Aritmética, población y energía:

una conferencia de Albert Bartlett

Traducción española de <u>José Angel García Landa</u>

Nota del traductor:

Puede verse en YouTube <u>una importante conferencia de Albert Bartlett</u>, en la Universidad de Colorado (2002), sobre la relación aritmética entre el consumo de energía y el aumento de la población. Viene a ser una actualización de los puntos básicos del razonamiento malthusiano básico: el consumo crece a un ritmo mayor que la producción de recursos. Esto es algo inevitable, y Bartlett pone el énfasis en la necesidad de detener el crecimiento de la población. Quizá se entendiese todavía mejor diciendo que lo que hay que reducir es el consumo de energía y de recursos—pero Bartlett quiere insistir en que no es

creíble una reducción del consumo que no suponga previamente una reducción de la población.

A Malthus lo tenemos olvidado, en términos generales—como si sus fatídicas profecías no se hubiesen cumplido. Pero no han faltado tampoco predicciones cumplidas: grandes guerras y exterminios, epidemias masivas, control de la natalidad, desarrollo de la homosexualidad, descenso de la natalidad en los países avanzados. Digamos que el impacto las predicciones de Malthus se ha difuminado por el empuje que dio a nuestro crecimiento, en Occidente y en todo el mundo, el consumo de combustibles fósiles—sobre todo la era del carbón, y ahora la del petróleo que pronto toca a su fin. Nos hemos acostumbrado a hacer todo quemando petróleo, y a vivir en la abundancia que da la energía fácil, con la ilusión de que durará para siempre. Mientras, hemos creado una cultura del crecimiento constante hacia el infinito. Mi padre decía que el capitalismo era un sistema que había funcionado muy bien hasta ahora, pero que estaba basado en <u>una presuposición errónea: que la tierra es plana, e</u> infinita. El fin de la era del petróleo va a ser especialmente violento y conflictivo. La tierra es redonda, y el consumo de recursos al final se encuentra consigo mismo, con tierra quemada.

La conferencia de Bartlett es un serio aviso al respecto. Merece la pena seguirla y tomar buena nota de lo que dice; es, además, una auténtica lección magistral, que hoy ya se puede empezar a ver con cierta perspectiva histórica, y relacionar con la crisis que nos aqueja. Pues hay que preguntarse por qué el futuro inmediato parece de repente menos prometedor, y por qué la política de endeudar a los países hipotecando ese futuro ha hecho aguas súbitamente, contra las previsiones de los gobernantes, financieros e inversores.

Aquí transcribo y traduzco <u>la conferencia sobre Aritmética, Población, y</u> **Energía**

Aritmética, población y energía

Conferencia en la Universidad de Colorado, Boulder (2002)

Dr. Albert A. Bartlett Profesor emérito Departamento de Física Universidad de Colorado, Boulder

(Parte 1 en vídeo)

Es un auténtico placer estar aquí con ustedes y tener la oportunidad de hablar de algunos de los problemas a los que nos enfrentamos. Bien, algunos de estos problemas son nacionales, otros son locales, otros son globales. Pero están todos relacionados. Están relacionados con la aritmética, y la aritmética no es muy difícil. Lo que espero hacer aquí es convencerles de que la limitación más grave de la especie humana es nuestra incapacidad para

entender la función exponencial.

Y me dirán, "Bien, ¿y qué es la función exponencial?"

Es la función matemática que escribiría uno para describir algo que creciese a ritmo continuo, por ejemplo, algo que crezca un cinco por ciento cada año: usas la función exponencial para averiguar cómo de grande se hace esa cantidad que crece año tras año. Hablamos aquí de una situación en la que el tiempo necesario para que la cantidad aumente en un fracción fija es constante. En un cinco por ciento anual, el cinco por ciento es una fracción fija, y el "por año" es un período de tiempo fijo. De eso vamos a hablar, del crecimiento continuo y sostenido.

Bien, si el crecer un cinco por ciento lleva un tiempo fijo determinado, se sigue que llevará un tiempo fijo más largo crecer un cien por ciento. Este tiempo más largo se llama el tiempo de duplicación. Tenemos que saber cómo se calcula el tiempo de duplicación, y es fácil: basta con tomar el número 70, dividirlo por el

porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo, y eso nos da el tiempo de duplicación. Así, por ejemplo, para un cinco por ciento anual, dividimos 70 para cinco, y encontramos que esa cantidad creciente duplicaría su tamaño cada catorce años. Bien, podrán preguntar de dónde viene ese setenta: es aproximadamente cien multiplicado por el logaritmo natural de dos (= 69.3). Si quieres calcular el tiempo de triplicación, usarías el logaritmo natural de tres. Así que es todo muy lógico. Pero no hace falta acordarse de donde viene, basta con recordar el 70.

Querría que todo el mundo hiciese este cálculo mental cada vez que vemos una tasa de crecimiento porcentual de cualquier cosa, en las noticias. Por ejemplo, si ves que una cosa ha estado creciendo a un ritmo de un siete por ciento anual, ni parpadearías—pero cuando ves un titular diciendo que el crimen se ha duplicado en una década, dices "¡hey, dios mío, qué está pasando!" ¿Que qué está pasando? Un crecimiento de un siete por ciento anual. Divide el setenta para siete: el tiempo de duplicación es de diez años. Pero fijaos que si vamos a escribir un titular nunca escribimos que algo crece el siete por ciento anual. Porque la mayoría de la gente no sabe qué significa realmente.

¿Sabéis lo que significa realmente un siete por ciento? Tomemos otro ejemplo de Colorado: el precio de un abono diario de la estación de esquí de Vail lleva creciendo cerca de un siete por ciento anual desde que abrió Vail en 1963—y entonces se pagaban cinco dólares, por un abono de remontes para todo el día. Bien, ¿cuál es el tiempo de duplicación de un crecimiento del siete por ciento? Diez años. ¿Y cuál era el precio diez años más tarde, en 1973? Diez dólares. ¿Diez años más tarde, en 1983? Veinte dólares. Diez años más tarde, en 1993, cuarenta dólares. ¿Y qué podemos esperar? ¿Puede continuar esto? Ochenta dólares en 2003, 160 dólares en 2013, 320 dólares en 2023. Pues esto es lo que significa un siete por ciento. ¡Y la mayoría de la gente no tiene ni idea!

Vamos a mirar el gráfico genérico de algo que esté creciendo a ritmo continuo:



Después de un tiempo de duplicación, la cantidad resultante es dos veces la original, después de dos tiempos de duplicación ha subido a *cuatro veces su* tamaño original. Luego sube a ocho, dieciséis, treinta y dos, sesenta y cuatro, ciento veintiocho, doscientos cincuenta y seis, quinientos doce... En sólo diez tiempos de duplicación, es *mil veces mayor que cuando empezó;* puede verse que si intentásemos dibujar esta gráfica en un papel de gráficas normal, atravesaría el techo directamente. Ahora déjenme que les ponga un ejemplo de

los enormes números que se obtienen con sólo un número limitado de duplicaciones.

Dice la leyenda que el juego del ajedrez lo inventó un matemático que trabajaba para un rey. Al rey le complació mucho, y le dijo, "Quiero recompensarte", y el matemático dijo: "Mis necesidades son modestas. Por favor, toma mi nuevo tablero de ajedrez, y en el primer cuadrado coloca un grano de trigo. En el siguiente cuadrado dobla el número y pon dos. En el siguiente dobla el número y pon cuatro. Sólo sigue doblando hasta que llegues al último cuadrado—y ese será un pago adecuado.

Granos de trigo en un tablero de ajedrez:

Cuadrado número		Granos en el cuadrado		Número total de granos en el tablero	
1	1		1		
2	2	2		3	
3	4	4		7	
4	8	8		15	
5	16	16		31	
6	32	32		63	

|--|

Podemos adivinar que el rey pensó "¡Qué hombre tan necio! ¡Yo estaba dispuesto a darle una auténtica recompensa, y sólo me pide unos pocos granos de trigo!" Veamos qué pasa con esto. Sabemos que hay ocho granos en el cuarto cuadrado. Este número ocho me sale de multiplicar tres doses: dos veces dos veces dos. Es un dos menos que el número del cuadrado. Bien, pues eso se sigue en cada caso, de modo que en el último cuadrado obtengo el número de granos multiplicando sesenta y tres doses juntos. Ahora miremos cómo se forma el total: en el primer cuadrado tenemos un total de uno, con el segundo cuadrado tenemos un total de tres, en el tercero pongo cuantro granos, y ahora el total es siete. Siete es un grano menos que ocho, que es tres doses multiplicados juntos; quince es un grano menos que cuatro doses multiplicados uno por otro. Bien, eso continúa así, de modo que cuando acabamos el número total de granos es el que obtengo multiplicando 64 doses uno por otro, y pregunto, ¿cuánto trigo es eso? Vamos, ¿sería un buen montón, aquí en el estudio? ¿Llenaría el edificio? ¿Cubriría el condado con una profundidad de dos metros? ¿De cuánto trigo estamos hablando? La respuesta es que es más o menos cuatrocientas veces la cosecha mundial de trigo de 1990. Y eso podría ser más trigo del que se ha cosechado en toda la historia del mundo. Diréis, ¿cómo llegamos a un número tan grande? Muy fácil, empezamos con un grano pero dejamos que el número creciese constantemente duplicándose tan sólo sesenta y tres veces.

Hay otra cosa que es muy importante. ¡El crecimiento que se da en cualquier tiempo de duplicación es más grande que la totalidad de TODO el crecimiento anterior! Por ejemplo cuando ponemos ocho granos en el cuarto cuadrado, el ocho es más grande que los siete que ya estaban allí. Cuando ponemos 32 granos en el sexto cuadro, el 32 es mayor que los 31 que estaban allí antes. Cada vez que la cantidad creciente se duplica, coge más de lo que se ha empleado para *todo* el crecimiento anterior.

Ahora, vamos a traducir eso a términos de la crisis energética. Un anuncio del año 1985 hacía esta pregunta, "¿Podrían los Estados Unidos de América quedarse sin electricidad? Estados Unidos depende de la electricidad. Nuestras necesidades de electricidad de hecho se duplican cada diez o doce años". Eso es un reflejo exacto de una historia muy larga de crecimiento continuado de la industria eléctrica en este país, que crece alrededor de un siete por ciento anual, es decir, que se duplica cada diez años. Bien, pues, ¿se esperaba acaso que esa historia de crecimiento sostenido siguiera sin más

para siempre? Por suerte se detuvo. No porque nadie entendiese la aritmética del asunto, se paró por otras razones, pero qué pasaría si, supongamos, hubiese seguido el crecimiento? Entonces veríamos aquí lo que acabamos de ver en el tablero de ajedrez. En los diez años que siguieron a la aparición de este anuncio, en esa década, la cantidad de energía eléctrica que habríamos consumido en este país habría sido mayor que la suma de toda la energía eléctrica producida en toda la historia de crecimiento continuado de esa industria en este país.

¿Os dais cuenta de que algo tan perfectamente aceptable como un crecimiento del 7% anual podría dar lugar a una consecuencia tan increíble? *Que en sólo* diez años consumiríamos más que el total de todo lo que se había consumido en toda la historia anterior. Bien, pues eso es exactamente a lo que se refería el presidente Carter en su famoso discurso sobre la energía (18 de abril de 1977). Una de las aseveraciones decía, "en cada una de esas décadas (los años 50 y los años 60) se consumió más petróleo que en el conjunto de la historia previa de la humanidad". Ya de por sí eso es una afirmación pasmosa.

Ahora entendéis por qué. El precio nos estaba diciendo una simple consecuencia de la aritmética de un crecimiento del siete por ciento anual del consumo mundial de petróleo, y eso fue la cifra histórica hasta los años setenta.

Ahora, hay otra hermosa consecuencia de esta aritmética. Si cogéis un periodo de tiempo de setenta años, y observáis que es más o menos la duración de una vida humana, entonces cualquier crecimiento porcentual continuado de modo constante durante setenta años nos da un aumento global de un factor— esto es muy fácil de calcular:

Crecimiento constante durante 70 años (una vida humana):

Ratio de crecimiento anual Factor

1%	2=2
2%	2x2=4
3%	2x2x2=8
4%	2x2x2x2=16
5%	2x2x2x2x2=32
6%	2x2x2x2x2x2=64
7%	2x2x2x2x2x2x2x2=128

Por ejemplo, para un cuatro por ciento anual encontramos el factor multiplicando cuatro doses, nos da un factor de dieciséis.

