y se desplazan, con velocidades del orden de 2.5 cm/año, sobre el manto terrestre fluido<sup>76</sup>. Es decir, los tsunamis y las erupciones volcánicas son fenómenos aleatorios<sup>77</sup>, no determinísticos, y, desde luego, no son generados por los seres humanos (o sea, no son antropogénicos). Sus efectos no son tomados en cuenta, ni pueden serlo porque lo impide su propio carácter esporádico, en la teoría del cambio climático; sin embargo, pueden modificar sensiblemente los resultados que predice tal teoría. Y se producen con la suficiente frecuencia como para que no podamos ignorarlos, siquiera en una primera aproximación al cálculo del cambio climático.

Y es que la Tierra es mucho más poderosa de lo que parece a simple vista. Por ejemplo, es capaz de formar y deshacer glaciares<sup>78</sup>. Hasta el momento no se ha propuesto una explicación completamente satisfactoria del proceso de formación de los glaciares. Entre las posibles causas, que deben ser consideradas conjuntamente, que se han sugerido acerca de la formación de los glaciares se encuentran los cambios en la órbita de la Tierra o en su composición atmosférica y los desplazamientos de las placas tectónicas y de las

---

<sup>72</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Tsunami>, 26 diciembre 2009.

<sup>73</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Krakatoa>, 4 enero 2010.

<sup>74</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Tectónica\\_de\\_placas](http://es.wikipedia.org/wiki/Tectónica_de_placas), 17 diciembre 2009.

<sup>75</sup> Javier Otazu, M. Gallego. *Haití huele a muerte y desesperación*. La Voz de Galicia, 15 enero 2010.

<sup>76</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Manto\\_terrestre](http://es.wikipedia.org/wiki/Manto_terrestre), 12 diciembre 2009.

<sup>77</sup> Estrictamente hablando, tales fenómenos no son aleatorios. Por el contrario, son deterministas, ya que obedecen a leyes físicas que sí lo son. A nosotros nos parecen aleatorios o esporádicos porque no conocemos suficientemente tales leyes o las consecuencias que implican.

<sup>78</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Quaternary\\_glaciation](http://en.wikipedia.org/wiki/Quaternary_glaciation), 27 diciembre 2009.



corrientes oceánicas. A lo largo de la historia de la Tierra ha habido muchas épocas dominadas por los glaciares (periodos glaciales), separadas entre sí por intervalos de temperaturas más cálidas (periodos interglaciales), durante los cuales han desaparecido (se han transformado en agua, con la consiguiente inundación de costas) las capas de hielo que forman aquéllos. El último periodo glacial terminó hace unos 10000 años, con lo que actualmente nos encontramos en una época interglacial<sup>79</sup>. No parece probable que los seres humanos hayan tenido mucha participación en la formación de los glaciares, ni en su desmantelamiento<sup>80</sup>, aunque, según los partidarios de la teoría del cambio climático antropogénico, las actividades humanas actuales están acelerando el proceso natural de eliminación del último glaciar.

Otro ejemplo en la misma línea nos lo proporciona la extinción de los helechos gigantes típicos del Periodo Carbonífero. Esas plantas<sup>81</sup>, de tronco leñoso y alturas de hasta 30 m, fueron, al morir e integrarse con la Tierra en forma fósil, uno de los principales contribuyentes a la formación de los grandes yacimientos de carbón que explotamos en la actualidad. Los helechos gigantes se extinguieron ante una súbita glaciación<sup>82</sup> que tuvo lugar hace unos 300 millones de años<sup>83</sup>. Ni que decir tiene que los seres humanos, a los que aún les quedaba mucho para llegar a existir, están completamente exentos de cualquier responsabilidad en semejante extinción.

Esta extinción no fue un hecho aislado. En realidad, formó parte de una extinción masiva de especies, algo así como un asesinato en masa perpetrado por el planeta. Ha habido muchas extinciones masivas de especies (la de los helechos no formó parte de ninguna de las más relevantes), de las cuales cinco (*las cinco grandes*) son consideradas las más importantes<sup>84</sup>. Contrariamente a lo que en principio puede pensarse, parece ser que las extinciones masivas aceleran la evolución de la vida sobre la Tierra, por lo menos en un cierto número de casos. Así, que un nicho ecológico pase de ser dominado por una especie a serlo por otra suele ser debido a que una extinción masiva acabó con la primera y no a que ésta no pudiera competir con la segunda; un ejemplo típico en este sentido es la preeminencia que alcanzaron los mamíferos tras la extinción de los dinosaurios. También se ha sugerido que, si varias especies compiten por el mismo nicho, cualquiera de ellas tiene menos probabilidades de sobrevivir a un proceso de extinción masiva que si

---

<sup>79</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_glaciation](http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_glaciation), 24 diciembre 2009.

<sup>80</sup> Ni siquiera en el del último. En esa época, había muy pocos seres humanos sobre la Tierra (comparados con los que existen en la actualidad) y su tecnología era absolutamente incapaz de tener una repercusión apreciable sobre la atmósfera.

<sup>81</sup> [http://www.kalipedia.com/ecologia/tema/flora-carbonifero.html?x1=20070418klpcnaecl\\_278.Kes&x=20070418klpcnaecl\\_280.Kes](http://www.kalipedia.com/ecologia/tema/flora-carbonifero.html?x1=20070418klpcnaecl_278.Kes&x=20070418klpcnaecl_280.Kes).

<sup>82</sup> <http://erasgeologicas.ues.iespana.es/Paleozoica.htm>.

<sup>83</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Carboniferous>, 26 diciembre 2009.

<sup>84</sup> D. Raup, J. Sepkoski. *Mass extinctions in the marine fossil record*. Science, vol. 215, pp. 1501-1503, 1982.

estuvieran separadas. Por otro lado, es habitual que las especies supervivientes a la extinción lo hagan con un número reducido de individuos<sup>85</sup>.

Siguiendo con las referencias a las extinciones de plantas y animales, probablemente la más famosa de todas, por lo menos a nivel popular, fue la de los dinosaurios. Los dinosaurios fueron los vertebrados terrestres dominantes durante 160 millones de años, desde finales del Periodo Triásico hasta finales del Cretácico, hace 65 millones de años<sup>86</sup>. No se sabe qué causó la extinción de los dinosaurios (que, por cierto, tuvo lugar junto con la de otras muchas especies en el transcurso de un episodio de extinción masiva), aunque se han propuesto diversas hipótesis para explicarla. Voy a detenerme un poco en una de ellas por lo que tiene de ilustrativo con relación al tema que estamos tratando.

