
¿Cuál es el límite para la población de la Tierra?

Carlos Amador

No quiero sonar melodramático; sin embargo, a partir de la información de que dispongo como Secretario General sólo puedo concluir que los países miembros de las Naciones Unidas disponen de un máximo quizá de 10 años para olvidar sus conflictos ancestrales y asociarse en un esfuerzo global por terminar con la carrera armamentista, para mejorar el ambiente, para detener la explosión poblacional y para proporcionar el momentum requerido para el desarrollo. Si esa alianza global no se realiza dentro de la próxima década, mucho me temo que los problemas que he mencionado alcanzarán tales proporciones que estarán más allá de nuestra capacidad de control.

U THANT (1969)

A menudo los seres humanos exhibimos cierta afición por el papel de Casandra. Como si nos atrajera el hecho de estar vivos y así ser testigos de las grandes tragedias que, según esta visión, nos esperan. Pero también a menudo exhibimos la voluntad de cerrar los ojos ante signos claros de que nos amenazan catástrofes. Parecería que, en 1969, U Thant, en su rol de Casandra, se equivocó al conceder sólo diez años para la acción mundial. Es posible, sin embargo, que estemos cerrando los ojos frente a catástrofes, quizá irreversibles, que ya se iniciaron. Consideremos el problema de la población máxima posible de la Tierra. He aquí cuatro estimaciones:

- La población máxima que puede vivir en la Tierra de manera sostenible, a niveles de vida semejantes a los que existían en 1970 en los Estados Unidos, con la producción de ese año, es de mil millones de personas. Por cierto, sería difícil producir los bienes (alimentos, productos y servicios) que se producían entonces con una población menor (la población en 1970 era mayor a mil millones de personas); de tal manera que esta estimación pudiera ser exageradamente grande para lograr el autoabastecimiento (Hulett, 1970; citado en Cohen, p. 410).

• Si toda la sociedad concentrara sus esfuerzos en mejorar la producción agrícola y su distribución, se podría aumentar notablemente la producción de alimentos en la Tierra; aunque sólo de manera temporal. Es poco factible que se pueda producir alimentos suficientes para mantener diez mil millones de personas en la Tierra por tiempo indefinido. Alcanzar niveles aceptables de vida para toda la población limita su número máximo por debajo del presente [cinco mil quinientos millones]. Cuál sea ese número depende de las consecuencias que produzca la actual sobrepoblación. (Ehrlich, 1993; citado en Cohen, p. 417).

•Hágase una estimación de la superficie total cultivable de la Tierra. Supóngase que el rendimiento presente de los cultivos en Iowa puede tomarse como referencia para todas estas tierras; supóngase también que en las tierras de baja calidad o de topografía desfavorable el rendimiento será de la mitad del rendimiento óptimo. Finalmente, supóngase que la dieta de cada ser humano fuera de 2 500 calorías diarias. Se concluye que pueden vivir en la Tierra cuarenta mil millones de personas. (Revelle, 1976; citado en Cohen, p. 412).

•Bajo las suposiciones de que podemos albergar dos tercios de la población en ciudades flotantes en el mar, que podemos construir ciudades tridimensionales encapsuladas (de unos 100 pisos), que los alimentos se pueden producir microbiológicamente a partir de materiales inorgánicos y que no hay otro límite al consumo de energía sino la necesidad de que la Tierra no aumente su temperatura con la radiación generada, se concluye que podemos coexistir unos mil millones de seres humanos en la Tierra. (Marchetti, 1978; citado en Cohen, p. 413).

¿Cuánta gente debe haber en el mundo? ¿Cuánta gente *puede* haber en el mundo? ¿Qué población debe tener cada país? ¿Qué población cada continente? ¿Qué podemos decir honestamente al respecto?

Estas preguntas son relevantes, pertinentes y, en nuestros días, incluso apremiantes. Lamentablemente, las respuestas a estas preguntas no son directas; cada respuesta está calificada por un sinfín de consideraciones: la filiación política y religiosa de quien responde, su postura ante el progreso, su íntima convicción que lo inclina hacia el optimismo o el pesimismo, hacia el realismo o la ingenuidad. Sin embargo, podemos aspirar a que haya algunas cosas que sea posible afirmar sin

temor a equivocarnos. Algunas verdades tan generales y tan extremas que tengan que ser consideradas por todos los participantes en la discusión. De hecho, el pensamiento científico a menudo realiza el ejercicio de establecer los límites extremos de una respuesta con la esperanza de que ese intervalo contenga la respuesta correcta.

Realicemos un ejercicio de este estilo mediante una serie de suposiciones plausibles (aunque *muy* improbables). Sabemos que el planeta es finito. Supongamos que es cerrado, es decir, que la materia con la que contamos es la que ya está en el planeta y que no podemos “importar” más (quien, optimista o inocentemente, crea que los viajes interplanetarios y extragalácticos son posibles, considerará inválido todo lo que sigue). Podemos entonces estimar cuánto carbono existe en el planeta. Como también podemos hacer una estimación acerca de cuánto carbono constituye la materia corporal en un ser humano adulto, podemos estimar cuántos seres humanos podrían existir si todo el carbono del planeta estuviera en sus cuerpos (dejando conscientemente de lado el problema de qué alimentaría a estos seres humanos.) El resultado de este cálculo extremo es algo así como 10^{20} seres humanos. Quizá podamos imaginar este número si pensamos que equivale a multiplicar a cada ser humano vivo actualmente por tantos seres humanos como los que pueblan el planeta: cada uno de nosotros con diez mil millones de descendientes... Esta cuenta es desde luego absurda: no hay ninguna posibilidad de que el límite de la cantidad de carbono en la Tierra se vuelva relevante; pero ejemplifica un principio científico importante al ofrecernos una cota superior para la población de la Tierra. Podemos afirmar categóricamente que es imposible que haya más de 10^{20} seres humanos en la Tierra. Pero este ejercicio además nos sugiere una estrategia. Quizá podamos emplear esta estrategia, buscando otros límites, otras restricciones, para estimar el número máximo de seres humanos que puede haber en la Tierra.