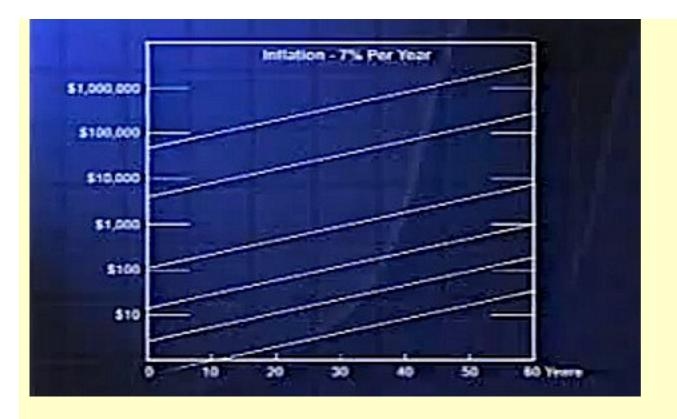
(Parte 2 en vídeo)

Bien; hace unos pocos años, uno de los periódicos de aquí de Boulder hizo una

pregunta a los nueve concejales del ayuntamiento de Boulder: "¿Qué tasa de crecimiento anual crees que sería deseable tener en la ciudad en los próximos años?" Los nueve concejales dieron respuestas que estaban entre un uno por ciento por lo bajo—resulta que eso viene a equivaler a la tasa de crecimiento anual de los Estados Unidos—no estamos en crecimiento cero: el número de estadounidenses aumenta en más de tres millones de personas al año. Ningún concejal de Boulder dijo que Boulder debería crecer menos rápidamente de lo que están creciendo los Estados Unidos. Bueno, pues la respuesta más alta dada por un concejal decía que deberíamos crecer a una tasa de un cinco por ciento anual. Y saben, me sentí obligado a escribirle una carta diciéndole, "¿Pero sabe usted que un crecimiento de cinco por ciento durante setenta años...— Recuerdo cuando setenta años me parecía un tiempo enormemente largo, ahora ya no me lo parece tanto... —Lo que quiero decir es que la población de Boulder crecería por un factor de 32. Eso quiere decir, que si hoy tenemos una planta de tratamiento de aguas residuales sobrecargada, dentro de setenta años necesitaríamos 32 plantas de tratamiento de aguas residuales sobrecargadas. ¿Habían caído en la cuenta de que una cosa tan

esencialmente americana como un crecimiento de un cinco por ciento anual resultaría en una consecuencia tan increíble en un período de tiempo tan moderado? La gente de nuestro ayuntamiento tenía una comprensión *nula* de esta cuestión aritmética tan simple.

Hace unos años, tenía un curso de estudiantes que no eran de ciencias, interesados en los problemas de ciencia y sociedad. Pasamos bastante tiempo aprendiendo a usar un [...] papel para gráficos:



Está impreso de manera que los intervalos iguales de la escala vertical representan cada uno un aumento resultante de la multiplicación por un factor de diez. Así pasas de mil a diez mil a cien mil... La razón para emplear este papel especial es que aquí una linea recta representa un crecimiento continuado. Trabajamos muchos ejemplos con los estudiantes. Les dije, "Vamos a hablar de la inflación, hablemos de un siete por ciento anual. No estaba tan alta cuando hicimos esto; desde entonces ha subido, y por suerte

ahora está más baja. Y les dije a los estudiantes como les puedo decir a ustedes; tienen más o menos una esperanza de vida de sesenta años más por delante, veamos algunas cosas corrientes que sucederán si tenemos una inflación del siete por ciento durante sesenta años. Bien, pues los estudiantes vieron que que un galón de gasolina de 55 centavos costaría 35 dólares veinte centavos. Dos dólares cincuenta por una entrada de cine serían. La bolsa de la compra de quince dólares, que mi madre compraba por un dólar veinticinco, serían 160 dólares. Un traje de cien dólares, seis mil cuatrocientos dólares; un automóvil de cuatro mil dólares costaría un cuarto de millón de dólares, y una casa de cuarenta y cinco mil dólares costaría casi tres millones de dólares.

Bien, les dí a los estudiantes estos otros datos [otro gráfico] ; estos venían de un anuncio de Blue Cross Blue Shield. El anuncio aparecía en Newsweek, y presentaba estas cifras para mostrar la escalada de precios de una operación de vesícula. En los años que han pasado desde 1950, cuando esa operación costaba 361 dólares. (...) Veamos lo que pasa: los estudiantes vieron que los primeros cuatro puntos se alineaban en una recta cuya pendiente indicaba una inflación de cerca de un seis por ciento anual. Pero el cuarto, el quinto y el sexto corrían por una línea de pendiente más empinada, de casi un diez por ciento anual. Bien, los estudiantes prolongaron esa línea hasta el año 2000, para hacerse una idea de cuánto vendría a costar una operación de vesícula biliar. La respuesta es veinticinco mil dólares. La lección que sale está terriblemente clara: si están pensando ustedes hacerse una operación de vesícula, hágansela ya.

En verano de 1986, dijeron las noticias que la población mundial había alcanzado los cinco mil millones de personas, creciendo a un ritmo de un 1.7 por ciento anual. Vale, la reacción de ustedes a un siete por ciento podría ser decir, "¡qué poco! Nada malo podría pasar a un ritmo de un 1.7 por ciento anual". Así que calculas el tiempo de duplicación, y ves que son sólo 41 años. Más recientemente, en 1999, leímos que la población mundial había crecido de cinco mil millones a seis mil millones de personas. Las buenas noticias es que el ritmo de aumento había bajado del 1.7 % anual al 1.3 % anual (tiempo de duplicación: 53 años); las malas noticias es que a pesar del descenso de la

tasa de aumento, la población mundial sigue aumentando a un ritmo de más de ochenta millones de personas al año.

Ahora bien, si esta modesta corriente de un 1.3% anual continuase, la densidad de población mundial alcanzaría la cifra de un habitante por metro cuadrado en las tierras emergidas en sólo 780 años. Y la masa de las personas igualaría a la masa de la Tierra en sólo dos mil cuatrocientos años. Bien podemos sonreír a esas cifras, sabemos que no podrían darse. Hicieron de aquí un chiste muy majo [ilustración: sale una llanura inmensa con una persona en cada metro cuadrado], el pie del chiste dice, "Perdone, caballero, estoy dispuesto a hacerle una oferta muy atractiva por su cuadrado". Hay una lección muy profunda en ese chiste. La lección es que un cero por ciento de crecimiento de la población es algo que va a darse. Bien, podemos debatir si nos gusta o no nos gusta un cero por ciento de crecimiento de la población, pero da igual, va a suceder, nos guste o no es absolutamente imposible que la gente viva con esa densidad de población en las tierras emergidas. Por tanto las actuales tasas altas de natalidad caerán, y las bajas tasas de mortalidad subirán, hasta que tengan

exactamente el mismo valor numérico, y eso con seguridad va a suceder en un tiempo que será corto si lo comparamos con 780 años.

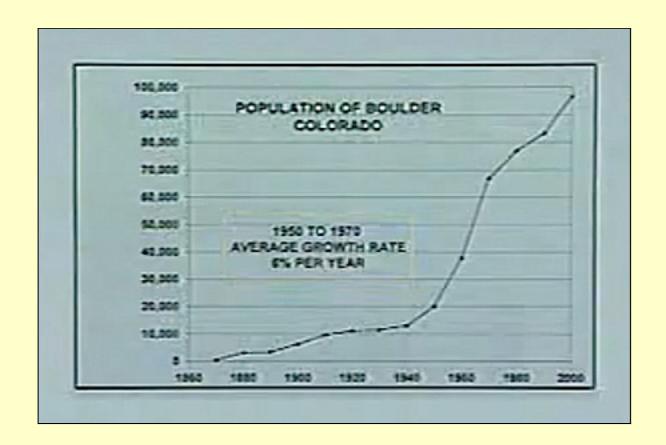
Así que quizá se estén preguntando qué tipo de opciones están disponibles, si decidimos abordar el problema. En la columna de la izquierda he hecho una lista con las cosas que debemos fomentar si queremos que aumente la tasa de natalidad, y que al suceder esto emperore el problema. Mirad la lista. Cada uno de sus elementos es sagrado como la maternidad. Está la inmigración. La medicina, la sanidad pública, la higiene pública. Todo esto va destinado a la finalidad benevolente de reducir la tasa de mortalidad. Y para mí es muy importantate, si lo que están reduciendo es mi muerte. Pero bien tengo que darme cuenta de que todo lo que reduzca la tasa de mortalidad hace que empeore el problema de la población. Está la paz. La ley y el orden. La agricultura científica reduce la mortalidad debida a las hambrunas. Eso hace que emperore el problema de la población. El límite de velocidad de 55 millas por hora ha salvado miles de vidas. Eso empeora el problema de la población. El aire limpio lo empeora. [Otros elementos de la columna de la izquierda son: la procreación, las familias grandes... Y también la ignorancia del problema.]

En la columna de la derecha he puesto las cosas que deberíamos fomentar si queremos que disminuya la tasa de crecimiento de la población, y por tanto el problema de la superpoblación. Está la abstinencia sexual, los anticonceptivos, el aborto, las familias pequeñas, el freno a la inmigración, las enfermedades, la guera, el asesinato, las hambrunas, los accidentes. Y el tabaco claramente aumenta la tasa de mortalidad. Bien, eso ayuda a resolver el problema. Ahora recordad la conclusión de nuestro chiste de una persona por metro cuadrado: un cero por ciento de crecimiento de la población es algo que va a suceder. Aplicando esa conclusión a estos términos, digamos que la Naturaleza va a elegir entre los términos de la lista de la derecha, y nosotros no tenemos que hacer nada. Sólo estar dispuestos a vivir con lo que la Naturaleza decida elegir de esa lista de la derecha. O podemos ejercer la única opción que tenemos abierta—¿Y cuál es? Es elegir primero de entre la lista de la derecha. Tenemos que encontrar allí algo que queramos y que estemos dispuestos a apoyar en campañas.

¿Hay alguien aquí que esté a favor de promocionar la enfermendad? Tenemos ahora posibilidades de embarcarnos en guerras creíbles. ¿Os gustarían más asesinatos, más hambrunas, más accidentes? Aquí vemos el dilema de la humanidad. Porque todo lo que consideramos bueno hace que emperore el problema de la población. Todo lo que vemos como malo ayuda a resolver el problema. He ahí un dilema si jamás lo hubo.

Y la cuestión que nos queda por tratar es la educación. ¿Sigue la columna de la izquierda, o la columna de la derecha? Hay que decir que hasta ahora se ha situado firmemente en la columna de la izquierda. Y la columna de la izquierda no hace mucho por reducir la ignorancia que hy del problema. Y la Naturaleza ya está escogiendo, de entre esa lista de la derecha. Habréis ohído hablar de la epidemia de SIDA que está asolando el continente africano. Tengo un amigo de Zimbabwe que me dice que la gente se cae muerta en las calles. La naturaleza se está encargando del problema.

Así que, ¿por dónde empezamos? Empecemos por Boulder, Colorado. Aquí hay un gráfico de la población de Boulder.



Aparece la cifra del censo de USA de 1950, la de 1960, 1970... En ese periodo de veinte años, la cifra media de crecimiento de la población de Boulder fue de

un seis por ciento anual. Ahora hemos conseguido reducir un tanto el crecimiento; aparece allí la cifra del censo de 2000. Lo que quiero pedirle a la gente es que empecemos con la cifra del censo de 2000, y vayamos otros 70 años hacia adelante, una vida humana más, y preguntemos, ¿qué tasa de crecimiento continuo de la población de Boulder se requeriría para que Boulder pasase en 70 años de su población de 96.727 habitantes, hasta la población que tenían varias grandes ciudades americanas en el año 2000? ¿De modo que al cabo de setenta años, la población de Boulder igualase a la gran ciudad que elijan, en los Estados Unidos?

Boulder mañana? Escojan.

Miami, Florida - 362.470 - 1,89%

Denver - 554.636 - 2,49 %

Boston - 589.141 - 2,58 %

Detroit - 951.270 - 3,27 %

Filadelfia - 1.517.550 - 3,93 %

Houston - 1.953.631 - 4,29 % Los Ángeles - 3.694.820 - 5,20 % Nueva York - 8.008.278 - 6,31 %

Boulder en setenta años podría ser de grande como hoy es Boston, si creciese un 2,58 por ciento anual. Y para que la población de Boulder se multiplicase por diez en setenta años, y llegase a la de Detroit—951.720 habitantes— bastaría con que creciese un 3,27 % anual.

Recuerden la cifra histórica de crecimiento que hemos presentado antes—seis por ciento anual. Si eso pudiese continuar durante el periodo de una vida, Boulder se haría mayor que Los Angeles [creciendo un 5,20 % anual llegaría en 70 años a la población de 3.694.820 habitantes que hoy tiene Los Angeles]. No me refiero a Boulder *más* Broomfield, Louisville, Lafayette y las otras ciudades del condado—sólo Boulder. Bueno es *obvio* que no podemos poner a Los

Angeles en el valle de Boulder. Por tanto es obvio que el crecimiento de la población de Boulder se va a detener. La cuestión es si conseguiremos detenerlo cuando aún quede algo de espacio abierto, o si esperaremos a que esté la gente pared por pared muriéndose de asfixia.

