

# Teoría de la población

Por

FRANCISCO JAVIER QUESADA SANCHEZ

Profesor de la Universidad Autónoma de Madrid

Podemos definir la población como el conjunto de seres vivos de una misma especie no necesariamente organizados. También se podrá definir la población como la acción y efecto de poblar, considerando la acción de poblar al hecho de ocupar esos seres un sitio para habitar y vivir.

Si limitamos el concepto de población a los seres humanos, diremos que es el conjunto de personas existentes en un lugar y en un momento determinado. Al hablar de población referido a seres humanos, se puede establecer las siguientes características, desprendidas del propio concepto:

- a) Al hombre le es necesario para el desarrollo de su propia vida un lugar o un espacio, dependiendo de éste su existencia.
- b) El estudio de la población vendrá referido siempre a un tiempo determinado, ya que el tiempo es causa modificativa de la población.
- c) La población es un conjunto numerable, por lo que es factible aplicar la estadística para su estudio.

El objeto de este trabajo es el estudio de la población considerada como un fenómeno observacional, en principio, con el fin de obtener un cúmulo de conocimientos suficientes que nos sirva para proyectar la información adquirida hacia el futuro. Al ser un fenómeno observacional, la población depende de un conjunto de factores actuales que incidirán en la población existente en el futuro. Como es complejo tratar estos factores en su conjunto, se intentará desglosar un número suficientemente representativo de factores, de tal manera que cada uno de ellos tenga incidencia en el resto, y posteriormente agregaremos los factores estudiados.

La población, por sí misma, tiene un límite que no es posible traspasar, dependiente de aquellos factores externos que tengan una incidencia significativa en el ritmo de evolución de la población. Una vez encontrado un

límite poblacional, a través de una función de población que se ajuste a la tendencia pasada, podríamos proyectar en el futuro dicha función y encontrar su límite, en donde no es posible modificar su trayectoria, a no ser que existan causas externas aleatorias que hagan pensar en un cambio de la tendencia en la función poblacional.

## ANTECEDENTES

La mente humana, con el deseo de cuantificar cualquier cosa que ve, observa la evolución de la población a lo largo de la Historia; su primera búsqueda es encontrar su origen. Ya en la época griega consideran la población óptima vinculada con la ciudad-estado, como un conjunto de personas organizadas para bastarse a sí mismas. Esta relación de dependencia entre población y ciudad-estado es excesivamente conoectiva; sería válida en situaciones en que el comportamiento de cada persona, en el terreno de la procreación, afecte de manera directa y peligrosa a la población total.

Los romanos consideraban a la población ligada a un terreno para obtener de él aquellos alimentos que precisaban para su existencia. Como vemos, el vínculo hombre-espacio se mantiene tanto para los griegos como para los romanos.

El cristianismo consideraba a la población como un problema ético-moral, no dependiente de algo externo, como el terreno, ni de cada individuo. Abogan por el crecimiento demográfico, coaccionando al individuo, sometién-dole a sus dictados, y les fuerza a aceptar las distintas doctrinas que sobre este tema ha ido emitiendo la Iglesia.

Los musulmanes, por su parte, son favorables a un alto crecimiento demográfico de forma similar a los cristianos, pero algo menos coactivamente. Abenjaldun, autor del siglo XIV, considera que un alto nivel de población permite una mayor división del trabajo, una mayor utilización de recursos naturales, seguridad militar y política. Considera que los períodos de prosperidad y decadencia son cíclicos y se producen paralelamente a las fluctuaciones económicas.

El año 1793 tiene importancia por ser el año que se publicó el *Primer ensayo sobre la población*, de Thomas R. Malthus. Enmarcando su obra en el tiempo, vemos que era la época de la Revolución francesa. Malthus considera que la humanidad ha llegado al borde de un período en el que han de producirse importantísimos cambios que serán decisivos para el destino de la sociedad humana. Así, el hombre tiene dos alternativas posibles: seguir adelante hacia mejoras ilimitadas o ser condenado a una permanente oscilación. Malthus lo llama felicidad o infortunio. Este problema se puede plantear desde distintos puntos de vista y no parece de inmediato su posible solución. Cualquier cosa que se afirme puede ser discutible, y si es demostrable, en-

tonces podremos razonar sobre ello; según nuestra información, tendremos a través de nuestro razonamiento una percepción del hecho en sí mismo. Los principios que sienta Malthus son:

a) La necesidad del alimento para el hombre: Establece un estudio intuitivo entre el ofrecimiento de la población y el posible aumento de los alimentos. La población, dice, crece de forma geométrica, mientras que los alimentos tan sólo en progresión aritmética. Por otro lado, considera que las fuerzas de la naturaleza se mantienen constantemente niveladas: ni con una fantástica planificación agrícola podrá el hombre salvar esta dificultad.