Durante el Periodo Mesozoico (la era geológica durante la cual vivieron los dinosaurios)<sup>87</sup> no había hielo en los casquetes polares. La temperatura de la Tierra era mucho más uniforme (sólo había 25 °C de diferencia entre los polos y el ecuador) y cálida (50 ° C superior en los polos) que en la actualidad. Los niveles de carbono en la atmósfera eran doce veces mayores que los de hoy en día y la concentración de oxígeno era del 32-35 %, más alta que el 21 % actual. Hacia finales del Cretácico la actividad volcánica disminuyó y eso provocó una tendencia al enfriamiento debido a la disminución de los niveles de carbono. La concentración de oxígeno también descendió. Para algunos científicos, el cambio climático, junto con la variación en los niveles de oxígeno, fue el responsable directo de la extinción de muchas especies. Es decir, se produjo el fenómeno justamente contrario al que prevén los actuales defensores de la teoría del cambio climático; en el caso al que estamos aludiendo, fue precisamente el enfriamiento por descenso de la concentración de carbono lo que acabó con muchas especies. Y, además, influyó algo tan difícil de predecir como la variación en la actividad volcánica. Esto nos lleva a la pregunta acerca de qué es mejor, que la Tierra se enfríe o que se caliente; en cualquier caso, la masacre de especies será inevitable.

Para la tranquilidad de los defensores de la teoría del cambio climático, diré que la explicación que acabo de resumir no es la única que se ha propuesto. En la actualidad, la más aceptada, propuesta por un equipo dirigido por Walter Alvarez<sup>88</sup>, es que un meteorito se estrelló contra la Tierra (otro fenómeno aleatorio), provocando, de nuevo, un enfriamiento del planeta. Y otra teoría<sup>89</sup> sugiere que los dinosaurios se extinguieron por su incapacidad para adaptarse a los cambios producidos en la flora de la que muchos de ellos se alimentaban.

---

<sup>85</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Extinction\\_event](http://en.wikipedia.org/wiki/Extinction_event), 27 diciembre 2009.

<sup>86</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Dinosaur>, 6 enero 2010.

<sup>87</sup> <http://erasgeologicas.ues.iespana.es/mesozoica.htm>.

<sup>88</sup> Véase, por ejemplo, W. Alvarez, *T. Rex and the crater of Doom*, Princeton University Press (New Jersey, Estados Unidos), 1997.

<sup>89</sup> G. T. Lloyd, K. E. Davis, D. Pisani. *Dinosaurs and the Cretaceous Terrestrial Revolution*. Proceedings of the Royal Society: Biology, vol. 275, p. 2483, 22 julio 2008.

Todos estos ejemplos hablan claramente del potencial de la Tierra para hacer daño a los seres vivos que la habitan, y ello sin necesidad de que se la provoque o se la ayude con cambios climáticos antropogénicos. Por si fuera poco, el planeta es capaz de crear las condiciones oportunas para que unos seres vivos lleven a otros a la extinción o casi. Es el caso, por ejemplo, del virus que dio origen a la epidemia de gripe española, que tuvo lugar en 1918-19. Algunas estimaciones atribuyen a esta epidemia unos cien millones de seres humanos muertos, mientras que los cálculos más pesimistas no pasan de los veinte millones de muertos en la Primera Guerra Mundial, contemporánea de la epidemia<sup>90</sup>.

De todos modos, supongamos que las previsiones de la teoría del cambio climático son correctas y que, por no modificar nuestra forma de vida, acabamos encarando en el año 2100 las subidas de temperatura y del nivel del mar a las que me he referido más arriba. Tendríamos así un Ártico completamente navegable (por lo menos, en los meses de verano), una desertización de la cuenca mediterránea, una clara modificación del perfil de las costas, una Gran Bretaña y una Escandinavia más frías, una Antártida y una Groenlandia parcialmente desprovistas de hielo y una Siberia, una Alaska y un norte de Canadá verdes y cultivables. Si mi interpretación de las conclusiones de la teoría del cambio climático es correcta, ése sería el cuadro general en el que nos moveríamos en el 2100. Pues bien, o hay algo que se me escapa, o yo no acabo de ver que todo eso sea tan trágico (es más, los lapones reclaman un pequeño aumento de las tasas de emisión de CO<sub>2</sub>, a ver si se produce un calentamiento que alivie sus duras condiciones de vida)<sup>91</sup>, sobre todo teniendo en cuenta que la evolución hasta él desde la situación actual sería muy lenta (siempre y cuando a la Tierra, por su propia iniciativa o en respuesta a alguna otra acción, no le dé por hacer alguna de las suyas), con lo que tendríamos tiempo para adaptarnos<sup>92</sup>. Estoy seguro de que la posibilidad de la adaptación ya ha sido considerada<sup>93</sup>. Así, por ejemplo, el Instituto de Ingenieros Mecánicos<sup>94</sup> ha elaborado un amplio estudio sobre posibles condiciones de adaptación<sup>95</sup> <sup>96</sup>. Por tanto, la posibilidad que estoy planteando no parece presentar ningún problema irresoluble. Entonces, ¿a qué viene tanta preocupación por el cambio climático y la contribución humana al mismo?

---

<sup>90</sup> Jesús Hernández. *Todo lo que debe saber sobre la Primera Guerra Mundial*. Ediciones Nowtilus, S. L., colección Historia Incógnita, Madrid, 2007.

<sup>91</sup> Manuel-Luis Casalderrey. *Activistas lapones*. La Voz de Galicia, 12 enero 2010.

<sup>92</sup> ¿Acaso no se están preparando ya los nativos de Tuvalu para la eventualidad de que su país desaparezca a causa de la subida del nivel del mar? ¿Por qué no podríamos nosotros hacer otro tanto?

<sup>93</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming), 5 enero 2010.

<sup>94</sup> Se trata de una organización oficial británica, fundada en 1847. [http://en.wikipedia.org/wiki/Institute\\_of\\_Mechanical\\_Engineers](http://en.wikipedia.org/wiki/Institute_of_Mechanical_Engineers), 15 diciembre 2009.

<sup>95</sup> Institute of Mechanical Engineers. *Climate changing: adapting to the inevitable*. 7 marzo 2009.

<sup>96</sup> De acuerdo con una información publicada en XL Semanal, nº 1160, 17-23 enero 2010, se ha desarrollado una especie de árboles artificiales (con apariencia de matamoscas) que, según el Institute of Mechanical Engineers, podrían estar en funcionamiento en un plazo de entre 10 y 20 años, de modo que un "bosque" de 100000 ejemplares podría absorber las emisiones producidas por el transporte en el Reino Unido.

En mi modesta opinión, y descartando motivaciones desviadas o torticeras, lo que en el fondo preocupa a quienes alertan de los riesgos del cambio climático antropogénico es que la Tierra siga en el estado en el que la han conocido. En otras palabras, como los indios norteamericanos o los nativos en *Avatar*, pretenden que el planeta siga recubierto de magníficos bosques verdes, que haya una amplia variedad de especies animales y vegetales y que los ríos y los mares estén limpios y transparentes. No es que semejante deseo sea censurable, ni mucho menos; es que es sencillamente irrealizable.