Es interesante leer lo que dicen los promotores del crecimiento. Hace algunos años (en 1960) leíamos en un panfleto publicitario que "Boulder, que duplica su población cada diez años, es una comunidad estable y próspera"... ¡PERO QUÉ DICEN! Vas a cien millas por hora, con un siete por ciento de crecimiento anual, duplicándote en menos de diez años, y alguien dice, cosa idiota, que somos estables. Que estamos quietos. Que no nos movemos. Ni siquiera entienden el significado de las palabras que ponen sobre el papel. Pero de cuando en cuando, alguien dice, "Bueno, sabes, una ciudad mayor podría ser una ciudad *mejor.*" Y yo tengo que decir, *espera un momento.* Ya hemos hecho ese experimento. No necesitamos especular sobre cuál será el efecto del crecimiento sobre Boulder, porque el Boulder de mañana se puede ver en el Los Angeles de hoy. Y por el precio de un billete de avión, podemos dar un

paso y saltar veinte años al futuro, y ver exactamente cómo es.

¿Y cómo es?

Bien, aquí hay un titular interesante de Los Angeles:

UN ESTUDIO PODRÍA AYUDAR A LIMPIAR DE TOXINAS EL AIRE DE LOS ANGELES. Los niveles de elementos cancerígenos en el aire son de 426 veces el estándar federal. (Los Angeles Times, 1999)

Ese titular seguramente tiene algo que ver con este otro titular (1992):

La contaminación mata a 1600 personas por año en el área de Los Angeles.

Y en Colorado, ¿qué tal nos va? El *Denver Post* nos dice que somos "La

capital del crecimiento de los EE.UU."—y está orgulloso de eso. El *Denver* Rocky Mountain News nos dice que hemos de esperar un millón más de personas en los siguientes veinte años. En el *Denver Post* había una historia interesante. Alguien había llamado para decir que "Colorado tiene una tasa de crecimiento de población del 3%; eso es como un país tercermundista sin control de la natalidad". Y "estamos enviando ayuda al desarrollo, *ayuda para* la planificación familiar, a países extranjeros que tienen una tasa de crecimiento poblacional menor que la de Colorado".

Bien, como se pueden imaginar, el control del crecimiento es un tema muy controvertido. Y yo guardo como un tesoro la carta de la que he sacado estas citas. Esta carta me la escribió a mí un destacado ciudadano de esta comunidad, que es un destacado defensor de la idea de que se controle el crecimiento. Pero crecimiento controlado quiere decir sencillamente crecimiento. Esta persona me escribe, "No pongo objeciones al argumento de Vd. de sobre el crecimiento exponencial"—sólo que (dice) "no creo que el argumento exponencial sea válido a nivel local".

Así que... ya ven. La aritmética no se aplica a Boulder.

Tengo que admitir que esta persona tiene un título de la Universidad de Colorado. Pero no es un título de matemáticas, de ciencias ni de ingeniería.

Vamos a ver qué sucede si tenemos este tipo de crecimiento sostenido en un entorno finito. Las bacterias crecen duplicándose. Una bacteria se divide para volverse en dos, las dos se dividen y se hacen cuatro, las cuatro se vuelven ocho, dieciséis, etc. Imaginaos que tenemos bacterias que se duplican en número de esta manera cada minuto, en una botella. Supongamos que ponemos una de estas bacterias en una botella vacía a las once de la mañana. Observamos que la botella está llena a las doce del mediodía. Ese es un caso de crecimiento ordinario, continuado. Tiene un tiempo de duplicación de un minuto, y está en el entorno finito de una botella. Os quiero hacer tres preguntas.

Pregunta número uno. ¿En qué momento estaba medio llena la botella?

Bien, ¿os creeréis que es a las 11.59?—un minuto antes de las doce, porque su número se duplica cada minuto.

Segunda pregunta. Si fueses una bacteria de tipo medio en la botella, ¿en qué momento empezarías a darte cuenta de que se te acababa el espacio?

Pensad en esto. Este tipo de crecimiento continuado es la clave de la economía nacional y *de toda la economía global* —pensad en esto.

Vamos a mirar los últimos minutos de la botella:

Bacterias en una botella (últimos minutos)

11.54 h.: 1/64 = lleno un 1,6% 63/64 de vacío

```
11.55 h.: 1/32 = lleno un 3,1% 31/32 de vacío
11.56 h.: 1/16 = lleno un 6,3% 15/16 de vacío
11.57 h.: 1/8 = lleno un 12,5% 7/8 de vacío
11.58 h.: 1/4 = lleno un 25%
                              3/4 de vacío
11.59 h.: 1/2 = lleno un 50% 1/2 de vacío
12 del mediodía = lleno un 100%
```

A las doce del mediodía está llena, un minuto antes está medio llena, dos minutos antes está lleno un cuarto, antes un octavo, una decimosexta parte... Os quiero preguntar: cinco minutos antes de las doce, cuando sólo hay un tres por ciento de la botella lleno, y hay un 97% de espacio libre, ansiando que lo desarrollen... ¿cuántos de vosotros os daríais cuenta de que hay un problema?

Pues en la controversia sobre el desarrollo de Boulder, alguien le escribió al periódico, diciendo, "Miren, no hay ningún problema de población en Boulder, porque"-decía el autor- "tenemos quince veces el espacio que hemos usado hasta ahora". Quiero preguntar, ¿Qué hora era en Boulder cuando el espacio libre era quince veces el espacio que ya hemos usado?

La respuesta es, Eran las doce menos cuatro minutos en el valle de Boulder.

Bien, supongan que dos minutos antes de las doce, algunas de las bacterias se dan cuenta de que se les está acabando el espacio, así que emprenden una gran búsqueda de nuevas botellas. Buscan mar adentro, en la plataforma continental externa, en las fallas invertidas, y en el Ártico. Y encuentran TRES BOTELLAS NUEVAS. Vaya, es un descubrimiento colosal. Ese descubrimiento es tres veces el total de recursos que conocían antes; ahora tienen cuatro botellas, antes del descubrimiento sólo había una. Bueno, con toda seguridad, esto les proporcionará una sociedad sostenible. ¿No?

¿Queréis saber la tercera pregunta? Es esta.

Tercera pregunta. ¿Cuánto tiempo puede continuar el crecimiento como

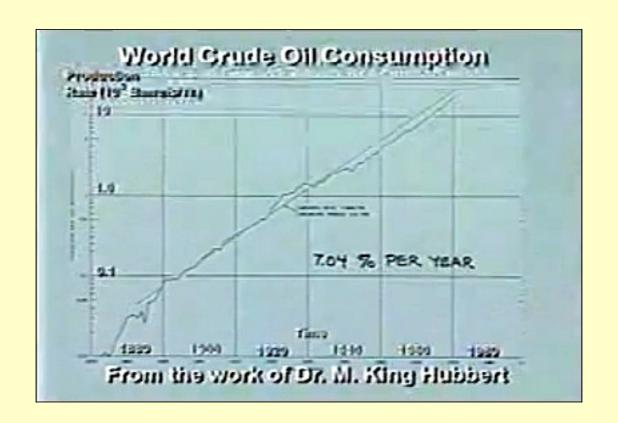
resultado del descubrimiento de tres nuevas botellas, de esta cuadruplicación de los recursos demostrables?

Miremos la tabla. A las 11.59, la botella 1 está medio llena, a las 12 la botella 1 está llena, a las doce y un minuto las botellas 1 y 2 están llenas (quedan otras dos), y a las doce y dos minutos las botellas 1, 2, 3 y 4 están llenas. Y ese es el final del trayecto.

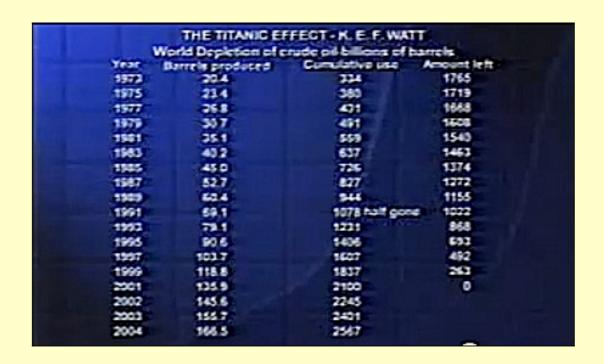
No necesitáis más aritmética que ésta para evaluar los pronunciamientos absolutamente contradictorios que hemos oído todos de expertos que nos decían en una frase que podemos seguir aumentando nuestro ritmo de consumo de combustibles fósiles, y en la siguiente frase que "no os preocupéis, siempre podremos hacer los descubrimientos que necesitamos para atender a las necesidades de ese crecimiento".

Hace unos años, en Washington, nuestro Secretario de energía observó que en la crisis de la energía teneos "un caso clásico de crecimiento exponencial

frente a unos recursos finitos" (James R. Schlesinger, Secretario de Energía de los EE.UU., *Time Magazine*, 25 abril 1977, p. 27). Vamos a mirar unas pocos de esos recursos finitos, en el trabajo del difunto Dr. M. King Hubbert.



Tenemos aquí su gráfico de la producción petrolífera mundial, hasta el año 1970 sigue una línea más o menos recta, con una media anual muy cercana al 7% anual. Así que es lógico preguntar cuánto tiempo podría continuar ese siete por ciento. Eso lo responden las cifras de esta tabla:



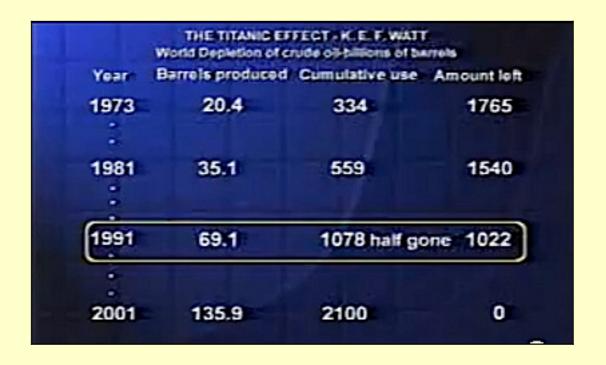
En la fila de arriba, las cifras nos dicen que en el año 1973, la producción de petróleo mundial fue de veinte mil millones de barriles. La producción histórica total, incluyendo esos veinte, era de trescientos mil millones de barriles, y las reservas que quedaban, un billón setecientos mil millones. Eso son datos. El resto de la tabla son sólo cálculos añadidos, asumiendo que el crecimiento

histórico del siete por ciento continuase cada año después de 1973, exactamente como lo había hecho durante los cien años precedentes.

Ahora bien, de hecho el crecimiento se detuvo. No por la aritmética; se detuvo porque la OPEP subió los precios del petróleo. Así que preguntamos, ¿Qué hubiera sucedido si...? Imaginad que hubiera continuado el crecimiento. Volvamos al año 1981. Para 1981, en la curva del 7%, el gasto total histórico de petróleo habría sido de 559 miles de millones de barriles, y las reservas remanentes, de un billón quinientos cuarenta mil millones de barriles. Las reservas en ese momento eran de tres veces el conjunto de todo lo que se había gastado jamás, en toda la historia. Es una reserva enorme.

¿Pero qué hora es cuando las reservas son de tres veces lo que se ha gastado en toda la historia? La respuesta es: dos minutos antes de las doce.

Sabemos que para el 7% de crecimiento, el tiempo de duplicación son diez años. Vámonos de 1981 a 1991.



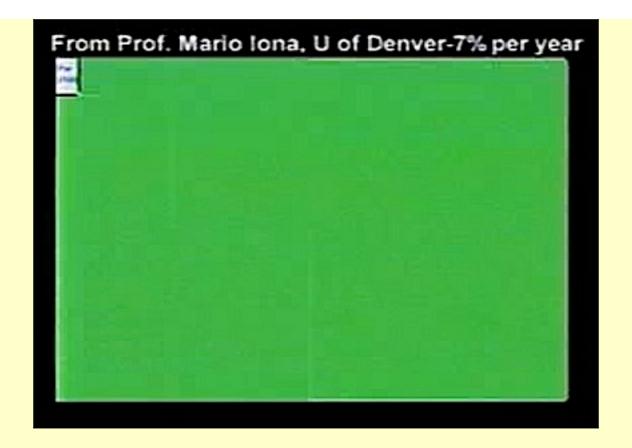
Para 1991, en la curva del 7%, el consumo total de toda la historia subiría hasta un billón de barriles, y quedaría otro billón de reserva. Para entonces, el petróleo que quedaría sería el equivalente al que habíamos gastado en unos ciento treinta años de consumo industrial de petróleo. Con las medidas habituales, diríais que eso es un remanente enorme. ¿Pero qué hora es cuando la reserva remanente es igual a todo lo que has gastado en toda la

historia?