b) La consideración del vicio como un factor integrado: Si el Estado dejase con mayor libertad la consecución de matrimonios a edad más temprana, la facilidad de su nulidad sería causa que motivase un peligro para el resto de la humanidad.

La vida humana podrá alargarse, aunque depende muy directamente de la alimentación, el clima, las costumbres, etc. Por lo que resulta muy difícil definir cuál va a ser el comportamiento del hombre en el futuro, por lo que el fenómeno de la duración de la vida humana es un fenómeno aleatorio. No podemos, por tanto, llegar hasta el final, ya que el progreso es limitado y, por tanto, finito. Por lo que no podremos afirmar si el final está próximo, pero podríamos decir, sin embargo, sin ser desmentidos por las luchas futuras, que manteniéndonos en la forma progresiva actual estaremos cerca del fin. Por tanto, ¿cómo avanzar y de dónde razonar sino del saber previo?

## EVOLUCION DE LA POBLACION

Los primeros 1.000 millones de habitantes se alcanzaron en 1810; los siguientes 1.000 se alcanzaron después de ciento quince años, en 1925. En el año 1960 se llegó a 3.000 millones, es decir, en sólo treinta y cinco años más tarde. En la actualidad sobrepasamos los 4.000 millones. En 1993 se estima en 5.000 millones de seres que habiten la tierra, para alcanzar los 6.000 seis o siete años más tarde. Estas cifras no deben ser utilizadas en un análisis de la demografía, ya que ésta puede variar con los años y de unas zonas a otras, por lo que es necesario introducir unas tasas que nos midan el porcentaje de mortalidad y de natalidad en una época determinada. Evidentemente, a lo largo de los siglos XV y XVI la tasa de mortalidad era de un 35 a un 45 por 100 y la esperanza de vida desde el nacimiento variaba de veinticinco a treinta y cinco años. A partir del siglo XIX la tasa de mortalidad fue mejorando, debido en principio a las mejoras de la agricultura, higiene y mejoras de vida en general. A partir de ahí, el índice de natalidad empezó a reducirse, llegando a una tasa mínima y máxima, respectivamente, en la actualidad.

Veamos, por consiguiente, de qué depende la capacidad reproductora de la raza humana: depende fundamentalmente de la función de fertilidad, entendiéndose por fertilidad la descendencia efectiva nacida.

La fecundidad es la probabilidad matemática de que una mujer cohabitando con un hombre dotado de plenas facultades, sin restringir la concepción por ningún medio, conciba durante un determinado ciclo mensual.

## FRECUCENCIA COITIVA Y FECUNDIDAD

Frecuencia coitiva por ciclo mensual	Fecundidad	Porcentaje de las que concebirán dentro de los cinco primeros años
Menos de 8 .....	0,01	29
De 10 a 12 .....	0,034	46
De 12 a 16 .....	0,180	52
Más de 20 .....	0,206	83

*Steix Notesteis.*

## MORTALIDAD INTRAUTERINA

*Relación entre muerte intrauterina y nacidos vivos*

Menos de 20 años	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
0,357	0,258	0,323	0,395	0,672	0,873

*Comentario a estas últimas tablas*

1. La fecundidad es más alta en los primeros embarazos.
2. La fecundidad es más alta en el caso de matrimonio que utilizaba anticonceptivos, abandonándolos para tener un hijo.
3. Las personas más fecundas tal vez son las que recurren a los anticonceptivos. Constituyen una muestra muy sesgada.
4. De todas formas, depende de la frecuencia del coito. En la mujer son 13 veces al año.
5. Del 16 por 100 de los abortos, corresponden el 13 por 100 a abortos deliberados. Las menos muertes intrauterinas corresponden entre los veinticuatro años y veinticinco-veintinueve de la edad materna. Asimismo para los niños lactantes.