Un experimento clásico de la bioquímica propone el siguiente escenario. Supongamos que tenemos una colonia de bacterias a la que alimentamos cada día con una cantidad fija de alimento. Arreglamos las cosas de tal manera que el espacio en el que puede crecer esta colonia sea ilimitado, y la única cota posible a su crecimiento, la cantidad de alimento. Observaremos que el número de miembros de la colonia crece inicialmente de manera exponencial. En la situación inicial, cuando el alimento es abundante, todo miembro de la colonia tiene a su

disposición inmediata todo el alimento que puede consumir, y se puede dedicar, por así decirlo, a “facer holganza con macho placentero”. El resultado de esto, lógicamente, es un aumento en el número de los miembros de esa colonia, en el número de individuos dispuestos a la holganza y en el número de nacimientos, así como una mayor tasa de aumento poblacional. Sin embargo, tarde o temprano, la cantidad de alimento disponible será insuficiente para mantener esta situación de abundancia —recuérdese que una característica del experimento es que la cantidad de alimento diaria es fija— y las actividades de las bacterias habrán de diversificarse. Ahora tendrán que buscar activamente el alimento. Esto limitará las horas dedicadas a la holganza y disminuirá el número de nacimientos por miembro de la especie, aunque el número total de nacimientos seguirá creciendo, dado el mayor número de miembros de la especie. Posteriormente esta ocupación —la búsqueda de alimento en condiciones de escasez— será la principal. Sólo ocasionalmente, aquellos individuos afortunados que encontraron alimento suficiente podrán reproducirse y la población total llegará a un máximo: pocos nacimientos por individuo en un mundo con muchos individuos. Esta situación es *sostenible* ya que cada vez que la población disminuye —en nuestro experimento, por ejemplo, mediante el retiro de una parte de la colonia—, aumenta el alimento por individuo y con ello la fertilidad; la población crece de nuevo hasta que se vuelve a alcanzar el tope. En este experimento cabalmente científico (las variables son pocas y se controlan con precisión, los sujetos del experimento no tienen libre albedrío) la definición de la *capacidad poblacional máxima* es unívoca e inambigua: el número máximo de individuos que pueden existir bajo las condiciones del experimento.

Este experimento clásico puede tomarse como eje de una discusión entre dos campos que, en este caso, estarían caracterizados por dos maneras extremas de interpretarlo: la muy inocente, para la cual el experimento se puede extender directamente al mundo y a la población humana; y la no menos inocente que plantea la inconmensurabilidad entre un experimento con bacterias, por un lado, y por el otro, la humanidad con sus muy diversos recursos de ingenio, iniciativa e intencionalidad.

La incertidumbre de las predicciones numéricas

Las preguntas planteadas anteriormente, y la estrategia de buscar límites a la población humana mundial a partir de estimaciones de lo que puede limitarla, son dos de los temas principales en el libro de Joel Cohen *How many people can the earth support?* (Norton, 1996). Cohen, director del Laboratorio de Poblaciones en la Universidad Rockefeller, ha abordado el tema del límite poblacional de la Tierra con la voluntad explícita de presentar lo (poco) que sabemos con certeza. Con plena conciencia de que a fuerza de argumentos racionales, casi cualquier cosa es demostrable si se parte de las premisas adecuadas, Cohen establece sus premisas con sumo cuidado y busca las conclusiones más correctas aun cuando esto signifique un sacrificio de la precisión. Frente a un problema tan complicado, ésta es una buena estrategia. Después de todo, en el ejemplo anterior ¿qué importa si el número es 10^{20} o diez veces más o diez veces menos? La voluntad de Cohen es arribar a conclusiones que no puedan ser descartadas.

Este problema es muy complicado. A diferencia de lo que ocurre en el ejemplo de las bacterias —en el que se hace lo necesario para que el problema sea simple controlando todas las variables que pudieran afectar las conclusiones—, y a diferencia de lo que ocurre en el ejemplo del carbono —en donde el problema es simplificado mediante suposiciones extremas—, el problema real de la población mundial es extremadamente complejo tanto porque las variables relevantes no pueden ser controladas cuanto porque las variables relevantes tienen valores reales que no permiten tomar sólo una de ellas en cuenta y despreciar a las demás. El problema depende de muchas variables relacionadas entre sí de maneras desconocidas y, adicionalmente, depende de algo totalmente desconocido: la capacidad de la humanidad de modificar radicalmente sus hábitos de conducta. Para poder estudiar un problema de esta índole es necesario extraer muy diversas armas del arsenal estándar de la ciencia. Así, Cohen presenta en su libro los elementos de demografía, matemáticas, estadística y teoría de la información necesarios para comprender tanto el planteamiento del problema como las soluciones parciales que se proponen.