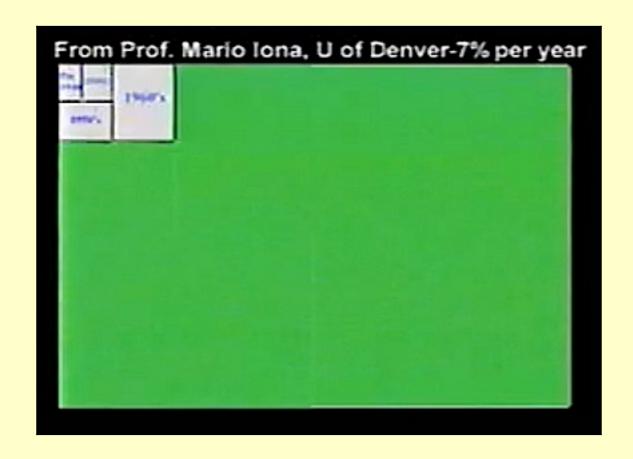
(Cuarta parte de la conferencia en vídeo)

La respuesta es que son las doce menos un minuto. Así que avanzamos una década más, al cambio de siglo (o sea, más o menos ahora mismo —*Nota: La* conferencia se impartió en 2002)—queda un séptimo por ciento, y hemos terminado de gastar las reservas de petróleo del mundo.

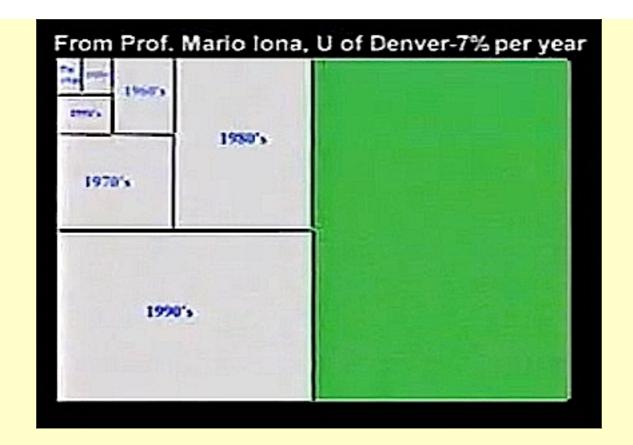
Vamos a mirar esto de una manera muy gráfica. Suponed que el área de este diminuto rectángulo representa todo el petróleo que hemos gastado en la Tierra antes del año 1940.



Luego, en la década de los años cuarenta, gastamos otro tanto más, igualando todo lo que se había gastado en toda la historia previa. En la década de los cincuenta, volvimos a gastar otro tanto igualando todo lo que se había gastado en toda la historia previa. En la década de los sesenta gastamos esto, que vuelve a igualar todo el gasto anterior. Y aquí vemos gráficamente lo que nos dijo el presidente Carter.

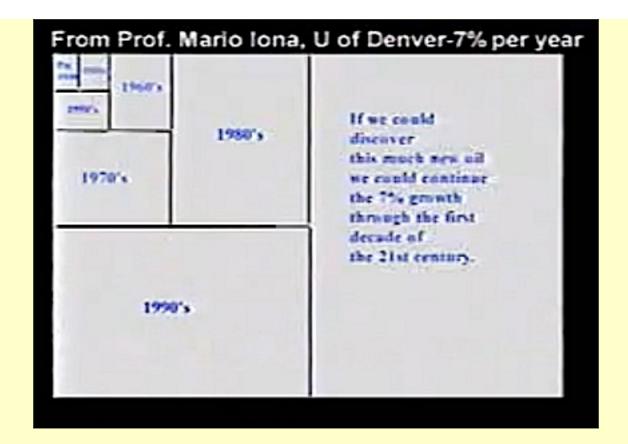


Si ese siete por ciento hubiera continuado durante los setenta, ochenta y noventa, eso es lo que hubiéramos necesitado:



¡Pero ese es todo el petróleo que hay!

Había una creencia muy extendida, de que si echas bastante dinero, y perforas agujeros en el suelo, con toda seguridad saldría petróleo.



Bien, habrá descubrimientos en cuestión de petróleo, puede que haya incluso descubrimientos importantísimos, pero mirad, tendríamos que descubrir una cantidad de petróleo equivalente a otro tanto, para poder seguir con el crecimiento del 7% otros diez años más. Pregúntense ustedes mismos: ¿cuál creen que es la posibilidad de que el petróleo que se descubra cuando acabe esta lección equivalga a todo el petróleo del cual hemos tenido noticias en toda la historia? Sabiendo que si eso sucediese, permitiría que el crecimiento del siete por ciento anual continuase sólo diez años más.

Es interesante leer lo que dicen los expertos a este respecto. Hay una entrevista en la revista *Time* con uno de los expertos en petróleo más citados (Michel Halbouty, "How to Break the Middle Est Oil Habit", 29 Oct. 1990); le preguntaron, ¿pero no hemos agotado ya casi las reservas más grandes, dejándolas secas? Contestó: "Queda por encontrar tanto petróleo en los Estados Unidos como toda la cantidad que se ha producido hasta ahora". Bien, vamos a suponer que está en lo cierto. ¿Qué hora es?

La respuesta es: Un minuto antes de las doce.

He leído varias cosas de las que ha escrito este individuo—me parece que no entiende en absoluto esta aritmética tan sencilla.

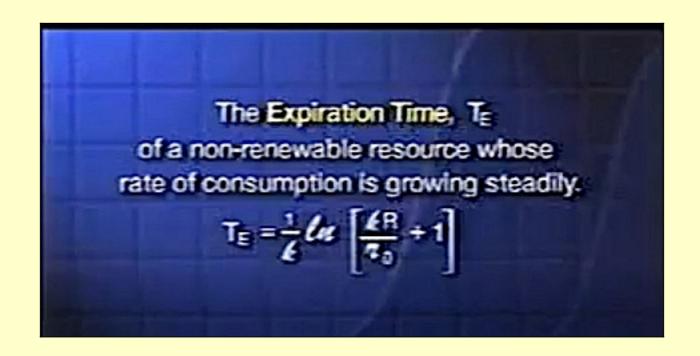
Bien, allá en los tiempos de la crisis de los setenta aparecieron anuncios como

éste otro [caricatura de un árabe bloqueando una manguera de petróleo], que viene de la Compañía Eléctrica Norteamericana; es un poco tranquilizador, como quien dice "no os preocupéis demasiado, porque estamos sentados encima de la mitad de las reservas mundiales de carbón conocidas suficientes para más de 500 años". Pero, ¿de dónde venía esa cifra de 500 años? Bien, puede haberse originado en este informe de la Comisión de Estudios Internos e Insulares del Senado de los Estados Unidos, porque en ese informe encontramos esta frase: "Con los niveles actuales de producción y recuperación, puede esperarse que estas reservas de carbón norteamericanas duren más de 500 años." Esa es una de las afirmaciones más peligrosas que se encuentran en la literatura sobre el tema. Es peligrosa porque es cierta, pero no es su verdad lo que la hace peligrosa. El peligro reside en el hecho de que la gente extrae de su contexto la frase. Dicen, "Las reservas durarán 500 años más." Pero se olvidan de la condición con la que empezaba la frase—¿cuáles eran esas palabras iniciales? "Con los niveles actuales". ¿Qué quiere decir? Quiere decir que si, y sólo si, mantenemos un crecimiento cero de la producción de carbón en este país.

Vamos a mirar unas pocas cifras. Vamos a la Revisión Anual de Energía, publicada por el Departamento de Energía de los USA (1991), que nos da esta cifra para la base de reserva demostrada para el carbón: $R = 4.7 \times 10^{11}$ toneladas—pero lleva esta nota al pie, que dice que "Se estima que es extraíble cerca de la mitad de la base de reserva de carbón demostrada para los Estados Unidos" No se puede extraer y usar cerca de la mitad del carbón que hay en la tierra. Así que este número ($R = 2.4 \times 10^{11}$ toneladas) es la mitad del otro. En un momento volvemos a ellos.

El informe también nos dice que en el año 1971 el carbón que quedaba a este ritmo era de 5.6 x 109 toneladas anuales, veinte años más tarde (en 1991) estábamos minando a este ritmo, de 9.9 x 108 toneladas anuales, sacad la media de esos dos números y sale una media de crecimiento anual de producción de carbón en esos veinte años del 2.86% anual. Así que tenemos que preguntar, ¿cuánto tiempo puede durar un recurso, si se tiene un ritmo constante de crecimiento en su consumo, hasta que se agota hasta el último

pedazo? Bien, os presento esta ecuación que muestra el tiempo de **expiración** —os diré que hace falta estudiar primero de cálculo en la Universidad para resolver esta ecuación, así que muy difícil no puede ser.



Tiempo de expiración de un recurso no renovable cuya tasa de consumo crece de modo constante.

Saben, tengo la impresión de que en este país debe haber docenas de

personas que han estudiado primero de cálculo. ¡Pero me atrevo a decir que esta ecuación es probablemente el secreto científico mejor guardado del siglo! Voy a mostrarles por qué. Si emplean esa ecuación para calcular la expectativa de vida de la base de reservas de carbón, o de la mitad que se calcula que es extraíble, según diferentes ritmos continuados de extracción, os encontráis que si el crecimiento es cero, entonces el cálculo por lo bajo iría a unos 473 años, y el alto se acercaría a los 500 años—así que ese informe al Congreso era correcto. Pero mirad lo que pasa cuando aplicamos un crecimiento continuo. Allá por los años ochenta, el objetivo nacional era conseguir un crecimiento de un ocho por ciento anual en la producción de carbón.

Growth Rate	Recover	Reserve Base
8% per yr.	37 yr.	46 yr.
7	41	50
6	45	56
5	51	64
4	59	75
3	70	91
2.86*	72	94
2	87	117
1	121	174
0	236	473
Annual Energy Review: 1991 U.S. Dept. of Energy, pp 109, 189		verage growth rate 1971-1991

Si eso se hubiese conseguido y mantenido, el carbón hubiera durado entre 37 y 46 años. El presidente Carter recortó ese objetivo a la mitad, esperando conseguir un crecimiento de un 4% anual. Si eso pudiera continuarse, el carbón duraría entre 59 y 75 años. Aquí está ese 2.86 que veíamos antes, la media de un período medio de veinte años; si eso continuase, el carbón se acabaría dentro de entre 72 y 94 años. Eso es más de la expectativa de vida de los niños nacidos hoy. La única manera en que nos podemos acercar de alguna

manera a esta cifra tan citada de los 500 años es haciendo a la vez dos cosas altamente improbables:

- la primera, tenemos que ingeniárnoslas para usar *el 100%* del carbón que hay en el suelo.
- la segunda, tenermos que ingeniárnoslas para tener 500 años seguidos de crecimiento cero en la producción de carbón.

Y esto son datos muy sencillos. Ahora, mirad esos números.

Me llegó un informe hace poco, de las minas de carbón de Kentucky, West Virginia, Virginia—esas minas gigantes de carbón bituminoso, que abastecen en gran medida la producción eléctrica de la parte este de los Estados Unidos. Calculan que pueden tener otros treinta años de minería de carbón, antes de que la extracción allí se vuelva inviable económicamente. Y entonces ¿qué haremos cuando queramos darle al interruptor de la luz?

II

En los años setenta hubo gran preocupación por la cuestión de la energía, pero esta preocupación desapareció en los años ochenta. La preocupación por la energía en los años setenta condujo a que los expertos, los periodistas y los científicos le aseguraran al pueblo americano que no había motivo de preocupación. Así que volvamos atrás ahora, y miremos algunas de esas aseveraciones de los años setenta, para que sepamos qué esperar a medida que vuelve la crisis energética.

Esto dice el director de la sección de energía de los Laboratorios Nacionales de Oak Ridge, contándonos lo caro que es importar petróleo, y diciendo que tenemos que aumentar mucho el uso del carbón: "Nos gastamos unos 25.000 millones de dólares el año pasado en importaciones de petróleo", dijo Beall, añadiendo que cualquier reducción del petróleo importado se vería muy

favorecida por un incremento del uso del carbón. Calcula que las reservas de carbón de los Estados Unidos son tan enormes que podrían durar "un mínimo de 300 años y probablemnte un máximo de mil años" (Boulder Daily Camera, 5 julio 1976).

Pero acabáis de ver los hechos. Ahora veis lo que nos dice un experto. ¿Qué vais a sacar en conclusión...?

Hubo un programa especial de televisión sobre la energía en la CBS (31 agosto 1977); el periodista Wagner dijo que "Tirando por el cálculo más bajo, tenemos bastante carbón para doscientos años, y por el más alto, tenemos bastante para más de mil años". Acabáis de ver los hechos. Ahora veis lo que nos dice un periodista, tras un estudio cuidadoso. ¿Qué podéis concluir?

En el Journal of Chemical Education (abril 1978), en la página para profesores de química de instituto, artículo "Energy Review", p. 263, un artículo escrito por la plantilla científica de la revista, podemos leer que "nuestras reservas de

carbón demostradas son enormes (al menos 120.000 millones de toneladas): estas podrían satisfacer las necesidades actuales de energía de los EE.UU. durante casi mil años".

Vamos a hacer una división larga: cogéis el carbón que dicen que hay, lo dividimos para la ratio de consumo actual, y salen 180 años.

120.000.000.000 toneladas

= 180 años

670.000.000 toneladas/año

Ahora bien, no dijeron "ratio de consumo actual", dijeron "necesidades energéticas actuales". Digamos que la producción de hoy sea cerca un quinto, cerca del veinte por ciento, de la energía que gastamos en este país. Así que si queréis calcular cuánto tiempo podría satisfacer esta cantidad de carbón *las*

necesidades energéticas actuales, tenéis que multiplicar el denominador por cinco...