Los partos calculados por año lo muestra la tabla siguiente, siendo el promedio sin restricciones de 0,433 (*Steix Notesteis*).

EDAD DE LA MADRE

	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
Fecundidad .....	0,16	0,52	0,747	0,439	0,39	0,33	0,28
Nacidos vivos por años de matrimonio ...	0,471	0,474	0,463	0,441	0,420	0,392	0,371

Si no existiera mortandad fetal, el promedio sería 0,492. La fecundidad es casi constante a lo largo de una amplia escala de edades. Pero esto es sólo correcto cuando nos referimos a promedios estadísticos y se han eliminado a las personas infecundas.

La fecundabilidad viene expresada por la fórmula III de Pearson:  $f(E) = (ak/K) e^{aE} E^{k-1}$ , siendo  $E$  = fecundidad.

Para mantener constante una población en condiciones mínimas de supervivencia es necesario:

- a) Fertilidad total alta.
- b) Matrimonios tempranos.

La tasa de reproducción neta nos da la medida en que la población se reemplaza a sí misma, aumenta o disminuye a lo largo de una generación media. La longitud media de una generación depende del modo en que estén distribuidas las fertilidades específicas.

Recordando lo que nos dijo R. Malthus sobre el crecimiento de la población y la supervivencia: "Es una ley de la Naturaleza que todas las poblaciones, en todo tiempo y lugar, tienden a entenderse hasta alcanzar los límites de subsistencia; después de ello se encuentran constreñidos por el vicio y la miseria."

En la actualidad, la tasa de crecimiento es del 2 por 100 anual. La tasa de crecimiento en los tiempos remotos era de un 0,04 anual. Si pensamos que el hombre apareció hace un millón de años, no concuerda esa tasa de crecimiento; al no llegar a una conclusión, podremos decir que la población ha sido mermada por las guerras, peste, etc.

## Analicemos el tamaño de Alemania entre 1939 y 1962:

	MATRIMONIOS REALIZADOS ENTRE	
	1915-19	1940-45
Independiente, agricultura .....	3,34	2,59
Independiente, otros .....	2,10	2,86
Empleados en el Estado .....	2,08	2,05
Empleados en empresas privadas .....	1,85	1,83
Trabajos manuales, agricultura .....	2,68	2,02
Otros .....	2,55	1,98
<b>MEDIA</b> .....	<b>2,44</b>	<b>2,055</b>

ONU, 1977.

Estas columnas son poco representativas, ya que se han tomado las más desfavorables. Existe una disminución de 0,40 desde 1905 hasta 1915. Entre 1920-25 la disminución aumenta debido a la guerra mundial. En 1940, aunque disminuye, es algo más suave. En los años siguientes la disminución se hace mucho más fuerte, alcanzando en 1962 un índice total medio de 1,56.

Tiene especial mención un estudio efectuado por Stevenson en Inglaterra y País de Gales. Entre los años 1850 y 1906 la tasa de crecimiento pasa en el período anterior a 1851 en los mineros de 9,13 a profesionales libres y negocios en el mismo período de 6,65. Igualmente, para los años comprendidos entre 1901 y 1906, entre los mineros, la fertilidad total en Inglaterra y País de Gales era de 4,26 y para aquellos profesionales libres y de negocios, de sólo 2,52.

Kisser hizo un estudio similar para la región central de los Estados Unidos.

	1900	1910	1940	1950
Obreros agrícolas .....	—	3,78	2,83	2,66
Propietarios rurales .....	3,75	3,45	2,80	2,56
Arrendatarios rurales .....	4,47	3,09	2,33	2,30
Obreros no especializados .....	4,22	2,92	2,10	2,16
Trabajadores manuales especializados.	3,23	2,50	2,71	1,96
Hombres de negocios .....	2,58	2,24	1,65	1,94
Profesionales libres .....	2,45	2,29	1,64	1,87
	3,45	3,13	2,18	2,20

Observando estas tablas y otras realizadas en casi todos los países industrializados, las consecuencias obtenidas son similares.

En las grandes ciudades disminuye la tasa de fertilidad y en los ambientes rurales aumenta. Asimismo, podemos decir que la fertilidad depende de la religión y la política. Como ejemplo es Irlanda, donde la fertilidad es mayor para los católicos que para los protestantes.