Permítanme que ilustre este razonamiento con un ejemplo. Hay mucha gente que se proclama defensora del gallego, del castellano o del inglés y piensa que hay que hacer todo lo posible para que la lengua no se extinga. Pero, ¿de qué gallego, castellano o inglés estamos hablando? Rosalía Castro, la gran poetisa gallega del siglo XIX muy probablemente no entendería gran cosa del idioma que la Real Academia de la Lengua Gallega ha sancionado como correcto; leer la versión original del *Quijote* (la que escribió Cervantes, libre de cambios y anotaciones) es una tarea realmente ardua, y yo, que me manejo razonablemente bien en inglés, soy absolutamente incapaz de entender una sola línea completa de un soneto de Shakespeare. Es decir, la lengua evoluciona de forma natural y llega a hacerse casi incomprensible para sus antepasados de cuatro o cinco siglos atrás, por mucho que tanto ellos como usted aseguren amar el gallego, el castellano o el inglés y designen sus respectivas hablas con la misma palabra.

Pues lo mismo ocurre con relación al tema que estamos considerando. La Tierra cambia, como lo ha hecho en los pocos miles de millones de años que lleva existiendo y como lo seguirá haciendo mucho después de que los seres humanos nos hayamos extinguido. La Tierra de hoy en día no se parece en nada a la que existía durante el Cretácico, antes de que los dinosaurios desaparecieran, y, si ahora nos cargamos unos cuantos miles de especies, otras tomarán su relevo. En otras palabras, los defensores de la teoría del cambio climático antropogénico son conservacionistas (lo cual es una postura razonable), pero unos conservacionistas de vía estrecha, incapaces de aceptar que la realidad está bastante alejada de sus deseos.

Por eso, panfletos tan simplistas como *Avatar* merecen la crítica feroz que hice en el primer apartado. Con su apología de lo imposible (sí, queda muy romántico lo de los na'vi atacando con flechas y lanzas a las terribles máquinas de combate de los humanos; tan romántico como lo eran las cargas de caballería de los ulanos polacos<sup>97</sup> contra los tanques de Hitler al comienzo de la Segunda Guerra Mundial), desvían la atención de lo importante y contribuyen a perpetuar mitos sin sentido.

Para terminar este apartado, reservo algún comentario acerca de los opuestos a la teoría del cambio climático antropogénico. Que considere que los partidarios de esta teoría están equivocados en muchos aspectos no significa que me alinee con los críticos. Los defensores estarán equivocados, pero al menos se preocupan por estudiar y analizar lo que está ocurriendo, en proponer teorías para explicarlo y en extraer conclusiones de tales

---

<sup>97</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Uhlan>, 8 noviembre 2009.

teorías. En otras palabras, están actuando, al menos en principio<sup>98</sup>, como verdaderos científicos, intentando hacer avanzar el conocimiento. En cambio, los críticos se comportan, también, como conservadores de vía estrecha. Para ellos, el conocimiento ya ha avanzado lo suficiente, de forma que, con lo que sabemos hoy en día, podemos formular conclusiones acerca de cualquier cosa. Si todos los científicos actuaran como ellos, sería muy dudoso que en la actualidad tuviéramos ordenadores, coches, luz eléctrica, potentes instrumentos médicos y demás cosas que a uno se le puedan ocurrir. Es muy probable que tengan razón y que la influencia humana en el cambio climático sea insignificante, pero ello no significa que no hayan llegado a la verdad utilizando métodos completamente erróneos. Y eso no es algo que precisamente despierte mis simpatías.



Por poco observadores que sean, se habrán percatado de que he dejado sin contestar la pregunta con lo que empezaba el apartado anterior y que ahora repito con más detalle: al margen de las críticas y de todas las consideraciones que he hecho, ¿cuál es mi postura personal en todo este asunto?

Antes de llegar al fondo de la cuestión, permítanme que les cuente una historia verídica. El avión en el que yo viajaba se disponía a aterrizar en Madrid. Eso era cuando el aeropuerto de Barajas sólo tenía dos pistas, de forma que la aproximación a tierra se hacía casi siempre de la misma manera. El avión daba un giro de casi 360 ° (grados) en torno a la capital y luego empezaba a descender, prácticamente rozando los tejados de San Fernando de Henares. En aquel vuelo concreto, yo miraba por la ventanilla, comprobando que la rutina que había experimentado tantas veces se desarrollaba como de costumbre. Era una mañana bastante fría de noviembre, el cielo estaba completamente despejado y no parecía haber un soplo de aire. La transparencia de la atmósfera era tal que podía distinguir con nitidez la nieve en las cimas de las montañas que conforman la sierra que limita la provincia de Madrid por el norte. Lo malo era que, entre ellas y yo, en el lugar que debería ocupar la ciudad, sólo había una nube de color gris oscuro que arrancaba en el suelo y llegaba bastante arriba en la atmósfera. Era la cara visible de la contaminación que envolvía por entero Madrid. Y recuerdo que pensé *¡Dios mío! ¿Y nosotros vamos a meternos en eso?* Evidentemente, nos metimos.

Viví diecisiete años en Madrid. Cuando me marché de allí, a principios de 1990, era una ciudad altamente contaminada. La apariencia más palpable de la contaminación se daba en situaciones como la que acabo de describir: cuando el frío era intenso y al mismo tiempo no había viento que se llevase la polución generada por las calefacciones de los edificios, que funcionaban a tope. En esas circunstancias, una persona sana podía sonarse en la Gran Vía y obtener en el pañuelo, en lugar de la tradicional bolita viscosa más o

---

<sup>98</sup> Más adelante matizaremos esta afirmación.

menos verduzca, un residuo tan negro como si saliera de una mina de carbón. En la actualidad, trabajo en Vigo, en un lugar emplazado en una pequeña colina situada a unos 10 km del centro, de forma que, cuando regreso a casa, puedo ver parte de la ciudad y un tramo de la ría. Hace ya algún tiempo que la nube negra que había descubierto en Madrid parece haber florecido en Vigo. De momento, no es tan intensa en ésta como en aquella, pero déle tiempo<sup>99</sup>.

Y, se preguntarán ustedes, ¿qué relación guardan estas batallitas con el asunto del cambio climático antropogénico? Pues, sencillamente, la contaminación, o, por lo menos, una cierta manifestación de la contaminación.

La contaminación es la introducción en un determinado entorno de elementos que producen inestabilidad, desorden, daño o incomodidad<sup>100</sup>. Se cree que las primeras acciones que provocaron contaminación fueron las relacionadas con la forja de metales en tiempos de los antiguos griegos y romanos. La contaminación empezó a ser un asunto de interés general tras la Segunda Guerra Mundial, a raíz de las experiencias con armas nucleares. El acontecimiento que fue conocido como *el gran smog* (5-9 diciembre 1952)<sup>101</sup>, durante el cual se dieron en Londres unas condiciones prácticamente idénticas a las que mencioné anteriormente con relación a mi aterrizaje en Madrid, provocó la muerte de 8000 personas y despertó la necesidad de elaborar una legislación contra la contaminación.