—y cuando lo hacéis, el resultado son 36 años— y decían ellos casi mil años.

La revista *Newsweek*, en una historia de portada sobre energía (16 de julio de 1979) dijo que "con las ratios de consumo actual" tenemos bastante carbón para "666,5 años". El "coma cinco" quiere decir que se acabará en julio, en lugar de en enero. Vale, si redondeamos la cifra y decimos "bueno, *unos* seiscientos años"...

<u>(Parte 5 de la conferencia en vídeo)</u>

"Seiscientos" está bastante cerca de "quinientos", está dentro del ámbito de nuestro desconocimiento del tamaño de los recursos. Con esa observación, la afirmación es correcta. "Con la ratio actual", en el sentido de "crecimiento cero", tenemos bastante carbón para unos seiscientos años. Pero el punto clave de toda esta historia es que tenemos que tener un *crecimiento rápido* en el consumo de carbón en los Estados Unidos. Ahora bien, es *obvio* que si tenemos el crecimiento al que se refieren, no durará tanto como dicen que duraría con crecimiento cero. Esto nunca lo dijeron.

Les escribí una carta larga, diciéndoles que en pensaba que esto presentaba la cuestión de modo seriamente erróneo, dándoles a los lectores la impresión de que podíamos tener todo el crecimiento que decían ellos, y a la vez tener carbón para seiscientos cincuenta años. Me contestaron con una carta formal y amable, que no mencionaba para nada lo que yo intentaba explicarles.

Dí esta charla en un instituto de Omaha, y después de la charla, el profesor de física del instituto vino a verme, con un libro, y me dice, "¿Ha visto esto?" - "No, no lo he visto" - "Mire. Tenemos carbón saliéndosenos por las orejas":

"La energía y la independencia económica Compañía de Combustibles Energéticos, junio de 1976

La magnitud de las reservas de carbón en el interior de nuestro país es difícil de comprender. Se ha llamado a los Estados Unidos el 'Golfo Pérsico' del carbón. Según diversos cálculos, tenemos entre la quinta parte y la mitad de las reservas de carbón del mundo. El Dr. Thomas Falkie, director de la Secretaría de Minas de los Estados Unidos, ha dicho que 'tenemos el carbón saliéndosenos por las orejas'. Según informa la revista Forbes, 'los Estados Unidos tienen 437.000 millones de toneladas de reservas conocidas. [La cifra está bien—.A.B.] Esto equivala a 1.8 billones de barriles de petróleo en Unidades Termales Británicas, es decir, suciente energía para mantener a 100 millones de grandes centrales electrotérmicas en marcha durante los siguientes ochocientos años aproximadamente. Es diez veces la energía contenida en el petróleo de Arabia Saudita, y 2.6 veces la cantidad

disponible en todas las reservas mundiales de petróleo conocidas."

Y me dijo el profesor, "¿cómo puede ser verdad eso? ¡Eso es una gran central para cada dos personas en los Estados Unidos!" – Le dije, ¡pues claro que no puedes ser verdad! No tiene el menor sentido. Vamos a hacer una división larga, para ver lo disparatado que es:

$$437 \times 10^9$$
 toneladas = 670 años 655 x 10^6 toneladas/año

Coges el carbón que dicen que hay, lo divides para el consumo actual, y ves que no podrías mantener ese consumo durante ochocientos años.

Y no tenemos ni 500 "grandes centrales electrotérmicas" en los Estados Unidos—cuando decían que tendríamos bastante para cien millones de

centrales de ésas.

No dice la revista *Time* (17 de abril de 1978, p. 74) que "bajo los pozos mineros de los Apalaches y del valle del Ohio, y bajo las extensísimas minas a cielo abierto del oeste, hay vetas de carbón bastante ricas como para abastecer las necesidades de energía del país durante siglos, por mucho que pudiera crecer el consumo de energía".

Así que os voy a hacer una observación muy fundamental:

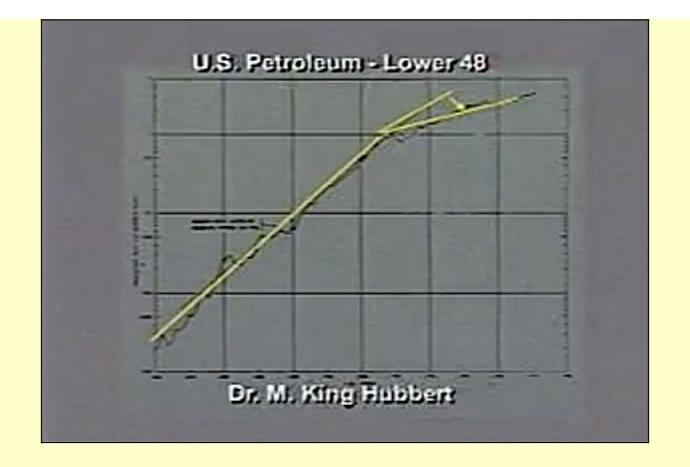
No os creáis ninguna predicción de la expectativa de vida de un recurso no renovable hasta que la hayáis confirmado repitiendo el cálculo vosotros.

A modo de corolario, hay que saber que *cuanto más optimista es la* predicción, tanto mayor es la probabilidad de que se base en un error de aritmética o que ignore totalmente la aritmética.

Otra vez de la revista *Time* (19 de mayo de 1975, p. 55): "Las industrias de la energía convienen en que para poder lograr algún tipo de autosuficiencia energética, los EE.UU. deben extraer todo el carbón que puedan". Pensad en eso sólo un momento. Voy a parafrasearlo: "cuanto más rápido consumamos nuestros recursos, más autosuficientes seremos". ¿No dice eso?

David Brower llamó a esto la política de "fuerza por vía de agotamiento". Aquí hay un ejemplo de "fuerza por vía de agotamiento". William Simon, consejero del presidente de los EE.UU. Gerald Ford, dice "Deberíamos perforar todos los pozos que podamos lo antes posible, para extraer las reservas conocidas [de petróleo]" (CBS, 31 de agosto de 1977). Cuanto más rápido extraigamos ese petróleo y lo agotemos, mejor estaremos.

Veamos el gráfico del Dr. Hubbert referido a la producción de petróleo en los 48 estados continuos de los EE.UU.



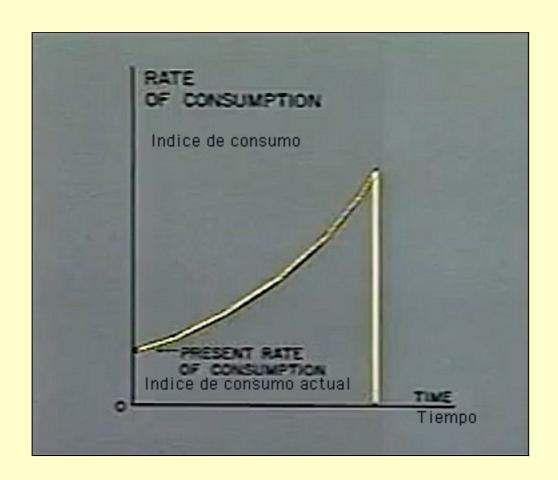
Hubo un periodo largo de crecimiento aproximadamente estable, indicado por la línea recta del la mitad inferior izquierda del gráfico. Pero ya llevamos mucho tiempo en el que la producción ha caído por debajo de la curva de crecimiento, mientras que la demanda ha continuado a este ritmo de crecimiento hasta los setenta. Es obvio que la diferencia entre esas dos curvas ha de compensarse mediante importaciones.

Fue en el año 1995 cuando nos dijeron las noticias que el año 94 había sido el primer año de la historia en el que tuvimos que importar más petróleo del que conseguimos extraer de nuestro propio suelo.

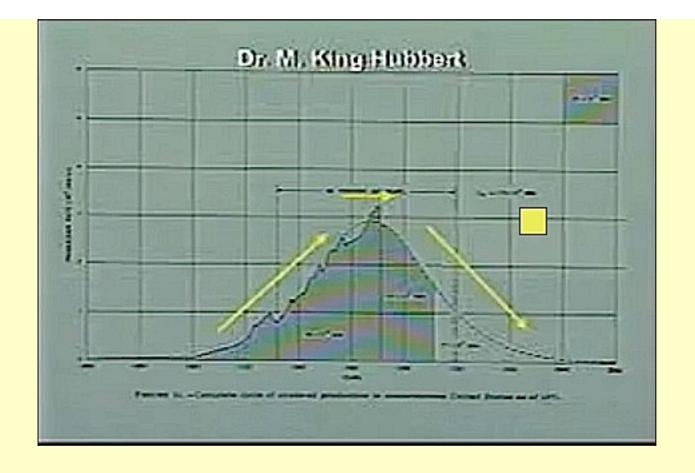
Quizá se estén Vds. preguntando si tiene algún sentido imaginarse que podemos mantener un ritmo de consumo de algún recurso que crece de modo continuo hasta que todo se agota, y entonces cae de repente a cero. Y digo, no, eso no tiene sentido. Entonces, dirán, ¿por qué molestarse con los cálculos de este tiempo de expiración?

La respuesta que doy es esta. Todos los segmentos de nuestra sociedad nuestros líderes sociales, nuestros líderes empresariales, gubernamentales, políticos, a nivel local, a nivel estatal, a nivel nacional— todos aspiran a mantener una sociedad en la que todos los índices de consumo material continúan creciendo a ritmo continuo año tras año tras año, de aquí a la eternidad.

Bien, ya que eso es algo tan central a todo lo que hacemos, deberíamos saber a dónde conduce.

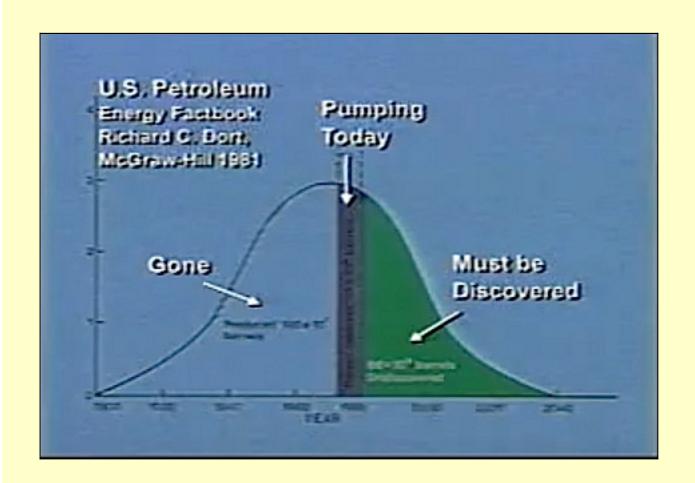


Pero deberíamos admitir que hay un modelo mejor. Nos volvemos otra vez a los trabajos del difunto Dr. Hubbert; aquí hay un seguimiento de los índices de consumo de recursos que ya se ha agotado, y vemos que sí, hay un periodo de crecimiento continuo del índice de consumo, pero luego el índice pasa por un máximo, y baja en forma de curva de campana asimétrica. Cuando adaptó esta curva a la producción petrolífera de los EE.UU., allá por los años setenta, encontró que en ese moomento estábamos más o menos allí [en el máximo, comenzando a descender]. Estábamos ya a mitad del consumo de esos enormes recursos. Eso es más o menos lo que decía ese experto de Texas, en la cita que veíamos antes. Vamos ahora a ver lo que significa. Quiere decir que a partir de ahora, la producción doméstica de petróleo puede ir sólo cuesta abajo, y que irá cuesta abajo todo el camino que queda. Y no importa lo que digan al respecto en Washington.



Podemos trabajar duro, y poner algunos baches en la pendiente descendente de la curva; veis que hay baches en la pendiente ascendente. Se está calentando el debate sobre si hay que perforar en el Parque Natural del Ártico. Veo un cálculo de que podrían encontrar hasta 3.200 millones de barriles de petróleo allí. 3.200 millones de barriles es el tamaño de ese cuadradito amarillo, menos del consumo de un año en los Estados Unidos.

Ahora vamos a mirar la curva de esta otra manera:



La superficie que hay bajo el conjunto de la curva representa los recursos petrolíferos completos de los EE.UU. antes de que se usase ninguna parte. Esa área se ha dividido aquí en tres partes: la parte sin sombrear a la izquierda es la parte que hemos extraído del suelo, la hemos gastado, ha desparecido. La banda oscura vertical es el petróleo que estamos extrayendo, lo hemos encontrado, lo estamos bombeando. Coloreado de verde, a la derecha, está el petróleo aún no descubierto. Tenemos ahora maneras muy buenas de calcular cuánto petróleo queda por descubrir. Este es el petróleo sin descubrir, el que estamos buscando en todos los sitios en los que hay perforaciones, este es el petróleo que hemos de encontrar si queremos bajar por la curva según el calendario previsto.