Al abordar este tema, se presentan de inmediato varias preguntas: ¿cuál es la limitante principal para la población mundial? No hay acuerdo al respecto, pero a lo largo de la historia se ha pensado en la disponibilidad de alimentos como la limitante esencial. Desde luego,

hay otros candidatos: la cantidad de agua dulce, el espacio disponible y la radiación solar (como ingrediente necesario en la fotosíntesis), por ejemplo. En la aplicación del método de las *cotas superiores*, podemos buscar el límite poblacional a partir de cada una de las posibles causas como si fuera la única.

Pero hay otros problemas. Lo que intentamos hacer anteriormente (buscar el límite basados en una posible restricción: comida, agua, carbono) es una predicción teórica. Para aplicarla necesitamos de dos cosas: un modelo teórico de cómo funciona esa restricción y los datos empíricos de las cantidades necesarias para este modelo. Por ejemplo, si pensamos de nuevo en la cantidad de alimentos como limitante de la población mundial, dentro de un modelo que supone que todos los alimentos existentes estarán disponibles para los seres humanos que los requieran (suposición que, según podemos ver en multitud de ejemplos, no se cumple) necesitamos, para obtener respuestas cuantitativas, datos más o menos precisos acerca de la cantidad de alimento que satisface las necesidades de un ser humano, el área cultivable en la Tierra y el rendimiento de los cultivos, por señalar unos cuantos datos. Ninguna de estas cantidades se conoce con precisión o, para decirlo de otra manera, cualquiera de estas cantidades ha sido el sujeto de un enconado debate entre quienes se han preocupado por asignarles un valor. En suma, dada la complejidad del problema, tendremos inevitablemente que trabajar con modelos aproximados y con valores aproximados de los parámetros de estos modelos. Los resultados serán, necesariamente, aproximados. Pero interpretados juiciosamente nos permitirán obtener conclusiones convincentes que señalan hacia la necesidad de atender este problema urgente.

La incertidumbre de los resultados inherente al problema lleva a Cohen a recomendar que todos los números que se presentan en su libro sean tomados como estimaciones. Incluso aquellos que se obtienen empíricamente y que son independientes de un modelo. Veamos un ejemplo. El cuadro 1 muestra distintas estimaciones de la población de la India para el año de 1991:

CUADRO 1

<i>Fecha</i>	<i>Población estimada</i>	<i>Fuente de la estimación</i>
1990	849.5 millones	World Bank 1992
1990		
"provisional"	827.057 millones	United Nations 1992
1990		
"estimada"	853.4 millones	Population Reference Bureau 1990
1990	853.08 millones	World Resources Institute 1992
Marzo 1991		
"provisional"	843 930 861	Central Statistical Office 1992
Julio 1991	866 351 738	Central Intelligence Agency 1991

Como se ve, los números son distintos; afirmar que la población era de 843 930 861 seres humanos sería un disparate. Sin embargo podemos decir con mucha seguridad que la población de la India en 1991 estaba entre 820 y 850 millones de seres humanos. Para muchos fines, esta precisión es suficiente.

Por otro lado hay algunos resultados numéricos que son precisos y cuyas consecuencias son claras, únicas e inequívocas. Cohen escribe:

Los números son inescapables e indispensables. Los números por sí solos nos revelan que, por ejemplo, una población que crece en 1.6% anual duplica su tamaño en menos de 44 años. Los números por sí solos nos dicen que una población mundial que continúa creciendo, región por región, de la manera en que estaba creciendo la nuestra en 1990, alcanza un tamaño de once mil millones en 2025. Los números revelan, por sí solos, que es imposible a largo plazo que una población que tenga una esperanza de vida alta y una alta tasa de natalidad no continúe creciendo; cualquier pareja de características puede coexistir, pero no las tres.

Para terminar con esta larga lista de consideraciones acerca de la validez de las predicciones cuantitativas, Cohen nos recuerda el concepto de "análisis de sensibilidad" de una predicción cuantitativa. La idea es que pequeñas variaciones en una cantidad pueden manifestarse en variaciones gigantescas en otra cantidad derivada de la primera. Por ejemplo, el tamaño de la población mundial futura depende críticamente de la tasa de natalidad futura. Cohen escribe:

Si, hipotéticamente, de 1990 en adelante la pareja típica se acercase gradualmente a un nivel de fertilidad tan sólo una décima *por encima* del nivel de reemplazo, entonces la población mundial pasaría de 5.3 miles de millones en 1990 a 12.5 miles de millones en 2050 y a 20.8 miles de millones en 2150. Si, por el contrario y también hipotéticamente, de 1990 en adelante la pareja típica se acercara gradualmente a un nivel de fertilidad tan sólo una décima *por debajo* del nivel de reemplazo, entonces la población mundial crecería de 5.3 miles de millones en 1990 a un máximo absoluto de 7.8 miles de millones en 2050 y continuaría disminuyendo para pasar por 5.6 miles de millones en 2150. Si, de nuevo hipotéticamente, a partir de 1990 la pareja típica tuviera exactamente el nivel de fertilidad de reemplazo, la población mundial crecería de 5.3 miles de millones en 1990 a 7.7 miles de millones en 2050 para estabilizarse alrededor de 8.4 miles de millones en 2150.

Pequeñas variaciones en el nivel de fertilidad producen escenarios muy distintos.

Con estas precauciones presentes, podemos entrar en materia.