Existen diversas categorías de contaminación, como son la del aire, la del agua, la del subsuelo, o la de origen radiactivo; también puede hablarse, aunque el público en general es menos consciente de estos fenómenos que de los que acabamos de señalar, de contaminación acústica (exceso de ruido), lumínica (exceso de iluminación, sobre todo en zonas habitadas y durante el horario nocturno), visual (presencia de elementos que no encajan armoniosamente en el paisaje) o térmica (contaminación originada por la liberación del agua utilizada en refrigeración; obviamente, dicha agua estará caliente). La contaminación puede tener orígenes tanto naturales como artificiales; en el primer caso, sólo se considera realmente contaminación si los elementos introducidos en el entorno superan determinados niveles. A tales elementos se les denomina (*agentes*) *contaminantes*. Entre los contaminantes más destacados se encuentran los gases de efecto invernadero<sup>102</sup>. Y ahí tienen la relación por la que sentían curiosidad.

---

<sup>99</sup> Curiosamente, según mis observaciones, el fenómeno de la nube gris nunca era tan acusado como en noviembre. En un día despejado y sin viento de verano, Madrid aparecía simplemente sucia, y no envuelta en algo así como una variante del hongo atómico. A partir de ahí concluí que la contaminación provocada por las calefacciones es más acusada que la debida a los coches. Pero, bueno, en el fondo todo esto no deja de ser una simple especulación; carezco de cualquier dato que respalde la conclusión que acabo de formular.

<sup>100</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Pollution>, 7 enero 2010.

<sup>101</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Great\\_Smog](http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Smog), 6 enero 2010.

<sup>102</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Pollutant>, 6 enero 2010.

Por mucho que esta afirmación pueda escandalizar o sorprender a algunos, lo cierto es que a mí el cambio climático no me preocupa. Como ya dije más arriba, la Tierra experimenta cambios climáticos, haya o no hombres sobre ella. A mi modo de ver, el único factor a tener en cuenta es estar preparado para adaptarse al cambio si éste se realiza en un tiempo relativamente corto. Y también ya expresé mi sensación al respecto. Más todavía, en principio me da igual que el ser humano tenga mucha o poca influencia en el cambio climático. Pero lo que me resulta muy difícil soportar es vivir en el interior de una nube de color gris negruzco que, entre otras cosas, puede tener consecuencias bastante desagradables sobre mi salud. Por consiguiente, me preocupa todo lo que afecta a la formación y la expansión de la citada nube. Así que en este apartado voy a considerar qué se podría hacer para reducir la contaminación causada por los gases de efecto invernadero<sup>103</sup>. Y, si ello coincide con los intereses de los defensores de la teoría del cambio climático antropogénico, tendremos que convenir en que se trata de una casualidad afortunada.

Para tratar este asunto en estos términos, debemos dejar bien claras algunas cosas. La primera de ellas es que cualquier actividad humana implica el consumo de energía. Pensemos, por ejemplo, en un caso extremo. Mientras dormimos estamos utilizando la energía resultante de quemar los alimentos que hemos ingerido anteriormente para asegurar el funcionamiento de los sistemas (cardiovascular, respiratorio) que nos mantienen vivos. La segunda cosa que conviene dejar bien sentada es que cualquier consumo de energía lleva asociada la generación de contaminación; así, el calentamiento de elementos en una simple fogata (un proceso energético) implica la producción de partículas de carbono que van a parar a la atmósfera. O sea, en definitiva cualquier actividad humana supone la producción de contaminación. Por tanto, la cuestión no es librar a la Tierra de la contaminación, sino mantener ésta tan baja como sea posible.

Para continuar avanzando en esta cuestión es preciso distinguir entre fuentes de energía limitadas (los elementos utilizados para producir energía se agotarán en un momento dado) y fuentes de energía renovables (el desgaste de la fuente es subsanado mediante algún procedimiento). Así, hablamos de fuentes limitadas como el carbón, el petróleo o el uranio y de energías renovables, como la solar, la eólica, la de las mareas o la geotérmica<sup>104</sup>. También conviene saber qué implica que una fuente (o la energía que produce) sea eficiente o no. Cuanto más eficiente es una fuente, mayor porcentaje de la energía que genera se invierte realmente en el propósito deseado, quedando menos para producir contaminación. Piénsese, por ejemplo, en el caso de una bombilla eléctrica. Al pasar una corriente eléctrica por ella, se pone a brillar, proporcionando la iluminación

---

<sup>103</sup> La verdad es que también me gustaría mucho referirme a otros tipos de contaminación (entre ellas, la acústica, que considero extremadamente perjudicial para mi salud). Pero eso sería llevar demasiado lejos este trabajo, con lo que dejaré aparcado ese asunto.

<sup>104</sup> Estrictamente hablando, todas las fuentes de energía son limitadas (por ejemplo, el Sol agotará su combustible interno en algún momento y dejará de proporcionarnos energía solar), pero esa precisión es superflua para los propósitos del razonamiento que estamos siguiendo.

deseada; pero, al mismo tiempo, se calienta y el calor generado en ella es enviado al exterior sin producir nada útil, con lo que está generando contaminación térmica. Para que una fuente no produjese contaminación en absoluto, su eficiencia debería ser del 100 %; evidentemente, no existe tal fuente, por lo que sigue siendo válida la afirmación hecha más arriba acerca de que cualquier consumo de energía produce contaminación. A este respecto es preciso tener en cuenta que la eficiencia de una energía no depende únicamente de sus características, sino de la aplicación en la que sea utilizada; una fuente puede ser particularmente eficiente en una aplicación dada y ser prácticamente ineficiente en otra distinta. Con relación a este punto, conviene señalar que la eficiencia en el aprovechamiento energético (utilización de lámparas fluorescentes o motores más eficientes, empleo de intercambiadores de calor) está incrementándose a un ritmo del 2 % anual<sup>105</sup>.

Evidentemente, lo ideal sería disponer de una o más fuentes que proporcionasen la energía necesaria para mantener nuestro actual nivel de vida o mejorarlo, produciendo al mismo tiempo una contaminación mínima. Así, podríamos encender las calefacciones sin crear la nube negra y, simultáneamente, reduciríamos los efectos previstos por la teoría del calentamiento global antropogénico. Una fuente de energía que se aproxima mucho a este ideal es la fusión nuclear (es decir, aprovechar la energía que se libera cuando dos núcleos atómicos más ligeros que el hierro se aproximan para constituir un núcleo de otro material más pesado)<sup>106</sup>, que, en principio, no debe generar contaminación y debe ser renovable indefinidamente<sup>107</sup>. La investigación en fusión nuclear para propósitos civiles fue iniciada en la década de 1950 y continúa hasta el presente, ya que todavía no se ha conseguido controlar totalmente el proceso físico<sup>108</sup>. En consecuencia, en lo que sigue prescindiremos por completo de esta fuente de energía y nos referiremos únicamente a las que están disponibles en la actualidad.

En abstracto, el ideal al que aludíamos en el párrafo anterior debería ser alcanzado de forma que se cumpliesen simultáneamente dos condiciones: las fuentes energéticas empleadas deberían ser de carácter renovable para evitar el riesgo de agotamiento de aquéllas y el suministro energético debería llegar a todos los miembros de una comunidad. Un ejemplo en este sentido lo constituye el proyecto que se está desarrollando en la isla canaria de El Hierro<sup>109</sup>, donde fondos proporcionados por el Instituto para la

---

<sup>105</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Energy\\_development](http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_development), 9 enero 2010. En este artículo se cita una serie de fuentes energéticas indicando tanto sus aspectos favorables como los desfavorables.