De vez en cuando alguien me recuerda que hace cien años hubo alguien que hizo un cálculo y predijo que los Estados Unidos se quedarían sin petróleo quizá en veinticinco años. Obviamente no sucedió así; el cálculo debió tener algún error... y por tanto, todos los cálculos están equivocados.

Vamos a comprender lo que hicieron hace cien años. Este gráfico de petróleo descubierto estaba aquí (cerca del extremo izquierdo) entonces; en aquel momento *no tenían ni idea* de cuánto petróleo estaba por descubrir. Así que

cogieron sólo el petróleo ya descubierto, lo dividieron por lo rápido que se estaba consumiendo, y les salieron veinticinco años. Ahora bien, está claro que tienes que hacer un cálculo nuevo cada vez que haces un descubrimiento nuevo. Hoy no preguntamos cuánto durará el petróleo ya descubierto. Estamos preguntando cuánto durará el petróleo ya descubierto y el que aún está por descubrir, el resto del petróleo.

¿Y qué nos dicen los informes geológicos?

Allá por 1984, decían que "La cantidad disponible calculada en los EE.UU. incluyendo los recursos aún por descubrir y las reservas demostradas equivale a 36 años a los ritmos actuales de producción, o 19 años si no hay importaciones" (Science, 27 enero 1984, 382).

Cinco años más tarde, en 1989, "... Estas reservas y el petróleo que se calcula que aún está por descubrir representan sólo el consumo de 16 años; con las importaciones que abastecen el 50% de las necesidades de los EE.UU., las

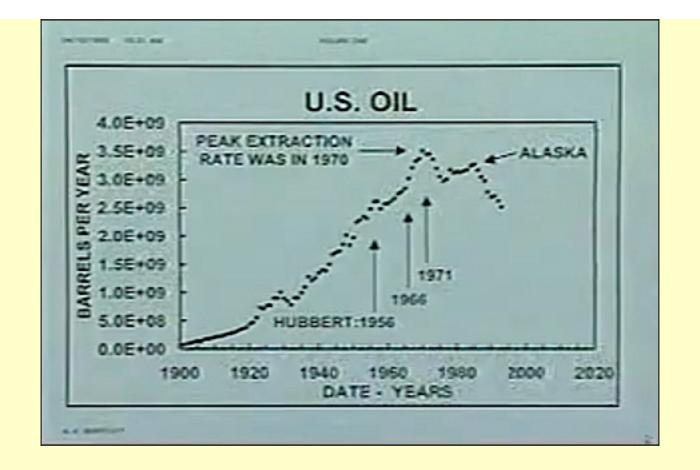
reservas domésticas se extienden hasta 32 años".

36 se ha vuelto 32, los 19 se vuelven 16, así que los números avanzan juntos a medida que vamos bajando por la pendiente derecha de la curva de Hubbert.

Así que quizá se estén preguntando ustedes, ¿por qué esto no nos lo ha dicho nadie?

Fue allá por 1956. El Dr. M. King Hubbert se dirigía a un congreso de especialistas en petróleo, geólogos e ingenieros (en San Antonio, Texas, 7 de marzo de 1956). Les dijo que sus cálculos le llevaban a la conclusión de que "puede esperarse que los puntos máximos [de producción de petróleo y gas de los EE.UU.] se alcancen durante los 10 o 15 años próximos" (1966-1971). Nadie se lo tomó en serio. Pero veamos lo que ha pasado. Los datos siguientes vienen del Departamento de Energía.

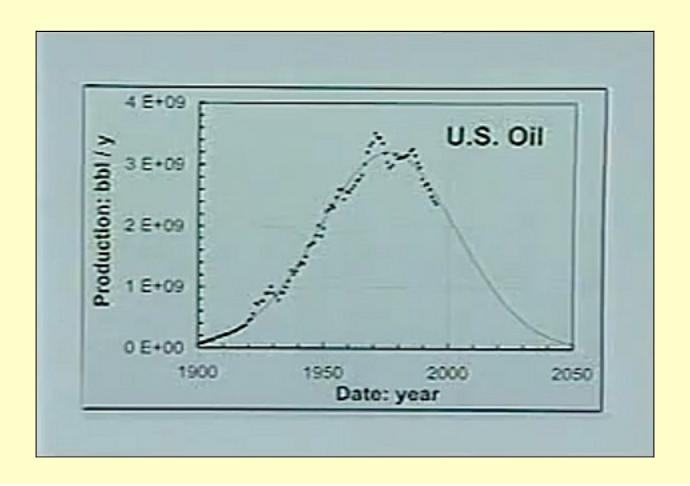
pdfcrowd.com



Esta es la producción petrolífera de los EE.UU. Vemos un período de crecimiento aproximadamente constante. Aquí está el año 1956, cuando el Dr. Hubbert hizo su análisis, y dijo en ese momento que el máximo tendría lugar entre 1966 y 1961. Bien, pues el pico tuvo lugar en 1970. Fue seguido por un declive muy rápido. Luego, empezó a llegar petróleo por el oleoducto de Alaska, y hubo una recuperación parcial. Esa producción ha tenido ya un pico y todo

sige en unísono pendiente abajo.

Voy a una hoja de cálculo de mi ordenador casero, y busco los parámetros de la curva que mejor se ajustan a estos datos dispersos de los Estados Unidos.



Según esa curva más ajustada, me parece que hemos consumido ya [hacia el año 2000] tres cuartas partes de los recursos recuperables que ha habido jamás en nuestro suelo. Y ahora vamos cuesta abajo por ese último veinticinco por ciento del petróleo.

Bien, hay que preguntar qué está haciendo el Departamento de Energía al respecto. Y aquí, en 1998, leemos sobre una nueva estrategia global de energía, una política encaminada a una serie de objetivos, entre ellos, detener la caída de la producción de petróleo y gas para el año 2005 (Oil & Gas Journal, 13 Abril 1998). Ahora preguntaos, cuál es la posibilidad de que podamos hacer algo más que poner un pequeño saliente en la pendiente descendente de la curva.

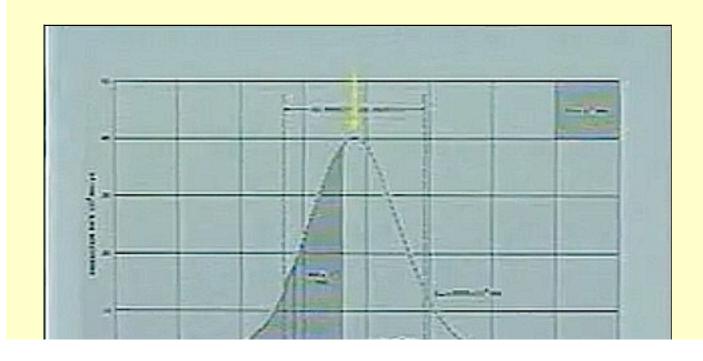
Y esto, ¿qué significa? Vamos a mirar la definición de la agricultura moderna:

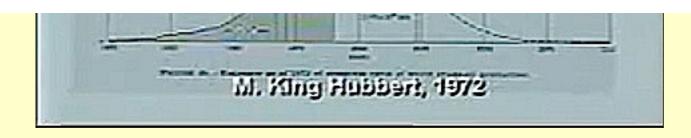
DEFINICIÓN: La agricultura moderna es el uso que se hace de la tierra para

convertir petróleo en comida.

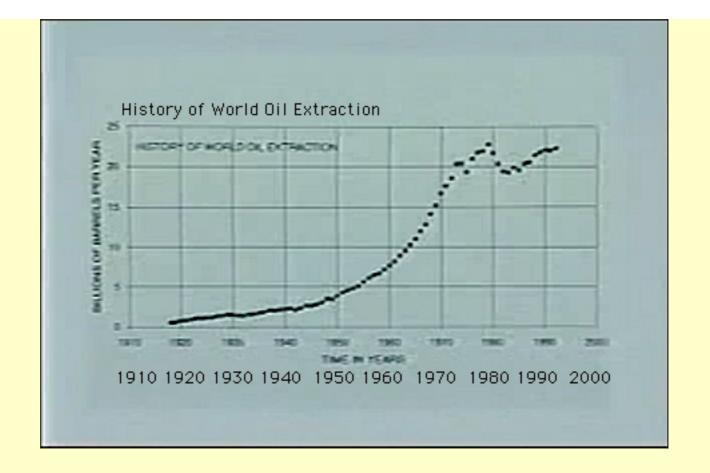
Y podemos ver el final del petróleo.

Bien, tenemos que preguntar sobre el petróleo mundial. En 1972, el Dr. Hubbert elaboró esta curva y predijo que el máximo de la producción de petróleo mundial se alcanzaría alrededor del año 1995.





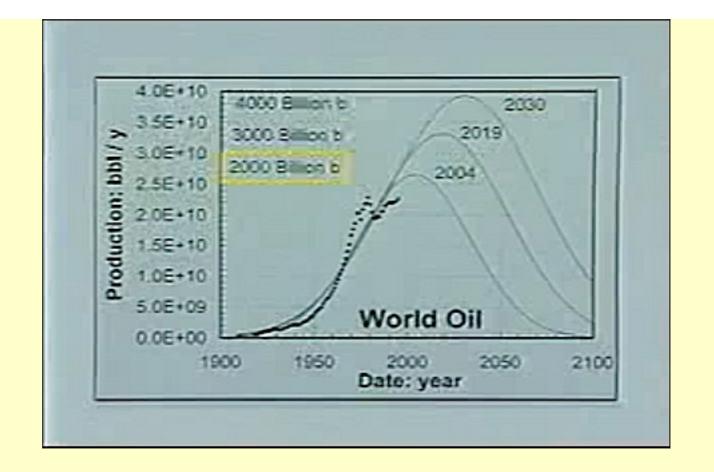
Así que tenemos que ir a los datos y ver qué ha pasado. Esto también viene de nuestro Departamento de Energía, pero se refiere a la producción petrolífera mundial, y vemos un largo período de crecimiento continuado de la producción petrolífera; hubo una caída bastante grande allí [crisis del 73], luego una recuperación, seguida de una caída sencillamente enorme, y luego aquí una recuperación parcial.



Así que está claro que todavía no hemos pasado el máximo. Las caídas que han visto aquí se debieron a una subida de precios de la OPEP. Y creo que son esas caídas que retrasan la llegada del máximo las que hacen que el máximo se dé más tarde de lo que había predicho el Dr. Hubbert.

Bien, vuelvo a mi hoja de cálculo en el ordenador casero, y ahora, visto que la

curva no ha empezado a bajar, no puedo conseguir un ajuste muy bueno para la curva, para la superficie que hay debajo de la curva. Lo que tengo que hacer entonces es ir a la literatura sobre geología y ver cuál es la cifra consensuada entre los geólogos sobre cuál es la cantidad total de petróleo que jamás vayamos a encontrar en esta Tierra. Bien, pues la cifra consensuada es de dos billones de barriles.



Pero eso es incierto. Tiene una incertidumbre de quizá el 40%—eso es una cifra muy incierta. Pero si tomo esa y hago el ajuste sale esa curva [la pequeña], que llega a un pico en el año 2004. Ahora bien, si supongo que hay un cincuenta por ciento más de petróleo del que convienen los geólogos en que hay, entonces nos da el pico en el año 1020, y si supongo que hay el doble de la cifra consensuada por los geólogos, entonces el pico se retrasa hasta el año

2030.

Ahora, mirad esas curvas. En vuestro tiempo de vida vais a ver cómo se alcanza el máximo de la producción petrolífera mundial, y os tenéis que preguntar, ¿cómo va a ser la vida en esta Tierra, cuando la producción esté bajando, y tengamos una población creciente, y una demanda per cápita creciente de petróleo. Pensadlo sin más. Esto no es ingeniería aeroespacial; esto es una cosa sobre la que todos podemos pensar.

En el número de marzo de 1998 del Scientific American, salió un importante artículo de dos geólogos auténticos especialistas en petróleo, uno inglés, otro francés. Decían que su cálculo de este pico es que se daría antes del año 2010.

[Nota del traductor: Según los datos disponibles en 2010 (Wikipedia: <u>Petróleo</u>), el pico o cénit de la producción de petróleo se produjo en el año 2006. Ver Crisis energética].

Así que sus cálculos y los que os enseño aquí están dentro de los mismos parámetros—estamos hablando de unas cifras similares.

Ahora bien, ese análisis que apareció en *Scientific American* produjo muchas discusiones. Y en concreto en la revista Fortune, en 1999 (22 Nov., p. 194), comentando un análisis sobre el petróleo hecho por geólogos expertos en petróleo, encontramos un profesor emérito de Económicas del M.I.T., M. A. Adelman, diciendo que este análisis era una necedad. "Al mundo nunca se le acabará el petróleo—ni en diez mil años". Así que tenemos a los no científicos diciéndonos que las reservas de petróleo son más grandes que nunca en la historia, y a la vez tenemos a geólogos que nos dicen que por cada cuatro barriles de petróleo que extraemos y consumimos, sólo encontramos un barril de petróleo nuevo. ¿Pero qué está pasando aquí?