La transición demográfica y la economía mundial

No cabe duda de que en la actualidad, tanto la población mundial como su tasa de crecimiento presentan máximos históricos. Nunca antes habíamos sido tantos; nunca antes nos habíamos reproducido a tal velocidad. En 1990 nacieron aproximadamente 90 millones de seres humanos, para sumarse a la población de aproximadamente 5 600 millones. Esto significa un aumento de 1.6%. Si extrapolamos este crecimiento para el *pasado*, es decir, si nos preguntamos durante cuánto tiempo debe crecer una población con esa tasa para llevarnos de Adán y Eva a la población actual, obtenemos un total de 1370 años. (Claro que Adán y Eva no hubieran podido ser responsables, ellos solos, de una tasa de crecimiento del 1.6%; pero este error sólo le suma unas cuantas decenas de años a esta estimación.) Así, tenemos una primera conclusión incuestionable: la tasa de crecimiento actual es la más alta de la historia.

Cohen realiza una breve revisión de los datos disponibles sobre la población humana y las tasas de natalidad, y de las hipótesis acerca de las causas de sus modificaciones a lo largo de la historia. Contamos, por ejemplo, con historias documentadas acerca de las tasas de natalidad y mortalidad en diversas épocas, contamos con censos antiguos (el de Egipto, por ejemplo) y contamos con explicaciones de las súbitas modificaciones de estas cantidades, como la Revolución Industrial y el aumento de la población urbana. Quizá sea de mayor relevancia en la actualidad la hipótesis de la "transición demográfica", que pretende

explicar el patrón de cambios recientes en la fertilidad de distintas poblaciones. Según esta hipótesis, en la modernidad las tasas de fertilidad se han modificado de acuerdo con un mecanismo de cuatro pasos. Idealmente, este mecanismo se inicia con una situación en que la tasa de natalidad es muy alta, pero también lo es la tasa de mortalidad, de tal manera que la tasa de crecimiento es cercana a cero. En el segundo estado, la tasa de natalidad se mantiene alta, pero la tasa de mortalidad disminuye de tal manera que la tasa de crecimiento poblacional aumenta, y aumenta consecuentemente la población. El tercer estado se presenta cuando la tasa de natalidad disminuye y la tasa de mortalidad se conserva pequeña, de tal manera que la tasa de crecimiento poblacional disminuye. Finalmente, en el cuarto estado, la tasa de natalidad es pequeña, la tasa de mortalidad es pequeña y la tasa de crecimiento poblacional es casi cero, como en el primer estado, con la diferencia de que la población es mucho mayor que cuando se inició este mecanismo.

Según este modelo, los diferentes países están en diferentes estados de la transición demográfica, usualmente correlacionados con su grado de desarrollo (según se define en la modernidad). Así, los países más pobres de África se encuentran en el primer estado, los países africanos menos pobres y algunos de Latinoamérica en el segundo, los países más desarrollados en el tercero y algunos países del norte de Europa están llegando a la cuarta situación. Como sabemos, un modelo como éste no es rígido y los cuatro estadios se presentan de maneras muy distintas en los distintos países. En 1946, la tasa de mortalidad en Argelia era mayor que la tasa de mortalidad de Suecia en 1775. En 1954, la tasa de mortalidad en Argelia era menor de lo que había sido la tasa de mortalidad en Suecia en 1875. La misma etapa de la transición demográfica tomó 100 años en Suecia y sólo 10 en Argelia.

A diferencia de los experimentos que podemos hacer con bacterias, los procesos demográficos de los diferentes países son muy heterogéneos. Una de las características de las conclusiones científicas es la reproductibilidad de los experimentos que las sostienen; en los problemas demográficos tal reproductibilidad es imposible. La transición demográfica en Francia y en México, por ejemplo, ocurrió en condiciones muy distintas: el mundo de finales del siglo XIX era muy distinto al de 1960... Así, el mundo en el que nacen actualmente los habitantes de países del Tercer Mundo, en etapas tempranas de la transición demográfica, es uno de crecientes desigualdades económicas. Una manera

de presentar esta desigualdad económica creciente es la siguiente: en 1960, el 20% más pobre de la población mundial recibía el ingreso global correspondiente al 2.3% del total mundial, mientras que el 20% más rico de la población recibía el 70.2%; para 1970, estas cifras habían cambiado a 2.3% y 73.9% respectivamente; para 1980 a 1.7% y 76.3% y para 1991 a 1.4% y 84.7%. Los pobres son cada vez más pobres y los ricos son cada vez más ricos.¹ Para 1992, los 830 millones de personas que viven en los países más ricos disponían de un ingreso promedio anual equivalente a 22 000 dólares, mientras que los dos mil millones de personas en los países más pobres recibían un ingreso equivalente a 400 dólares al año, poco más de un dólar diario.

El progreso material del mundo es innegable. Algunas cifras que lo demuestran son las siguientes (algunas cantidades están expresadas en un índice de precios constantes que adjudica el 100 al valor del producto en 1990):

- En 1972 la humanidad dedicaba el 41% de la producción total de grano a la alimentación de los animales domésticos, en 1992 esta fracción se redujo al 37%.
- El precio del petróleo se redujo de 113 en 1975 a 76 en 1992.
- El precio de una "canasta" de 33 productos no derivados del petróleo era de 159 en 1975 y de 86 en 1992.
- El precio de una canasta básica de alimentos bajó de 196 en 1975 a 85 en 1992.
- Los precios de los cereales bajaron de 259 en 1975 a 94 en 1992.
- El número de seres humanos que disponen crónicamente de una cantidad de alimento menor que la considerada mínima adecuada bajó de 941 millones (o 36% de la población mundial) en 1970 a 844 millones (26%) en 1980 y a 786 millones (20%) en 1990.