<sup>106</sup> Medio ambiente y gestión sostenible. *La fusión nuclear, ¿fría o caliente?*, 13 septiembre 2006, <http://www.virtual-formac.com/blog/Medio-ambiente-gestion-sostenible/category/fusion-nuclear>.

<sup>107</sup> Esto no es estrictamente cierto. Según se señala en Derek Abbott, *Hydrogen without tears: addressing the global energy crisis via a solar to hydrogen pathway*, Proceedings of the IEEE, vol. 97, nº 12, pp. 1931-1934, diciembre 2009, la fusión nuclear provoca una transmutación irreversible del litio. Éste es un metal muy utilizado en ordenadores portátiles y teléfonos celulares. La utilización de la energía nuclear de fusión reduciría la disponibilidad del litio para tales aparatos. Además, su concentración media en la Tierra es escasa (0.1 ppm -partes por millón-).

<sup>108</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_fusion](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_fusion), 8 enero 2010.

<sup>109</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/El\\_Hierro](http://es.wikipedia.org/wiki/El_Hierro), 6 enero 2010.



Diversificación y el Ahorro Energético, la Unión Europea y los propios isleños han sido utilizados por la empresa Gorona del Viento, S. A. para construir una central hidroeléctrica usada para almacenar y dosificar energía eólica y capaz de funcionar tras siete días sin viento.

El ejemplo que acabamos de mencionar tiene numerosos aspectos de interés, pero también presenta dos serios inconvenientes: es aplicable a una población reducida y, además, situada en un entorno geográfico específico (obviamente, la energía eólica no es de interés en lugares donde no hay viento o donde éste no alcanza la intensidad suficiente). De hecho, consideraciones prácticamente similares son aplicables a cualquiera de las formas de energía renovable en las que se piensa en la actualidad. En otras palabras, si lo que se pretende es aportar energía a grandes números de población y casi en cualquier lugar, las opciones disponibles son muy limitadas.

Sentadas estas consideraciones generales, vamos a repasar brevemente las principales características de algunas fuentes de energía. De dicho examen debe salir, de una vez por todas, una respuesta que nos satisfaga simultáneamente a mí y a los partidarios de la teoría del cambio climático antropogénico. Es decir, hemos de ser capaces de identificar una fuente de energía que pueda ser utilizada en gran número de aplicaciones, que produzca una contaminación mínima (o, en otras palabras, que sea muy eficiente) y que contribuya lo menos posible al incremento de la temperatura media de la Tierra. Y, antes de ponernos manos a la obra, permítanme hacer una salvedad más: la de que, en general, no me referiré al problema energético de las empresas y las industrias (aunque mucho de lo que sigue también es aplicable a ellas), ya que considero que tal problema ha de ser tratado desde un enfoque distinto (en el que se incluyan, por ejemplo, cuestiones económicas detalladas, aspectos sociológicos o referencias al comercio internacional).

Empecemos por descartar algunas fuentes energéticas muy específicas, como son la de las olas, la mareomotriz y la geotérmica. Aunque los proyectos basados en estas fuentes, como el anteriormente aludido que se lleva a cabo en la isla de El Hierro, resultan muy atractivos por el carácter renovable y escasamente contaminante de las energías implicadas, tienen los graves inconvenientes apuntados un poco más arriba. Por ejemplo, no se me ocurre cómo podría proporcionarse la energía eléctrica que se utiliza en Madrid a partir de las mareas que se producen en el Atlántico.

Tampoco resulta muy acertada la idea de utilizar la biomasa para producir energía. Esta alternativa consiste en quemar el metano procedente de la descomposición de la basura o de determinados vegetales o bien en transformar tales residuos en alcohol, que deberá ser quemado para producir energía. Quizás el método pueda ser de interés en granjas aisladas, pero no puede ser aplicado en grandes concentraciones de población, entre otros motivos porque el área ocupada por la biomasa que ha de producir la energía requerida es demasiado grande y quita espacio que ha de ser dedicado a cultivos alimenticios. Además, en cualquier caso, implica un proceso de quemado, con lo que ello supone a propósito de generación de partículas contaminantes o gases de efecto invernadero.

La energía eólica (del viento) es utilizada para producir energía eléctrica empleando aerogeneradores<sup>110</sup>. Un aerogenerador es una especie de molino en el que, sobre un pedestal, se dispone una hélice con aspas. El viento provoca el movimiento de la hélice, que se transfiere a una turbina, generando así electricidad. Aunque los molinos pueden ser utilizados de forma individual, en general se agrupan en parques por cuestiones de rentabilidad. En la actualidad, el 1 % del consumo mundial de electricidad (el 11 % en España en 2008) proviene de la energía eólica. Como fuente de energía, el viento presenta las ventajas incuestionables de ser renovable y de no producir partículas contaminantes. Sin embargo, también tiene inconvenientes importantes. En primer lugar, como se dijo más arriba, no puede ser utilizado en cualquier sitio, sino en aquéllos en los que hay viento con bastante frecuencia. En segundo lugar, dado que la fuerza del viento es variable, los aerogeneradores no pueden funcionar de manera aislada, sino conectados a la red eléctrica general, que ha de ser capaz de compensar la falta de energía cuando no hay viento. En tercer lugar, por cuestiones de resistencia de materiales, los aerogeneradores sólo pueden funcionar mientras la fuerza del viento está comprendida entre un límite inferior y un límite superior; para valores fuera de dicho rango, las palas que constituyen las hélices se inmovilizan, cesando la producción de energía y requiriendo, una vez más, la intervención de las centrales que soportan la red eléctrica general. Finalmente, para mucha gente los parques eólicos aportan una contaminación visual excesiva al paisaje.

El Sol es otra importante fuente de energía, que puede ser utilizada de formas muy diversas<sup>111</sup>. Aquí nos referiremos a las tres más relevantes: energía solar térmica, energía solar termoeléctrica y energía solar fotovoltaica.

El uso prioritario de la primera es producir agua caliente para consumo doméstico (agua caliente sanitaria, calefacción)<sup>112</sup>. Su aprovechamiento está basado en el uso de colectores solares, que son una especie de recipientes planos cubiertos con un material transparente que produce el efecto invernadero en el agua que circula por tuberías en su interior. Si ocurre un exceso en la generación de agua caliente, ésta puede ser acumulada en un tanque similar al de los calentadores. En esta aplicación, la energía solar térmica resulta realmente atractiva, ya que no genera gases de efecto invernadero y produce muy escasa contaminación térmica. Sus inconvenientes son que requiere que haya cierto grado de radiación solar (tampoco es preciso que sea excesiva) en su emplazamiento y que el área de colector requerida suele coincidir, por ejemplo, con la del tejado de una casa (que es donde suelen disponerse los colectores), con lo que su uso conjunto por una gran concentración de población es prácticamente descartable (su interés está en la aplicación a viviendas individuales o como complemento de las instalaciones convencionales en grandes edificios, como hospitales o escuelas).