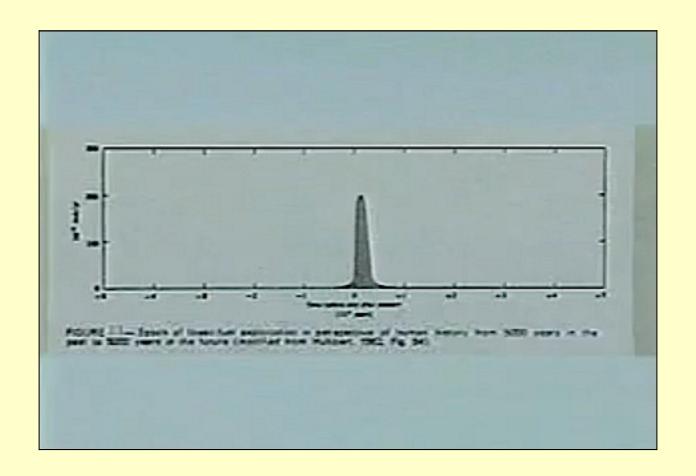
Ya han visto las cifras. Aquí, en 1999, la producción de los 48 estados contiguos alcanza un mínimo de los 50 años anteriores en eneroexactamente los que esperarías cuando bajas por la pendiente derecha de la curva de Hubbert:

Market News (17 de febrero de 1999, 10.28 AM EST)

17 feb. 10.00: La producción de los 48 estados inferiores de EE.UU. alcanza un mínimo de 50 años.

Washington, 17 de febrero (Reuters). - La producción de crudo petrolífero en los 48 estados inferiores durante el mes de enero se hundió hasta 4.8 millones de barriles por día (bpd), el nivel más bajo en más de cincuenta años y bajando un 6% con respecto a hace un año, dijo el miércoles en su informe estadístico mensual sobre energía el Instituto del Petróleo Americano (API). El API dijo que la produccón de enero en Alaska había bajado un 15% respecto del año pasado.

Ahora, uno de los gráficos favoritos del Dr. Hubbert es éste:



Éste está a una escala temporal que va desde hace cinco mil años hasta el futuro dentro de cinco mil años, y la era de los combustibles fósiles es un saltito del gráfico en medio de la pantalla. Pensad en esto.

Bien, hay que preguntar por nuevos descubrimientos...

Aquí, en 1993, leemos sobre el mayor descubrimiento de petróleo del Golfo de México en los veinte últimmos años, se calcula que unos 700 millones de barriles de petróleo

Rocky Mountain News, NATION, 6 Oct. 1993. Shell Bombea hallazgos al Golfo

Shell Oil Co. dijo el martes que planea gastar 12.000 millones de dólares para desarrollar el mayor descubrimiento del Golfo de México de los últimos 20 años. El descubrimiento, llamado Marte, se calcula que tiene unas perspectivas de extracción total de más de 700 millones de barriles de petróleo y gas.

[El (curioso) título es inconscientemente irónico, hoy... Quizá alguno recuerde, por otra parte, el fiasco de la explotación de la Shell en el Golfo de México, despilfarrando millones de barriles de petróleo y causando una catástrofe ecológica. Por lo que se ve, no gastaron bastante en medidas de seguridad.... n. del trad.]

—eso es mucho petróleo. ¿Pero mucho, comparado con qué? En ese momento, estábamos consumiendo en los EE.UU. 16.6 millones de barriles cada día.

Cuánto duraría esto?

700 millones de barriles

= 42 días

16,6 millones de barriles/día

Haced la división y veréis que este descubrimiento atendería nuestras necesidades durante 42 días. Y es el mayor descubrimiento que hicieron en el Golfo de México en *veinte años*.

Del Wall Street Journal, en 1997. Leemos sobre el campo petrolífero Hibernia, de la costa sur de Terranova:

El Viejo Manador

Cuatro décadas más tarde, un campo petrolífero frente a la costa de Canadá está listo para producir.

La política, el dinero y la naturaleza pusieron al enorme depósito en

congelación. Ahora, durará 50 años. "Un disparo en el brazo para los EE.UU."

Fijaos sólo en esta línea de los titulares: "Ahora durará 50 años". Y vamos a esa historia en el *Wall Street Journal*, y leamos sobre el campo de Hibernia.

Wall Street Journal, 1 de abril de 1997, p. 1.

Está previsto que el campo de Hibernia, uno de los mayores hallazgos petrolíferos de Norteamérica en décadas, empiece a producir petróleo antes de fin de año. Pueden seguirle al menos unos veinte campos más, ofreciendo bastante más de mil millones de barriles de crudo de alta calidad, y prometiendo que habrá un flujo constante de petróleo a un corto viaje de petrolero de la costa Este, sedienta de energía.

Puede que encuentren mil millones de barriles en ese depósito submarino. Así

que mil millones... ahora estamos consumiento unos 18 millones de barriles al día; haced la división....

$$1 \times 10^9$$
 barriles = 56 días! No "50 años"

18 x 10⁶ barriles/día

... y toda esta reserva atendería nuestras necesidades durante 56 días. ¿Y qué decía ese titular? ¿Decía 50 años?

Bien, hay gente que dice que no hay motivo de preocupación. Y aquí tenemos una figura muy prominente (Paul Harvey) que dice que deberíamos cultivar

maíz, destilar etanol, y que podríamos mover toda la flota de vehículos de los EE.UU. con etanol derivado del maíz. En apoyo de esto, dice que "Hoy la producción de etanol desplaza anualmente a más de 43,5 millones de barriles de petróleo de importación". Vaya, eso suena muy bien. Hasta que piensas.

Ahora lo primero que hay que hacer es preguntar, "Vale, 43,5 millones.... ¿qué fracción del consumo de los EE.UU. de petróleo para vehículos es eso? Y la respuesta es que es un uno por ciento.

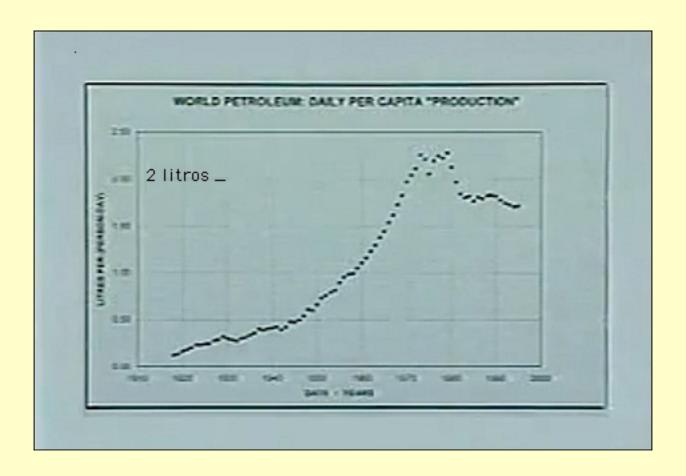
Tendrías que multiplicar la produccón de etanol derivado del maíz por un factor de CIEN. Sólo para hacer que saliesen las cuentas. Y se ha sugerido que eso requeriría dedicarle toda la tierra de cultivo de los EE.UU. La segunda cuestión es que se gasta combustible diesel para arar la tierra, para plantar el maíz, se gastan combustibles fósiles para obtener el fertilizante que hace crecer al maíz, hace falta más diesel para cuidar y cosechar el maíz, más energía para hacer el destilado, y al final te sale un galón de etanol. Tendrás suerte si en el galón de etanol hay tanta energía como la que costó producirlo. Aquí se pierde.

Sí, este tipo dice, no os preocupéis, todo irá bien... Aquí hay una lección y la lección es:

No podemos dejar que otras personas piensen por nosotros.

Vamos a echar otro vistazo a la producción mundial de petróleo. El gráfico aquí es algo diferente del que he enseñado antes. Lo que muestro aquí es la

producción per cápita de petróleo:



—es decir, que en cada punto tomo la producción mundial, y la divido por la población mundial de ese año. La escala del eje vertical dice "Litros por persona/día." Ahí está la cifra de dos litros, medio galón más o menos; fijaos que el pico tuvo lugar en los años 70. Y ha ido bajando. En los años 70 estaba algo por encima de dos litros por persona/día, y ahora ha bajado a cerca de un 1.7 litros por persona cada día. Así que podemos decir con seguridad que cada día que uno de nosotros emplea más de 1,7 litros de petróleo, directa o indirectamente, estamos gastando más de la parte que nos corresponde.

¿Y cuál es el consumo medio de los EE.UU? Es de unos ocho litros por persona al día. Pensad en la desigualdad que eso representa.

Hay una cosa más en ese gráfico. Ese pico de los años 70. Creo que los historiadores del futuro mirarán hacia atrás, a ese pico, y dirán que eso fue un punto de inflexión de la máxima importancia en toda la historia humana.

[Y fueron los años en que los hombres iban a la luna. No volveremos a hacerlo. — n. del t.]

Ese es el momento en el que el consumo de petróleo de los años 70 alcanzó su punto máximo antes de empezar su declive inevitable—y no veo que haya ninguna manera en que podamos invertir esa tendencia, dado el crecimiento de la producción mundial, y dado que estamos cerca de alcanzar el punto de la producción mundial [punto ahora ya superado desde 2006—n. del t.].

El Dr. Hubbert, dirigiéndose a una comisión del Congreso, les dijo que

"La fase exponencial de crecimiento industrial que ha dominado las actividades humanas durante los dos últimos siglos va a llegar ahora a su fin. Sin embargo, durante los dos últimos siglos de crecimiento industrial ininterrumpido, hemos desarrollado lo que viene a ser una cultura del crecimiento exponencial." (Subcomisión de medio ambiente, Comisión de Asuntos Interiores e Insulares, 4 de junio de 1974)

Yo diría que es más que una cultura: es nuestra religión nacional:

IN GOD GROWTH WE TRUST

—porque ADORAMOS al crecimiento.

Coged cualquier periódico que queráis, con titulares como éste: "El Estado prevé un crecimiento 'robusto''' —¿habéis visto alguna vez a un médico que le diagnostique un cáncer a un paciente, y que le diga 'tiene vd. un cáncer robusto'?" Hay americanos a los que matan en la guerra del Golfo:

Un economista: La situación del Golfo perjudicará al crecimiento de Colorado.

Associated Press.

El crecimiento económico de Colorado sufrirá duros efectos en 1991 por la crisis del Golfo Pérsico, dice el economista legislativo Stacy McCallin.

¿A esta persona le preocupaba...? No le importa que estén matando gente, lo único que le preocupa es "oh, la situación del Golfo afectará al crecimiento de Colorado".

Ahora bien, esta increíble adicción no se limita a los Estados Unidos. Nos dice

el *Wall Street Journal* (4 de diciembre de 1992) que "los japoneses están tan acostumbrados al crecimiento que los economistas de Tokyo normalmente hablan de recesión cuando el ritmo de crecimiento cae por debajo del tres por ciento anual".

Así que, ¿qué hacemos?

En palabras de Winston Churchill, " a veces tenemos que hacer lo que hay que hacer".

Debemos educar a toda nuestra población para que entienda la aritmética y las consecuencias del crecimiento,

especialmente en términos de las poblaciones y en términos de la finitud de los recursos de la Tierra.

Debemos educar a la gente para que reconozca el hecho de que el crecimiento de las poblaciones y el crecimiento de los índices de consumo de los recursos son insostenibles.

Ahora, el mundo está lleno de personas que parlotean sobre la "sostenibilidad". Algunos sí que están haciendo cosas serias, como tratar de reducir el consumo de energía y cosas así. Otros sólo están pegándole la etiqueta de la "sostenibilidad" a lo que sea que estén haciendo, sea o no sostenible.

Tenemos que entender la primera ley de la sostenibilidad, que se deriva

directamente de lo que he estado diciendo:

Primera ley de la sostenibilidad: El crecimiento de la población y/o el crecimiento de los índices de consumo de recursos... ¡NO ES SOSTENIBLE!

Esto se desprende de la aritmética del crecimiento continuo, que llevamos desarrollando un rato. Así que esto no es una opinión—las opiniones son debatibles—esto es un hecho. Aquí no hay nada que debatir: no se puede sostener el crecimiento poblacional, y no se puede sostener el crecimiento de los índices de consumo de recursos. ¡Es una deshonestidad intelectual hablar de sostenibilidad sin subrayar el hecho obvio de que detener el crecimiento de la población es una condición necesaria para llegar a la sostenibilidad! Ahora bien, no es suficiente. Detener el crecimiento de la población no es de por sí suficiente, pero *no hay manera alguna* en que pueda alcanzarse la sostenibilidad sin detener el crecimiento de la población.

Hemos de educar a la población para que vean la necesidad de examinar cuidadosamente las afirmaciones de los optimistas tecnológicos que nos aseguran que la ciencia y la tecnología siempre van a ser capaces de resolver todos nuestros problemas de crecimiento poblacional, de alimentos, energía, y recursos.