Cohen escribe:

Si los precios mundiales de los alimentos disminuyeron en un factor de dos ¿cómo es posible que cerca de 800 millones de personas en el Tercer Mundo no reciban suficientes calorías? [...] Las mil millones de personas más pobres son tan pobres

¹ Y estos datos representan el promedio mundial. Como algunos países tienen distribuciones de ingreso más equitativas que otros, cuando se calcula esta diferencia entre los países con las distribuciones de ingreso más *inequitativas* —generalmente los países del Tercer Mundo— la relación entre el ingreso del quintil más rico y el ingreso del quintil más pobre pasa de 65 a 1 a ¡140 a 1!

que no pueden ejercer una demanda de alimentos efectiva en los mercados internacionales. Tienen tan poco dinero para comprar los alimentos que se ofrecen en los mercados internacionales que no pueden hacer que su precio aumente. No pueden competir por los cultivos con el ganado que consume la población pudiente. Los extremadamente pobres son irrelevantes para los mercados internacionales; son económicamente invisibles. Pero también son seres humanos.

Distintos escenarios de la población mundial futura

En 1992, la ONU publicó un estudio que contiene varias estimaciones de la población mundial para el año 2150. Los autores, concedores de la incertidumbre de cualquier proyección de este tipo, declararon que:

Estas proyecciones, para dentro de 160 años, no pueden ser de ninguna manera una predicción de los patrones poblacionales futuros en el mundo. Sin embargo, ilustran la evolución del tamaño de la población mundial dentro de escenarios posibles —si bien hipotéticos— de los niveles futuros de fertilidad y mortalidad.

La población mundial se dividió en dos grupos, el de los países desarrollados (Europa, Norteamérica, Oceanía y la antigua Unión Soviética) y el de los países del Tercer Mundo (todos los demás). En 1990 había 1 100 millones de personas en el primer grupo y 4 200 millones de personas en el segundo. En todos los escenarios estudiados se aplicó la suposición de que la esperanza de vida media continuará creciendo gradualmente hasta alcanzar un valor límite de 85 años en promedio (87.5 años para las mujeres y 82.5 para los varones), y que tal estado se alcanzará primeramente en el grupo de los países desarrollados y después en los países del Tercer Mundo.

La diferencia entre las distintas estimaciones radica en variantes en la tasa de fertilidad. Las suposiciones extremas que se emplearon en el estudio para esta magnitud fueron, por un lado, que la tasa de fertilidad permaneciera constante e igual al valor que tuvo en ese año; y, por el otro, que la tasa de fertilidad disminuyera abruptamente hasta alcanzar el nivel que se conoce como “de reemplazo”.²

² La tasa de fertilidad de reemplazo equivale a aquella con que la población mundial alcanzará, tarde o temprano, una magnitud constante, manteniendo la distribución presente de las tasas de mortalidad por edades. Naturalmente, aun cuando alcanzáramos esa tasa de fertilidad inmediatamente, la población mundial aumentaría con respecto a la actual toda vez que actualmente una gran fracción de la población no ha llegado a la edad reproductiva.

Para la esperanza de vida límite (85 años promedio) supuesta en este estudio, la tasa de fertilidad de reemplazo equivale a 2.06 hijos por mujer.

En el caso de la tasa de fertilidad constante, se supone que las tasas de fertilidad por región se mantienen iguales a las observadas en 1990, mientras que la esperanza de vida media aumenta gradualmente hasta llegar al límite establecido. La tasa de fertilidad de los países del grupo I son pequeñas: en Norte América y Europa era de 1.8 hijos por mujer, la de la antigua Unión Soviética de 2.4 hijos por mujer; mientras que la tasa de fertilidad de los países del tercer mundo son más grandes y más dispares: 2.5 en China, 4.1 en Latinoamérica y 6.5 en Africa. La tasa de fertilidad mundial depende de la composición de la población: el grupo más numeroso inclinará el promedio hacia el valor de su propia tasa de fertilidad; y como el grupo de mayor tasa de fertilidad crecerá más rápido, la tasa mundial promedio tenderá al valor que tenga para este grupo.

En el otro escenario extremo, se supuso que la tasa de fertilidad decayera súbitamente al nivel de reemplazo para una esperanza de vida media promedio de 85 años (2.06 hijos por mujer) que se habría de alcanzar gradualmente.

Los resultados del estudio se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2
Población mundial (miles de millones)

<i>Año</i>	<i>Tasa de fertilidad constante</i>	<i>Tasa de reemplazo</i>
1990	5.3	5.3
1995	6.5	5.8
2025	11.0	7.1
2050	21.2	7.7
2075	46.3	7.9
2100	109.4	8.1
2150	694.2	8.4

No es probable que para mañana la tasa de fertilidad alcance el valor de reemplazo. No es posible que la tasa de fertilidad se mantenga en sus valores actuales durante mucho tiempo más. Puede pasar que la tasa de fertilidad alcance el valor de reemplazo gradualmente; distintas suposiciones con respecto a la rapidez con la que esto ocurre constituyen los escenarios adicionales considerados en el estudio de la ONU.

Como veremos más adelante, es altamente improbable que se pueda mantener una población sobre el planeta del tamaño de la predicha en el escenario de la fertilidad constante: ésta tiene que disminuir, ya sea mediante una reducción del número de hijos por mujer, ya sea mediante una reducción de la esperanza de vida media.