---

<sup>110</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_eólica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_eólica), 15 enero 2010.

<sup>111</sup> Véase [http://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_solar#Tecnolog.C3.ADA\\_y\\_usos\\_de\\_la\\_energ.C3.ADA\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_solar#Tecnolog.C3.ADA_y_usos_de_la_energ.C3.ADA_solar), 17 enero 2010.

<sup>112</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_solar\\_térmica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_solar_térmica), 17 enero 2010.

La energía solar termoeléctrica se utiliza para hacer funcionar las denominadas centrales térmicas solares o centrales termosolares<sup>113</sup>. Una central de este tipo consta de una torre central en la que se encuentra un líquido calentado a una temperatura elevada (300-1000 °C), de modo que es capaz de accionar una turbina y producir electricidad. La temperatura necesaria es proporcionada por la acción de un conjunto de heliostatos; cada uno de ellos es un panel, equipado con un mecanismo que le permite apuntar continuamente al Sol, de modo que, por reflexión, concentra la luz solar en el líquido de la torre. Por razones de costes, las centrales termoeléctricas se dimensionan para abastecer a concentraciones relativamente altas de población, de modo que ocupan amplias superficies de terreno, que no pueden ser dedicadas a otros usos. Evidentemente, han de ser instaladas en lugares con una gran radiación solar (a fin de reducir el número de heliostatos necesarios para calentar el líquido de la torre). También es obvio que no funcionan por la noche. En conjunto, estas centrales presentan los mismos inconvenientes que los parques eólicos, en cuanto a la necesidad de estar conectadas a la red eléctrica general. Además, la contaminación térmica que producen es elevada.

Finalmente, la energía solar fotovoltaica está basada en el uso de pequeños dispositivos (unos cuantos cm<sup>2</sup> de superficie), denominados células solares fotovoltaicas<sup>114</sup>. Las células se agrupan en paneles, que se disponen apuntando al Sol. Cuando reciben la iluminación, las células entregan una corriente eléctrica, que puede ser utilizada para diversos propósitos. En general, la energía solar fotovoltaica resulta especialmente adecuada para suministrar electricidad a viviendas aisladas y alejadas de la red eléctrica general; no es rentable, ni práctico considerar esta modalidad de energía para aportar electricidad a entidades de población mayores que pequeñas villas. Un problema básico de este tipo de energía es que la corriente que produce es continua, mientras que en numerosas aplicaciones cotidianas se necesita corriente alterna. Por otro lado, una instalación solar en sí misma no es contaminante, ni genera gases de efecto invernadero; pero en el proceso de fabricación de las células están involucrados muchos contaminantes químicos, cuya eliminación es difícil<sup>115</sup>. Obviamente, las instalaciones solares de este tipo no funcionan durante la noche; sin embargo, pueden estar sobredimensionadas para generar un exceso de electricidad, que es almacenado en una batería para ser utilizado durante las horas nocturnas. Las baterías utilizadas en combinación con los sistemas fotovoltaicos han de ser recargables y capaces de soportar ciclos profundos de carga-descarga (téngase en cuenta que es posible que se utilice un gran porcentaje de la reserva de corriente de la batería durante el uso nocturno).

Hablar de baterías supone introducir un nuevo concepto en la discusión: el de movilidad. En principio, todos los sistemas energéticos a los que acabamos de referirnos

---

<sup>113</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_térmica\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_térmica_solar), 15 enero 2010.

<sup>114</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_solar\\_fotovoltaica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_solar_fotovoltaica), 19 enero 2010.

<sup>115</sup> Tengo constancia directa de esta afirmación, ya que pasé cinco años de mi vida, mientras realizaba mi tesis doctoral, fabricando células solares de silicio y de arseniuro de galio.

son fijos, con lo que la energía ha de ser consumida en el sitio en el que se produce. La excepción a esta característica está representada por sistemas, como los eólicos o los solares termoeléctricos, que están conectados a la red eléctrica general. En estos sistemas la energía eléctrica generada puede ser transportada a otros emplazamientos, pero tanto el de origen como el de consumo siguen siendo fijos. Evidentemente, esto deja sin satisfacer gran número de necesidades humanas en la actualidad. Sin algo que almacene energía y pueda liberarla a medida que se requiere no existirían las linternas, la telefonía celular, los coches, los equipos de audio transportables, ciertos tipos de relojes, gran número de equipos médicos de carácter ambulatorio (es decir, que siguen funcionando mientras el sujeto continúa desarrollando su vida habitual), las radios inalámbricas, los ordenadores portátiles y multitud de otros equipamientos y dispositivos. Los elementos que permiten que todos esos sistemas funcionen y proporcionen electricidad en cualquier lugar son las baterías. En esencia, una batería es un dispositivo en el que se produce la transformación de energía química en energía eléctrica (y la de energía eléctrica en energía química si la batería es recargable)<sup>116</sup>. Existe un gran número de tipos de baterías; en general, cada uno de ellos resulta especialmente idóneo para una aplicación particular. Como contrapartida a sus evidentes ventajas, las baterías tienen el inconveniente de ser potencialmente peligrosas y muy contaminantes. Así, una batería sobrecargada libera hidrógeno que, en contacto con cualquier chispa, produce una explosión; muchos de los productos químicos incluidos en una batería son venenosos, corrosivos o ambas cosas a la vez, y, en general, resulta difícil evitar que contaminen el ambiente, aunque la legislación y las regulaciones al respecto son cada vez más rigurosas.

Tras este inciso, sobre cuya temática volveremos más adelante, vamos a continuar con el repaso en el que estábamos embarcados a propósito de los principales sistemas energéticos, refiriéndonos a los tres que, en primera instancia, pueden tener mayor interés práctico.

La energía hidroeléctrica se obtiene concentrando y deteniendo el agua de un río en una presa o embalse. La presión que alcanza el agua en estas condiciones puede ser utilizada para mover una turbina, con lo cual es posible generar electricidad<sup>117</sup>. Entre las ventajas de esta forma de energía se encuentran las siguientes: el propio embalse actúa como acumulador del exceso de energía generado, se basa en un recurso renovable y, en principio, no causa contaminación. Sin embargo, este sistema de producción de energía presenta numerosos inconvenientes. Así, la inundación de una determinada extensión de terreno para establecer el embalse afecta seriamente a la vegetación de la zona; en este sentido, es particularmente nociva la inmersión de masas forestales, ya que su descomposición libera metano, que es uno de los gases de efecto invernadero. Las especies animales sufren un drástico cambio en las condiciones de su hábitat. Por último, el muro

---

<sup>116</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Battery\\_\(electricity\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Battery_(electricity)), 19 enero 2010.

<sup>117</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Energy\\_development](http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_development), 9 enero 2010.

de contención de un embalse puede fallar y derrumbarse, provocando una inundación catastrófica<sup>118</sup>.