Ya en el siglo XIV Ibn Khaldun dice que "el hombre unido a otro produce más del doble que si éstos trabajasen independientemente"; generalizando esta idea a un número de personas, afirma que "puede ser mayor que las necesidades de esas personas". Si existe un crecimiento de población, es detenido no por la escasez de alimentos, sino por la decadencia de la civilización, bien por los excesos, los lujos y sus vicios.

William Petty (1661) afirma que en Holanda existe una gran densidad de población y es ésta la que mantiene una actividad tan alta que hace que este país sea una de las fuertes naciones del mundo. En resumen, las ventajas de las economías de escala.

A. Young (1920-29) estableció la teoría de los crecimientos crecientes. Tanto los economistas como los políticos buscan fórmulas para obtener economías de escala. Young afirmó que las economías de escala a menudo no eran internas, sino externas. Recordemos el caso de la Ford cuando intentó construir todas sus piezas de automóviles: no era tan ventajosa como el hecho de acudir al mercado con algunas de las piezas. Esto, en principio, fue debido a la especialización y, por otro lado, a la coexistencia de empresas individuales pequeñas. Afirmó también que un país industrial podría beneficiarse del crecimiento de la población.

Hegen, en 1953, dijo que era necesario menos capital en poblaciones altas, a igual de las demás circunstancias, para una unidad de producto de los países escasamente poblados. "Una tasa alta de población absorbe los posibles errores de la inversión."

Sauvy, en 1939, dijo que, aumentando la población, los costes fijos per cápita disminuirían. Llegando a afirmar que el crecimiento de la población llegó a estabilizar el valor del papel moneda.

Nos queda por tratar el comportamiento de los países socialistas frente al crecimiento de la población. Así, Boris Ulanis nos resume el comportamiento en los países socialistas desde el punto de vista económico: "Hay dos posturas al hablar del crecimiento de la población: por una parte, la necesidad de aumentar el índice de natalidad, y por otra, la necesidad de reducción. Depende de los países una postura o la otra. En la URSS y países socialistas existen medidas de estímulo de natalidad. Un ejemplo podría ser Checoslovaquia, que en sólo cinco años ha aumentado su población en más de un tercio. Pero no todos los países se encuentran en las mismas circunstancias. El control de la natalidad es un logro de la inteligencia humana y su importancia equivale a la del descubrimiento del fuego, de la imprenta, etc.

Según Rabindranath Tagore, "el movimiento en pro del control de la natalidad es un gran movimiento".

En el *Anuario estadístico de la ONU* del año 1976 se ha fijado la población mundial en 3.967 millones de seres. Hoy, y tras añadir la población calculada según los índices, se cifra en 4.240 millones.

Cada año se piensa que la población aumenta en 77 millones de personas, esto es, crece a un índice medio del 1,9 por 100 anual. Esto quiere decir que dentro de treinta y siete años, si las trayectorias demográficas son las mismas, el mundo habrá duplicado su población, es decir, 8.000 millones de habitantes.

La distribución de la población no es uniforme, sino que varía de unas regiones del mundo a otras. Así, los índices de natalidad más altos del mundo se dan en ocho países africanos, en primer lugar Senegal y Nigeria con 55 nacimientos por cada 1.000 habitantes, seguidos de Zambia. Los índices más bajos se encuentran en: Austria, 2,3/1.000; Bélgica, 12,7, y Estados Unidos, 14,7. No debe confundirse el índice de natalidad con el índice de crecimiento de la población. El primero viene marcado por el volumen global de incremento de la población (expuesto anteriormente). Esto empieza a ocurrir en Europa.

Según el *Anuario*, el mayor índice de crecimiento corresponde a Kuwait con 3,3, seguido de la República Dominicana, México, Honduras, Siria, Líbano, Tailandia, Paraguay y Jordania. Los índices más bajos corresponden a Finlandia, República Federal Alemana y Alemania Oriental.

La densidad total del mundo es de 29 habitantes por kilómetro cuadrado, dándose desigualdades tremendas.

Hay 1.987 millones de hombres y siete millones menos de mujeres. Más de la mitad de la población mundial (2.254 millones) vive en Asia, con una densidad de 82 habitantes/kilómetro cuadrado. Las demás zonas del mundo están ordenadas:

Europa: 437 millones de habitantes, equivalentes al 11,9 por 100 de la población mundial, con una densidad de 96 habitantes/kilómetro cuadrado.