Desde luego, estas conclusiones corresponden a valores fijos específicos de la tasa de fertilidad. Como un ejemplo del análisis de sensibilidad, cabe mencionar las diferencias en la población mundial en 2150 si la tasa de fertilidad alcanzara un valor constante ligeramente distinto del nivel de reemplazo. Por ejemplo, si la tasa de fertilidad se estabilizara en 1.96 hijos por mujer, la población mundial llegaría a un máximo de 7 800 millones en 2050 y luego disminuiría continuamente pasando por 5 600 millones en 2150. Mientras que si la tasa de fertilidad alcanzara el valor constante de 2.17 hijos por mujer, la población mundial crecería continuamente pasando por 20 800 millones en 2150...

¿Cabe esperar una transición en las tasas de fertilidad de los países del Tercer Mundo? Esta pregunta, previsiblemente, ha provocado respuestas contradictorias. Quizá sea conveniente citar solamente los argumentos que se han manejado para justificar la esperanza de que sí ocurra

- La planeación familiar ya no es un tema tabú.
- Las religiones mayoritarias en los países pobres —con la notable excepción de la religión católica— *no* se oponen al control de la natalidad.
- Existen nuevos métodos anticonceptivos más confiables, más accesibles y más baratos.
- Ha aumentado la voluntad estatal por promover el control de la natalidad.

Estimaciones acerca de la población máxima de la Tierra

Las estimaciones acerca de la población máxima de la Tierra tienen una larga —e ilustre— historia. Cohen hace un estudio histórico que incluye unas 70 y abarca más de trescientos años. Con mucho, la principal limitación considerada es la producción posible de alimentos. En algunas estimaciones, ésta es la *única* limitante. En otras, alguna otra limitante (la cantidad de agua dulce disponible, la cantidad de radiación solar) se convierte en una limitante para la producción de alimentos.

Sólo en unas cuantas se considera una limitante que no se convierte directamente en la capacidad de producción de alimentos, como en el ejemplo citado anteriormente de la cantidad de carbono en la Tierra.

Para calcular la capacidad máxima de producción de alimentos debemos estimar cuando menos tres factores: los requerimientos alimentarios por persona, el área disponible en la Tierra para la producción de alimentos y el rendimiento de la producción por unidad de área dedicada a ella. Ninguno de estos factores se conoce con precisión. Por ejemplo, las estimaciones acerca de los requerimientos alimentarios por persona se estiman generalmente en términos del consumo energético equivalente, es decir de las calorías equivalentes que un alimento proporciona.³ Las estimaciones de la cantidad *mínima* de calorías necesaria para sustentar la vida de un ser humano varían grandemente y van desde 1500 kilocalorías diarias hasta más de 3000. Desde luego, esta incertidumbre influirá en el resultado de una estimación de la población máxima posible de la Tierra. De la misma manera, no hay acuerdo sobre la superficie disponible para la producción de alimentos en la Tierra. Algunas de las estimaciones incluyen asignaciones de esta superficie basadas en la ponderación de las distintas regiones de acuerdo con la orografía, la latitud y el clima. Finalmente, la capacidad de producción de un área determinada, aun tomando en cuenta estas últimas consideraciones, depende en gran medida de las técnicas de cultivo empleadas así como de los insumos (irrigación, fertilizantes, plaguicidas, mano de obra, tecnología, etcétera) disponibles para la producción.

Si suponemos conocidas estas cantidades, es posible estimar la producción máxima de alimentos mediante la fórmula que Cohen atribuye a Penck:

$$P=(AP)(PPA)/RNPI,$$

en donde P representa la máxima población posible de la Tierra, AP el "área productiva" total de la Tierra, PPA la producción por unidad de área y RNPI el requerimiento nutricional promedio individual.

³ El término "caloría" se refiere a una cantidad de energía. La definición usualmente empleada para referirse al valor nutricional equivale a mil veces la definición de "caloría" de la física. Una caloría "física" equivale a la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. Mil de ellas constituyen una "caloría" nutricional. Nótese que el consumo diario mínimo se expresa en kilocalorías "nutricionales", es decir, en megacalorías "físicas".

Hay otros factores que pueden alterar la predicción de P. La equivalencia energética de la dieta puede obtenerse mediante el consumo de un sólo tipo de alimento o, más realísticamente, mediante el consumo de una *variedad* de alimentos. Y los distintos alimentos tienen distintos rendimientos de productividad por unidad de área dedicada a su cultivo. No sólo son distintos los rendimientos de distintos cultivos vegetales (el trigo comparado con el maíz, por ejemplo), sino que también son distintos de los rendimientos de alimentos de origen animal. Desde luego, se puede estimar la diferencia en el rendimiento de los alimentos de origen animal y equipararlos con la cantidad de alimentos de origen vegetal que se requieren: por ejemplo, estimaciones recientes determinan que una kilocaloría de valor nutricional de origen animal equivale a entre 5 y 15 kilocalorías de origen vegetal.

También influye la distribución (recolección, traslado, almacenamiento) de los alimentos. Se estima que cerca del 40% de la producción actual de alimentos se pierde en el traslado del sitio de origen al sitio de consumo.

Finalmente, una estimación realista debe incluir la consideración de que la producción debe ser sostenible. En la actualidad no sabemos de los efectos secundarios que pudiera tener, por ejemplo, que dedicáramos toda la tierra disponible a la producción de alimentos; eliminando todas las áreas que en la actualidad mantienen flora o fauna que no es consumida por la población humana (bosques, selvas); en cambio, sabemos que los rendimientos máximos de la producción requieren una constante inversión de insumos para ser sostenibles y evitar el agotamiento de la tierra y la erosión, por ejemplo.