Como ejemplo destacado de estos optimistas, seleccionamos al Dr. Julian

Simon, antiguo profesor de Económicas y Administración de Empresas en la Universidad de Illinois, y en 1992 profesor de Administración empresarial de la Universidad de Maryland, y Académico adjunto de la Fundación del Patrimonio. Con respecto al cobre, Simon ha escrito que nunca se nos acabará el cobre, porque "el cobre puede hacerse a partir de otros metales" (Science, Vol. 208, p. 1431, 27 de junio de 1980).

Bien, las cartas al editor le informaron sobre la química... pero bah, lo ignoró sin más, dijo, no preocuparse, si alguna vez llega a ser importante, ya nos las arreglaremos, para hacer cobre con otros metales.

Simon tenía un libro que publicaron las Prensas de la Universidad de Princeton.

En ese libro habla de obtner petróleo de muchas fuentes, incluyendo la biosmasa, y dice, "Está claro que no hay límite que tenga sentido para esta fuente, si no es la energía del Sol." Y pasa a observar, "Pero incluso si nuestro Sol no fuese tan inmenso como es, puede que haya otros soles en otras partes". (The Ultimate Resource, Princeton UP, 1981, p. 49). Simon está en lo cierto. Hay otros soles en otras partes. Pero la cuestión es, ¿basaríais una política pública sobre la creencia de que si necesitas otro sol, puedes ir a buscarlo y remolcarlo aquí hasta el Sistema Solar? Pero no os riáis. Durante décadas, antes de su muerte, este hombre fue un asesor de confianza a los niveles más altos en Washington D.C.

Aquí hay una cita de alguien que lo apoyaba firmemente. Había un informe de la

ONU que hablaba de la posibilidad de que era posible un "hundimiento catastrófico de los recursos" cuando la población mundial llegase a 10.200 millones antes del año 2050—25 años antes de lo que se esperaba previamente. Cuando se le preguntó por el informe, el secretario del HUD, Jack Kemp, dijo, "Tonterías. La gente no es una carga para los recursos del planeta".

Malcolm Forbes, Jr., editor en jefe de *Forbes Magazine*, nos dice en un editorial (8 de junio de 1992, p. 25) que

"La CNN hace poco pasó una serie estúpida que pretendía demostrar que el mundo está en peligro mortal porque somos demasiados. Que en los países pobres esas muchas bocas significan pobreza. Que en los países más ricos estamos destrozando la atmósfera de la tierra con la contaminación. Es todo una estupidez".

Bill Moyers entrevistó a Isaac Asimov (A World of Ideas, Nueva York, Doubleday, 1969, p. 276):

Moyers: ¿Qué pasará con la idea de la dignidad humana si este crecimiento poblacional continúa a su ritmo actual?

Asimov: Se destruirá por completo. Me gusta utilizar lo que llamo la metáfora del cuarto de baño. Si dos personas viven en un apartamento, y hay dos cuartos de baño, entonces los dos tienen libertad de cuarto de baño. Puedes ir al cuarto de baño cuando quieras y quedarte todo el rato que quieras para lo que necesites. Y todo el mundo cree en la libertad del cuarto de baño. Debería estar directamente en la constitución.

Pero si tienes veinte personas en el apartamento y dos cuartos de baño, por mucho que todo el mundo crea en la libertad de cuarto de baño, es una cosa que no existe. Tienes que ponerle horarios a todo el mundo, tienes

que dar golpes en la puerta, '¿Acabas ya?', y demás.

Y Asimov concluye con lo que creo que es una de las observaciones más profundas que he visto en años. Dice:

De la misma manera, la democracia no puede sobrevir con la superpoblación.

La dignidad humana no puede sobrevivir con la superpoblación.

La conveniencia y la decencia no pueden sobrevivir con la superpoblación.

A medida que vas poniendo más y más gente en el mundo, el valor de la vida no sólo disminuye, sino que desaparece. No importa si alguien se muere. Cuanta más gente hay, menos importa un individuo.

Déjenme que les ponga dos ejemplos de esta destrucción de la democracia por

el crecimiento poblacional. Yo entré como profesor en esta Universidad en 1950. Por entonces, la población de Boulder era de sólo veinte mil personas. Había nueve concejales en el ayuntamiento. Hoy se acerca a cien mil. Hay nueve concejales en el ayuntamiento. En un poco más de cincuenta años, el número de personas por concejal se ha multiplicado por cinco. La democracia en Boulder ha bajado a un veinte por ciento de lo que era hace cincuenta años.

El segundo ejemplo tiene que ver con el censo nacional de los EE.UU. del año 2000. Este mostraba que en la década de los 90, la población de los EE.UU. aumentó cerca de un 13%. Esto quiere decir que cada asiento del Congreso tiene ahora una media de 13% más de representados de los que tenía hace diez años.

En la última hora, la población mundial ha aumentado en unas diez mil personas. ¡Y la población de los EE.UU. ha aumentado en esta hora en unas 280 personas!

Y tenemos que preguntar—¿por qué no hay más ecologistas y más organizaciones medioambientales en los EE.UU. que hablen públicamente del problema del crecimiento poblacional aquí en los EE.UU?

¡La simple aritmética deja absolutamente claro que a largo plazo la conservación del medio ambiente es imposible en los EE.UU. visto el crecimiento continuo de la población de los EE.UU.! Pero oiréis a todo tipo de líderes políticos decir, "Bah, podemos seguir creciendo, lo llamaremos crecimiento inteligente, salvaremos al medio ambiente". Bien, pues una cosa que hay que saber sobre el crecimiento inteligente, es que el crecimiento inteligente destruye el medio ambiente. El crecimiento estúpido destruye el medio ambiente. Sólo que el crecimiento inteligente lo destruye con buen gusto. Así que es un poco como comprar un billete en el Titanic. Si eres listo, vas en primera clase. Si eres tonto, llevas el timón, pero el resultado es el mismo.

Así que algo central a todas las cosas que hemos de hacer es reconocer que el crecimiento de la población es la causa inmediata de todas nuestras crisis de recursos y medioambientales.

Y de todas las crisis, creo que ésta—el calentamiento global—es la mayor y la más amenazante de toda la historia humana.

The Denver Post, 9 de junio de 2000: Previsiones para el siglo: Hará calor

Una previsión a cien años vista ve ciudades que se quedan sin invierno.

Gran parte de los EE.UU. pueden quedarse sin invierno antes del año 2099

Ahora bien, debido a nuestro enorme consumo de recuros per cápita, podemos decir con toda seguridad que el peor problema de crecimiento poblacional se encuentra aquí en los Estados Unidos. Veréis a todo tipo de gente con buenas intenciones señalando a lejanos países del Tercer Mundo y diciendo que *ellos* tienen un problema de superpoblación. Una persona en Estados Unidos consume durante su vida unas treinta veces la cantidad de recursos que consume una persona en un país subdesarrollado. Tenemos el problema nosotros, tenemos la autoridad nosotros y tenemos la responsabilidad de tratar

con el problema como un problema doméstico aquí, en los Estados Unidos.

Hace algunos años, hablando en el campus de la Universidad de Colorado, el senador de los EE.UU. Tim Wirth dijo que la mejor cosa que podemos hacer para ayudar a que otros países detengan su crecimiento poblacional es dar nosotros ejemplo y detener el crecimiento de nuestra propia población aquí en los EE.UU. Hemos enviado representantes a naciones subdesarrolladas a decirles "vosotros sois un problema, tenéis que detener el crecimiento de vuestra población". Y ellos se ríen y dicen, "mira, el problema sois vosotros, con todo vuestro elevado consumo per cápita".

Con la excepción de los gráficos del petróleo, las cosas que os digo no son previsiones del futuro. Sólo estoy informando sobre los hechos y los resultados de una aritmética muy sencilla. Pero hago esto confiando en que estos hechos, esta aritmética, y (más importante aún) nuestro nivel de comprensión de los mismos, tendrán un papel importante a la hora de dar forma a nuestro futuro.

Ahora bien, no aceptéis lo que digo de manera ciega o acrítica, por la retórica o por cualquier otra razón. Por favor, revisad los hechos vosotros. Revisad mi aritmética. Si encontráis errores, por favor decídmelo. Pero si no encontráis errores, espero que os toméis esto *muy, muy en serio.*

Sois gente importante. Sabéis pensar. Y si hay un momento en el que la raza humana necesita gente que pueda pensar, es ahora mismo. Es responsabilidad nuestra, como ciudadanos de una democracia, *pensar.*

Pero para tener éxito en este experimento que es la vida humana en la Tierra, tenemos que entender las leyes de la naturaleza tal como nos las encontramos estudiando las ciencias y las matemáticas. Tenemos que recordar el mensaje de este chiste:

"Pensar es una cosa que te altera mucho. Te enteras de cosas que preferirías no saber".

Deberíamos recordar las palabras de Galileo (1584-1642), que decía "No me siento obligado a pensar que el mismo Dios que nos ha dado sentido, razón e intelecto, pretenda que renunciemos a utilizarlos".

Deberíamos recordar las palabras de Aldous Huxley, que observó que "Los hechos no dejan de existir porque uno los ignore".

Y deberíamos recordar la filosofía social de H. L. Mencken. Es en esencia muy sencilla. Creía que por naturaleza la especie humana rechaza lo que es cierto pero desagradable, y abraza lo que es obviamente falso pero reconfortante.

Y deberíamos recordar la *Ley de Eric Sevareid*. Era un periodista que hizo la transición de la radio a la televisión allá por los años cincuenta; y observó que "La principal fuente de problemas son las soluciones" (CBS News, 29/12/1970).

Vamos a mirar un ejemplo sin más. El río Nilo, durante miles de años, se

desbordaba en primavera, y los depósitos que arrastraba se quedaban en la tierra agrícola de las dos márgenes del río, y esto renovaba la fertilidad de la tierra. Tuvieron una agricultura sostenible durante miles de años. Pero la inundación era algo molesta; cuando se desarrollaron ciudades por allí, a la gente de la ciudad no le gustaban las inundaciones... y esta gente de ciudad necesitaba electricidad. Vale, eso era un problema. ¿Y la solución cual fue? La gran presa de Asuán.

Ahora miremos los problemas que causó la solución. Primero, todos los depósitos que arrastra el río se quedan en el embalse que hay detrás de la presa, lo cual quiere decir que la presa tiene una esperanza de vida de unos cien o doscientos años, ciertamente no mucho. Se llenará, y no tendrá la capacidad para la que se diseñó. El agua que suelta la presa hoy es agua muy clara, y esto quiere decir que todos los patrones de erosión río abajo han cambiado, antes el río solía depositar aquí, arrastrar allá, y así—ahora lo que hace es básicamente arrastrar, porque empieza como agua limpia en la presa. Río abajo, en Alejandría, donde el Nilo se junta con el mar Mediterráneo, está

llevándose la tierra agrícola, porque ésta ya no se deposita, y el río sólo la va arrastrando al Mediterráneo. Había antes muchos nutrientes biológicos que llevaba el agua siempre, y que alimentaban a una importante industria pesquera en el Mediterráneo. Esa industria pesquera ha entrado en un serio declive, porque ya no llegan allí los nutrientes. Y ahora, para la agricultura, tienen que irrigar, y añadir fertilizantes biológicos. Cuesta energía obtener los fertilizantes; fácilmente podría venir de la presa parte de la energía para obtener los fertilizantes. Y ahora hay muchos trabajadores agrícolas esperando descalzos en las acequias de riego, y sufren de esquistosomiasis, que resulta de un tipo de parásito que hay en el agua, y atraviesa la piel, y si estás descalzo en el agua puedes coger esto... Bien, todo se ha estropeado por la solución al problema. Nadie pensó en los problemas que serían causados por las soluciones. Esta es una de las cosas más importantes de las que tenemos que acordarnos.

Aquí hay un reto (el gran reto). ¿Se os ocurre algún problema, a cualquier escala, de microscópica a global, para cuya solución a largo plazo se ayude o se contribuya de manera demostrable por el hecho de tener poblaciones mayores, a nivel local, estatal, nacional, o global? ¿Se os ocurre algo que vaya a ir mejor si apiñamos más gente en nuestras localidades, en nuestro estado, en nuestra nación, o en esta Tierra? Pensadlo bien. ¿Mejorará algo, con más población?

Me gustan las palabras del reverendo Martin Luther King, Jr., que dice,

"Al contrario que las plagas de las Eras Oscuras, o al contrario que las enfermedades modernas que no comprendemos todavía, la plaga moderna de la superpoblación puede resolverse con medios que hemos descubierto y con recursos que poseemos. Lo que falta no es un conocimiento suficiente de la solución, sino una consciencia universal de la gravedad del problema, y la educación de los miles de millones que son víctimas suyas".

Así que espero haber defendido de modo razonable la afirmación que hacía al

principio, cuando decía que la limitación más grande de la especie humana es nuestra incapacidad de entender la función exponencial—esta aritmética tan simple. Gracias por su atención, y responderé a sus preguntas.

(Puede pedirse un ejemplar en DVD de la charla del Prof. Bartlett a la librería de la Universidad de Colorado, Boulder, tradedesk@cubookstore.com. La dirección en YouTube de la serie completa de vídeos es http://www.youtube.com/view_play_list?p=6A1FD147A45EF50D)