Africa: 401 millones, 10,1 por 100, 13 habitantes/kilómetro cuadrado.

Iberoamérica: 324 millones, 6,4 por 100, 11 habitantes/kilómetro cuadrado.

URSS: 255 millones, 8,2 por 100, 16 habitantes/kilómetro cuadrado.

América del Norte: 237 millones, 6 por 100, 22 habitantes/kilómetro cuadrado.

Oceanía: 21,3 millones, 0,5 por 100, 6 habitantes/kilómetro cuadrado.

Las naciones más pobladas del mundo son China,  $9,38 \times 803.000$  habitantes, y la siguen India, URSS, Estados Unidos, Indonesia, Japón, Brasil, Bangla Desh (que tiene la mayor densidad de habitantes del mundo con 533 habitantes/kilómetro cuadrado), Pakistán, Nigeria, República Federal Alemana, México, Inglaterra, Italia, Francia, Filipinas, Tailandia, Turquía, Egipto, España, Polonia...



## TEORIA DE LA POBLACION

Con respecto a la población se han elaborado hipótesis y desarrollado teorías, intentando explicar el comportamiento de la población con expresiones matemáticas sencillas en cada una de ellas.

En la búsqueda del límite de la población analizaremos someramente algunas de estas teorías, entre otras: teoría geométrica, logística, periodística y cíclica, y las de carácter cualitativo.

Sabemos *a priori* que la población depende de unos factores externos y otros internos. Según el peso de cada factor surge una hipótesis diferente. En ella estableceremos un nivel de significación. Si al ser contrastada con la realidad está dentro de este nivel, aceptaremos la hipótesis y daremos por buena la teoría; si no está dentro, la rechazaremos.

Los factores externos de los que depende la población son aleatorios. Los factores internos es posible conocerlos, pero no sabemos en qué medida intervienen, siendo por ello también aleatorios.

Para el estudio de los factores estableceremos una hipótesis sobre la población en función del comportamiento de los factores externos e internos.

En principio, consideremos que la evolución de la población se mantiene en equilibrio, es decir, los factores externos e internos permanecen constantes. Hay varios casos posibles:

1. Si la capacidad reproductora es negativa: En su límite, la población está condenada a extinguirse. Ni tan siquiera es posible salvarla aunque la cambiásemos de ambiente. Es el caso de los factores internos desfavorables. No es el caso de la población humana.

2. Cuando la capacidad reproductora sea positiva, pero el crecimiento efectivo resulte negativo: Es causa de factores externos desfavorables. En el supuesto de los pueblos primitivos con capacidad reproductora alta, pero condiciones ambientales muy adversas en la actualidad, no es aceptable este modelo para el conjunto de la población, aunque lo sea para pueblos primitivos existentes actualmente en la tierra.

3. Cuando la capacidad reproductora sea positiva, pero el crecimiento efectivo absorba justamente los factores externos, en tanto la evolución de la población permanece en equilibrio. Puede darse en la realidad en algún momento dado, pero evolucionará en poco tiempo hacia el apartado 2 ó 4.

4. Cuando la capacidad reproductora sea positiva y el crecimiento efectivo también sea positivo, siendo la evolución de la población creciente. Por tanto, sobre él nos basaremos en sucesivas hipótesis.

## TEORÍA GEOMÉTRICA

Elaborada por R. Malthus. El crecimiento positivo de la población deberá ser en progresión geométrica hasta el límite marcado por la subsistencia. Existen frenos a la población, pero éstos no intervienen antes que se alcance el límite de las subsistencias, creciendo éstas en progresión aritmética.

La concepción de la evolución de la población, para Malthus, es estática. Identifica el coeficiente de crecimiento con la capacidad reproductora, admitiendo que esta relación es igual para todas las naciones. Al observar que no se cumple en la realidad, afirma el autor que "todas las naciones no tienen las mismas condiciones ambientales, dependiendo éstas de la cantidad de subsistencia".

Es evidente que la capacidad reproductora puede variar de unas a otras naciones, como varían las condiciones externas. Además de las variaciones de factores internos.

Rechazamos la teoría geométrica por no adaptarse a la realidad por las causas siguientes:

- Es estática.
- Pasa de lo particular a lo general sin hacer modificaciones en el modelo.
- El freno depende exclusivamente del nivel de subsistencia, y sólo el freno se considera como tal cuando no pueda la población ser alimentada.