Con estas consideraciones, es claro que cualquier estimación de la capacidad de producción de alimentos en la Tierra será muy imprecisa. Ante tal situación existen dos posibilidades relevantes; en una, siguiendo el método de las cotas superiores, podemos elegir valores extremos de las variables relevantes de tal manera que la predicción constituya una cota superior a la población humana posible en la Tierra. Emplearíamos la máxima área productiva concebible, la máxima producción que se haya alcanzado por unidad de área, el valor mínimo de consumo individual diario de calorías y supondríamos que la alimentación de esa población estaría basada en aquel alimento —ciertamente de origen vegetal— que mayores rendimientos energéticos tenga por unidad de área cultivada.

En el otro ejercicio posible, se intenta encontrar valores realistas para las cantidades involucradas, de tal manera que la predicción, sin ser una cota, represente una estimación plausible.

Ambos ejercicios han sido llevados a cabo. Por ejemplo, se ha hecho la estimación de que, si la única fuente alimenticia fueran algas, la capacidad máxima de la población de la Tierra es de 50 mil millones de personas (Brown, 1954). Otra estimación supone que si *toda* la tierra se dedica al cultivo de alimentos de origen vegetal, excepto una fracción equivalente a 750 metros cuadrados por persona para usos urbanos, la capacidad poblacional de la Tierra es de 146 mil millones (De Wit, 1967).

Las estimaciones que aspiran al realismo cambian con el tiempo de acuerdo a la disponibilidad de más y mejores datos acerca de la productividad de los cultivos, de la orografía de la tierra cultivable y de la tecnología empleada. Por ejemplo, en 1958 se suponía que el área cultivable de la Tierra era de 77 millones de kilómetros cuadrados; y que si se alcanzaban los máximos de productividad observados en las tierras de mejor rendimiento —las granjas holandesas de la época—, podrían habitar veintiocho mil millones de personas en la Tierra [Clark, p. 408].

Más tarde, en 1976, se considera que el total de la superficie cultivable de la Tierra es de 32 millones de kilómetros cuadrados, y se estima que 5 millones de kilómetros cuadrados pueden producir 3 cosechas anuales, 8 millones 2 cosechas y el resto sólo una cosecha anual. Se descuentan las tierras en los trópicos húmedos ya que no contamos con la tecnología para explotar ese tipo de terreno agrícolamente a gran escala. Si, finalmente, se supone que los rendimientos sostenibles en todas estas tierras fueran la mitad de los máximos rendimientos actuales (los de las planicies de Estados Unidos), que reservemos un 10% del total de tierra cultivable para obtener fibras y maderas y que las pérdidas por plagas y otros fenómenos naturales fueran despreciables, entonces se podría producir alimentos para una dieta de 2 500 kilocalorías diarias (estrictamente vegetariana) para cerca de cuarenta mil millones de seres humanos [Revelle, p. 412].

Finalmente están las estimaciones que incluyen alguna medida de la calidad de vida de la población, más allá de la cantidad de calorías de origen vegetal que se podrían garantizar; y aquellas que reconocen los obstáculos actuales que enfrentaría un esfuerzo como el necesario para hacer realidad una estimación como la de Revelle: la inversión en la infraestructura necesaria, el consentimiento de *toda* la población

de adoptar una dieta específica, la superación de conflictos raciales, nacionales, y una larga lista de etcéteras.

Por ejemplo, Farrel *et al.* escriben:

Creemos que el mundo *posee el potencial para alimentar a una población creciente de 6 100 millones de personas en el año 2000 un poco mejor de lo que alimentó a 4 300 millones en 1984*. Pero queremos enfatizar el uso de la palabra *potencial*. Hacerlo requiere grandes inversiones para mejorar la infraestructura agrícola, inversiones mayores en la investigación y la educación que estimulen el desarrollo y la aplicación de tecnologías que aumenten la producción, políticas estatales que otorguen mayores incentivos a la producción agrícola en los países del Tercer Mundo y una ampliación en el comercio internacional. Consideramos que un 85% del aumento que esperamos en la producción provendrá del aumento en la productividad y sólo 15% en el aumento del área cultivable.

Para Chen, la producción de alimentos de 1989 hubiera podido alimentar potencialmente, con base en una dieta vegetariana de subsistencia, a 5 900 millones de personas, con una dieta mejorada (con un 15% de proteínas de origen animal) a 3 900 millones de personas, y con una dieta completa (y “sana”, es decir, con un 35% de proteínas de origen animal) a 2 800 millones de personas [Chen, p. 416]. (¡La población mundial en 1989 era mayor a 5 000 millones de personas!)⁴

Cohen cita el trabajo de Ehrlich

Si la sociedad concentrara sus esfuerzos en mejorar la los sistemas de producción y distribución agrícola en todo el mundo, podríamos cultivar una cantidad de alimentos sustancialmente mayor de la que se cultiva en la actualidad, por un rato. Es improbable, sin embargo, que pudiéramos asegurar la alimentación de una población de diez mil o doce mil millones de personas indefinidamente. Pareciera que la población sostenible, en número adecuadamente menor que la capacidad máxima de la Tierra, sería bastante menor a los cinco mil quinientos millones de personas que viven actualmente. Cuánto menor, depende parcialmente en cuán seriamente se ha degradado la capacidad de la Tierra debido al exceso poblacional actual [Ehrlich, p. 417].