Las ventajas y los inconvenientes de utilizar energía a partir de combustibles fósiles son sobradamente conocidos como para que sea innecesario extendernos sobre el tema. Baste recordar que su punto fuerte es que estos combustibles son transportables, con lo que es posible obtener energía prácticamente en cualquier lugar del mundo y que sus dos principales contrapartidas son su carácter limitado (tarde o temprano se extinguirán) y que, debido a su baja eficiencia, son altamente contaminantes. Peor todavía, la contaminación que producen es del tipo que contribuye a incrementar los perjuicios derivados de un exceso de gases de efecto invernadero.

Concluiremos este rápido repaso haciendo una breve referencia a la energía nuclear de fisión. En este caso, se utiliza el calor generado en una serie de reacciones nucleares, basadas en la ruptura de átomos de uranio 235, para calentar agua y activar una turbina, produciendo electricidad. Las principales ventajas de este procedimiento energético son que no genera gases de efecto invernadero y que, aun siendo de carácter limitado, las reservas de material fisiónable muy probablemente duren mucho más que las de combustibles fósiles. A cambio, un mal funcionamiento del reactor en el que tiene lugar el proceso puede causar mucho daño a los seres humanos que vivan en sus proximidades<sup>119</sup> y todavía está por resolver de forma segura el problema del almacenamiento de los residuos nucleares (el material radiactivo no utilizable que se genera durante las reacciones nucleares).

A la vista de lo que antecede, ¿podemos responder ya a la pregunta del millón de dólares que formulábamos unos cuantos párrafos más arriba? ¿Tenemos una forma de energía, junto con sus fuentes correspondientes, que podamos considerar como la solución definitiva a los problemas de la contaminación y el calentamiento global de la Tierra? Pues, si queremos mantener nuestro nivel de vida actual (es decir, si no participamos de las visiones idílicas de *Avatar* y el presidente de Bolivia y no creemos que la existencia de los na'vi sea la mejor posible), la verdad es que no. Por un motivo u otro, todas las fuentes que hemos considerado fallan a la hora de convertirse en solución global. Y es que estamos consumiendo mucha potencia (la energía es el producto de la potencia por el tiempo en el que la utilizamos), 15 terawatios (TW)<sup>120</sup>, contando todas las fuentes, y, además, queremos tener esa potencia disponible en una gran diversidad de formas. Ahora bien, si es cierto que no podemos apuntar una solución global, sí podemos, en cambio, rechazar algunas de las opciones mencionadas por ser claramente inapropiadas. Y eso es lo que vamos a hacer a continuación, siguiendo en parte las líneas generales de un artículo

---

<sup>118</sup> Véase <http://www.wikiteka.es/apuntes/inundaciones-por-rotura-de-presa> para obtener algunos datos relativos a desastres derivados de fallos en los embalses.

<sup>119</sup> Recuérdese, a título de ejemplo, el desastre de la central de Chernobyl (Ucrania), ocurrido en 1986, que produjo decenas de muertos (sin contar las personas que morirán prematuramente por culpa de los daños secundarios causados por el accidente). Véase [http://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl\\_disaster](http://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_disaster), 18 enero 2010.

<sup>120</sup> 1 TW son  $10^{12}$  W (vatios); es decir, 1 000 000 000 000 W (un billón).

de Derek Abbott, científico de la Escuela de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de la Universidad de Adelaida (estado de Australia del Sur, Australia)<sup>121</sup>.

Desde luego, lo primero que hay que hacer es mejorar el uso de la energía de la que disponemos, lo cual incluye desde racionalizar los diseños de los nuevos edificios hasta no dejar encendidos aparatos eléctricos que no se usan, pasando por restringir los rangos de temperaturas en los que pueden estar operativos los sistemas de calefacción o de aire acondicionado o el consumo de agua caliente, o sustituyendo las reuniones presenciales por videoconferencias (con lo cual se evitan viajes y el correspondiente gasto de combustible).

Abordando ya las medidas de gran calado, hay que prescindir por completo de la opción de obtener energía quemando combustibles fósiles. No se trata de reducir su consumo, sino de suprimirlo por completo. Esto viene sugerido por dos motivos. Por un lado, tales combustibles se acabarán tarde o temprano (más bien temprano), por lo que es bastante aconsejable que vayamos acostumbrándonos a esa situación. Por otra parte, el más relevante de tales combustibles, el petróleo, tiene aplicaciones muy importantes en la fabricación de distintos productos, como los plásticos, las pinturas o los neumáticos, entre otros, con lo que no parece muy razonable malgastar el poco que queda quemándolo simplemente.

La consecuencia inmediata de esta decisión es que toda la energía que hasta ahora se obtenía de los combustibles sólidos debe ser reemplazada por energía eléctrica. En esta tesitura, todas las fuentes capaces de proporcionar energía eléctrica son útiles y deben ser consideradas. Sin embargo, esto no implica que todas las fuentes deban contribuir de la misma forma a la provisión de energía. Por ejemplo, Abbott es extremadamente reticente al uso de la energía solar fotovoltaica (salvo, supongo, en el caso de instalaciones aisladas). Así, exagerando el argumento, sostiene que, si todo el consumo mundial de electricidad debiera ser proporcionado por células solares, se requerirían 100 Tg (teragramos) de productos químicos tóxicos cada 20 años (el tiempo de vida útil de una célula), lo cual es a todas luces inviable. Con relación a la energía hidroeléctrica, Abbott no dice nada explícitamente, pero ya me explayé sobre sus inconvenientes algo más atrás. Finalmente, Abbott se muestra especialmente crítico con la alternativa de la fisión nuclear. Aduce que, al ritmo actual de consumo, se requerirían unas 15000 centrales para proporcionar toda la energía eléctrica del planeta y que ello agotaría las reservas de uranio en unos 5 años. Y todo ello sin contar, naturalmente, con los riesgos de seguridad y los derivados del almacenamiento de los residuos radiactivos.

Antes de seguir adelante, permítanme romper una lanza en favor de la energía nuclear. Hemos dicho que se necesita la contribución de todas las fuentes, no que una de ellas vaya a satisfacer en exclusiva los requisitos energéticos. Así que los cálculos de Abbott acerca del número de centrales son sencillamente irrelevantes. Por otro lado, hay

---

<sup>121</sup> Derek Abbott, *Hydrogen without tears: addressing the global energy crisis via a solar to hydrogen pathway*, Proceedings of the IEEE, vol. 97, n° 12, pp. 1931-1934, diciembre 2009.

que señalar que, tras los incidentes de Chernobyl y Three Mile Island (Dauphin County, Pennsylvania, Estados Unidos)<sup>122</sup>, en 1979, no han vuelto ocurrir incidentes significativos en centrales nucleares. De hecho, con la tecnología utilizada en la construcción de las últimas centrales es muy difícil que ocurran desastres como los que acabamos de mencionar. Y, por lo que se refiere al problema de los residuos, los sarcófagos de cemento y plomo en los que se entierran en las profundidades oceánicas no han fallado hasta el momento (por lo menos, hasta donde yo sé). Es decir, en cuanto a la posibilidad de desastres, la energía nuclear es más segura que la hidroeléctrica, y, por otro lado, la eficiencia de la primera es muy superior a la de la segunda.