⁴ Podemos sacar dos conclusiones inmediatas de estos datos. Una nos dice que la producción de alimentos era suficiente (apenas) para atender a la población mundial y que las desigualdades e injusticias que observamos se deben a el modo de producción y distribución desigual e injusto dentro del que vivimos; quizá un orden económico distinto disminuiría éstas. La otra conclusión inmediata es que quizá sea probable aumentar la producción de alimentos si aumenta la necesidad, es decir, la población. De nueva cuenta, en este orden económico el aumento de la población no implica un aumento en la “necesidad” económica.

Conclusiones y los programas de control de la natalidad

El problema de estimar la población humana máxima que puede soportar la Tierra es complejo y no tiene respuesta única. No sabemos con certeza ni siquiera definir el problema, y mucho menos disponemos de una respuesta confiable. Pero podemos afirmar que es muy improbable que las estimaciones aproximadas que hemos reseñado estén completamente equivocadas. Quizá la conclusión más importante de estas estimaciones sea que, siguiendo métodos muy distintos, la mayoría de ellas llega a números similares.⁵ No importa si la capacidad de la Tierra alcanza para alimentar a ocho mil millones de seres humanos o a veinticinco mil millones; lo importante es que, con tasas de crecimiento similares a la actual, alcanzaremos ese límite en un futuro muy cercano. Es una firme conclusión la de que estamos adentrándonos en la zona límite para la población mundial que puede vivir en nuestro planeta.

La tasa de crecimiento de la población mundial alcanzó un máximo histórico de 2.1% anual alrededor de 1965. Desde entonces, ha disminuido hasta llegar a la tasa actual de 1.6% anual. De acuerdo con el modelo de la transición demográfica, para 1965 el crecimiento correspondía al segundo estado de la transición (alta tasa de natalidad y baja tasa de mortalidad); mientras que ahora estamos más cerca del tercer estado (menor tasa de natalidad y baja tasa de mortalidad). El control de la natalidad se ha extendido de manera importante en la población mundial. Sin embargo, la tasa actual de crecimiento poblacional es aún muy grande. Como mencionamos, esta tasa implica la duplicación de la población mundial en un plazo de 44 años; y, según nuestra conclusión plausible de que la población mundial máxima está entre ocho y veinte mil millones de personas, podemos llegar a la conclusión general de que es inevitable la disminución abrupta de la tasa de crecimiento poblacional. Los mecanismos extremos que nos pueden llevar a esta reducción —insisto, inevitable— son, por un lado, la imposición drástica de programas centrales (de los gobiernos de todos los países o, peor aún, de los gobiernos de unos pocos países) y, por el otro, del choque con los límites naturales del planeta. Ninguno de estos dos extremos puede ser deseable para nadie. En medio de estos extremos, está la

⁵ Consideramos similares números que difieren por un factor de tres o cuatro.

posibilidad de arribar a esta reducción de la tasa de crecimiento poblacional mediante la acción racional, gradual, democrática y persuasiva. Para lograrlo Cohen, propone los siguientes requisitos indispensables:

- La difusión y promoción de los métodos anticonceptivos.
- El desarrollo de la economía en todos los países.
- La atención y el cuidado de los infantes.
- La ampliación de las oportunidades (*empowerment*) de las mujeres.
- La educación de los varones.
- Y todo lo anterior.

Cohen resume su estudio en la siguiente parábola:

Un gran camión sale de un pequeño pueblo, llamado Aquí, a una bella ciudad llamada Allá. La ciudad de Allá se encuentra del otro lado de una cordillera. La ruta que lleva de Aquí a Allá tiene riesgo de deslaves, puentes helados y una persistente niebla. Sin embargo, se puede recorrer con seguridad siempre y cuando el camión viaje con lentitud conmensurable con la carga que lleva. Entre más pesada ésta, menor es la máxima velocidad con que se pueden tomar las cerradas curvas del camino.

El camión es la Tierra, su carga, la población humana. La probabilidad de un accidente serio depende de la carga que transporte el camión, de la velocidad a la que viaja, de qué tan bien sujeta vaya la carga y de los peligros que se encuentran en el camino.

Desde luego, esta imagen es imperfecta porque la carga, la población humana, pone miles de millones de manos en el volante, miles de millones de pies en el acelerador y miles de millones de pies en el freno. La gente influye en los cambios que ocurren, pero cada cambio interactúa con leyes físicas, químicas y biológicas aún ocultas por la niebla del camino, así como interactúa con respuestas económicas, sociales, políticas y culturales que son aún menos conocidas. El tiempo necesario para efectuar cualquier transición restringe todos los aspectos de la población máxima posible.

El crecimiento de la población y el aumento en los efectos ambientales que la existencia de cada persona provoca, otorgan cada vez menos tiempo a las comunidades actuales para ajustarse social, económica y tecnológicamente. En Norteamérica, en el término de una vida humana, la mayor parte de los recursos petroleros fácilmente accesibles han sido consumidos. En África, una décima parte de los recursos forestales se agotaron entre 1980 y 1990. En una década de pesca en gran escala en el Antártico la población de peces disminuyó alarmantemente...

Encuentro absolutamente convincente la llamada a la acción que encierra el estudio demográfico de Cohen. Si algo podemos asegurar es que entre más cuidadoso sea nuestro viaje, mejores posibilidades tendremos de seguir avanzando.