Retomando la línea argumental anterior, cabe señalar que Abbott manifiesta claramente sus preferencias por la energía solar termoeléctrica. Haciendo unos cálculos similares a los anteriormente mencionados para la energía nuclear, concluye que satisfacer las necesidades energéticas mundiales requeriría un área de  $500 \times 500 \text{ km}^2$  (algo así como la de la mitad de España), lo cual no debería suponer un problema porque la superficie desértica del planeta es mucho mayor.

Por lo que se refiere al suministro energético de vehículos (Abbott se refiere exclusivamente a los coches, dejando sin aclarar si la misma conclusión es aplicable a los aviones), Abbott descarta el uso de automóviles eléctricos, ya que la fabricación de las baterías asociadas agotaría rápidamente los recursos de litio. Además, no pueden pasarse por alto los graves riesgos que supone para el medio ambiente y las personas la utilización de baterías, tal y como señalé más arriba. A cambio, Abbott es partidario de utilizar hidrógeno como combustible. Dicho material, prácticamente inagotable, se obtendría por electrolisis (una forma de descomposición) del agua, recuperándose ésta en el proceso de combustión<sup>123</sup>.

Así pues, a título de conclusión puede decirse que lo que estábamos buscando (una fuente de energía renovable, no contaminante, que no contribuya a la generación de gases de efecto invernadero y que permita satisfacer las necesidades energéticas actuales) se encuentra en la energía solar termoeléctrica, con la colaboración de otros recursos energéticos, y las células de hidrógeno.



¿A título de conclusión? Realmente ¿eran necesarias tantas páginas para llegar a algo que, a fin de cuentas, ya expuso Derek Abbott antes que yo? Lo cierto es que pienso que

---

<sup>122</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Mile\\_Island\\_accident](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Mile_Island_accident), 16 enero 2010.

<sup>123</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen\\_vehicle](http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_vehicle), 18 enero 2010. En esta referencia se indica explícitamente que esta solución es aplicable a aviones. También se señala que su principal inconveniente es el bajo rendimiento de conversión de energía química en energía motriz, mientras que sus ventajas más destacadas son que no produce gases de efecto invernadero y que no requiere el uso de baterías de almacenamiento.

aún falta un último paso para alcanzar la conclusión definitiva y que, por eso, eran necesarias tantas páginas (eso sí, muy probablemente mejor escritas).

El artículo de Abbott tiene cuatro páginas. Sin embargo, en él caben todos los aspectos (excepto los cinematográficos y los directamente relacionados con éstos) que han sido considerados en este trabajo. Se habla de contaminación, de calentamiento global y de fuentes energéticas. Y se llega a una conclusión clara y concisa, con la que, todo sea dicho de paso, yo estoy de acuerdo si dejamos de lado algunos matices secundarios. Es, desde el principio hasta el final, un modelo de artículo científico. Pues bien, en toda la restante documentación que manejé (y de la que he dejado constancia en las notas a pie de página) no he encontrado, ni remotamente, algo parecido, lo cual no hace más que confirmar mi sensación, ya expuesta con anterioridad, de que el debate sobre el cambio climático antropogénico tiene muy poco de científico. Así que, para empezar a movernos hacia esa conclusión definitiva a la que aludía al principio de este apartado, debemos dejar de lado todo ese debate y empezarlo de nuevo con bases y evidencias más sólidas. Los científicos han hecho mucho bien y son imprescindibles para la supervivencia de la humanidad, pero en este ámbito no han estado a la altura de las circunstancias. Sea porque han llegado a conclusiones muy poco justificadas, sea porque los intereses económicos se han metido por el medio con demasiada fuerza, la verdad es que hay muy poco realmente aprovechable en el debate sobre el cambio climático al que me referí con bastante extensión.

Tampoco han contribuido a clarificar la situación los partidarios de determinadas ideologías (sin contar con los que disfrazan de ideología intereses puramente económicos). Así, estoy dispuesto a creer que los que toman *Avatar* como referencia (el presidente de Bolivia incluido) son completamente sinceros cuando proclaman las virtudes del modo de vida de los na'vi en contraposición con el que seguimos la mayoría de los occidentales. Pero los buenos deseos y las buenas intenciones no siempre son suficientes, sobre todo cuando, como es el caso, se tiene una visión muy parcial y muy sesgada de la situación. Si alabamos a los na'vi por ser buenas personas (suponiendo que el calificativo es correcto) y quedamos pasmados ante los abrumadores paisajes (mucha gente ha olvidado por completo que son meras recreaciones digitales) de Pandora, también debemos plantearnos si su modelo social tiene o no similitudes con el de los indios de Estados Unidos. Porque, si todo eso no es más que la fachada de una organización jerarquizada, violenta, reacia a la evolución y machista, a lo mejor resulta que al final preferimos vivir en un desierto y matar sin compasión a los animales que nos vamos a comer.

Y, ya que hablamos de confundir a la opinión pública con debates escasamente científicos y con mundos irreales, no puede pasarse por alto que los principales manipuladores al respecto son los políticos y los creadores de opinión. Ya dejando a un lado a los que niegan rotundamente la posibilidad del cambio climático (sus intereses económicos suelen ser demasiado evidentes y ya bastante conocidos por casi todo el mundo), lo cierto es que en el otro bando también encontramos figuras del calibre de Al Gore, que viaja a todas partes en su avión privado a pesar del deterioro ambiental que ello



supone; o Miguel Sebastián, ministro de Industria de España, tenaz defensor del coche híbrido, consumidor de petróleo y de la energía eléctrica proporcionada por baterías<sup>124</sup>; o José Luis Rodríguez Zapatero, presidente del gobierno español y presidente de turno de la Unión Europea, quien, en distintas ocasiones, se ha mostrado totalmente opuesto al uso de la energía nuclear.

En consecuencia, mi conclusión no puede ser más clara. Que se callen los políticos (sobre todo) y los ideólogos (también deberían callarse las empresas, pero, lamentablemente, el dinero habla demasiado) y que hablen los científicos... desde el principio y sin prejuicios. Y quizá no sería mala idea que el punto de partida del debate científico fuera el artículo de Abbott. Entretanto, lo que podemos hacer los ciudadanos de a pie es ir tomándonos en serio la situación y dejar de contaminar gratuitamente, que es lo que hacemos con excesiva frecuencia. Tal vez si nosotros empezamos por dar ejemplo, los científicos, los ideólogos y los políticos empiecen a considerar la posibilidad de hacer las cosas bien.

*Vigo, enero 2010*

---

<sup>124</sup> En los vehículos híbridos, las baterías eléctricas son elementos fundamentales. Véase [http://es.wikipedia.org/wiki/Vehículo\\_eléctrico\\_de\\_batería](http://es.wikipedia.org/wiki/Vehículo_eléctrico_de_batería), 18 noviembre 2009.