## TEORÍA LOGÍSTICA

Elaborada por Verhulst. La subsistencia y otros obstáculos del crecimiento de la población no ejercen la función de límite que les atribuía Malthus, sino que hacen retardar el incremento de la población a medida que éste se acerca al límite de la subsistencia. Esto sólo se da a partir de un cierto nivel de población. Este nivel se alcanzaría cuando estuvieran cultivadas todas las tierras fértiles. A partir de este punto la población aumenta en progresión geométrica, pero a un ritmo cada vez más lento. En el límite, el coeficiente de crecimiento sería nulo, siguiendo la curva logística. Aunque en realidad, antes de llegar al punto de población normal, llevaría a una curva exponencial, pasando después a una logística. Verhulst considera a la población como concepción dinámica.

Cuando la población llega a un punto máximo no es que se paralice en ese punto, sino que los factores externos e internos hacen modificar ese punto máximo llamándole punto estacionario, estable en su aspecto dinámico.

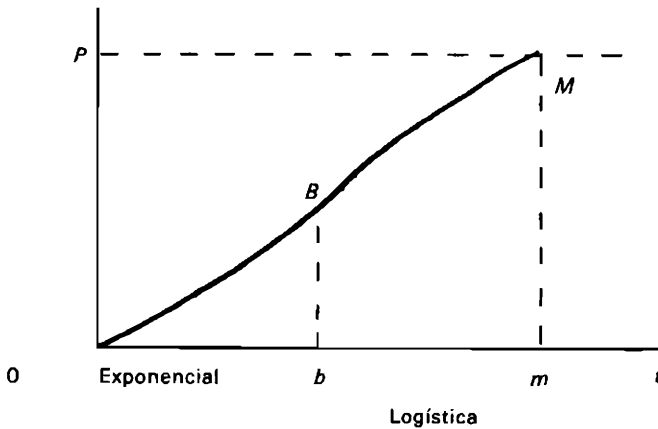
El incremento de la población se debe a determinadas causas, que Verhulst clasifica en tres clases:

a) Causas constantes son aquellas que ejercen una acción constante sobre el crecimiento de la población. Sería la fecundidad propia de la población considerada, fertilidad del terreno, costumbres, etc. Cuando la población está sometida a estas causas constantes, el crecimiento de ésta será en progresión geométrica.

b) Causas variables, no accidentales. Consiste en las dificultades que tiene la población en encontrar alimentos, ya que han sido ocupados los terrenos fértiles.

c) Causas accidentales. No las trató e indicó sin más su acción perturbadora. Va en relación inversa a la perfección de la civilización.

Considera población normal al nivel que alcanza la población en un punto, y después de él se mantiene constante.



*Críticas de la teoría de Verhulst*

1. No necesariamente se alcanza el equilibrio estacionario en el límite.
2. No se adapta a la realidad. Se puede llegar al equilibrio estacionario si no cambian los factores externos e internos.
3. Parece que el retraso resulta provisional a la diferencia entre el nivel alcanzado y la llamada población normal.
4. La población crece con coeficiente constante hasta que llega al nivel que él considera normal.
5. Parte de una curva de crecimiento continua, adaptándola a la realidad; vemos que esto no se cumple. Será una curva continua, pero para una periodicidad determinada.
6. En el desarrollo de la población hay un punto llamado dinámico donde el crecimiento resulta máximo y antes o después disminuirá. Esto es

relativo: depende de otros factores, no de factores internos únicamente. Hay que considerar que a un nivel bajo de población humana, el crecimiento de ésta ha sido muy limitado y dependiente de factores externos.

7. Considera a un Estado aislado, sin considerar el intercambio entre naciones, el grado de industrialización, número de habitantes de un país, etcétera. Sin considerar los datos de la población en el aspecto cualitativo.

### TEORÍA PERIÓDICA

Es atribuida a Carlos Darwin. Parte de la consideración recíproca de las especies, una devoradora y otra devorada. La propagación de la especie devoradora termina la reducción de la otra, pero a su vez detiene la propagación de la primera, determinando una progresión que aprovecha la segunda especie para propagarse de nuevo. Así hace que la primera especie renazca nuevamente. Esta teoría tan sencilla es un paso anterior a la teoría cíclica.

### TEORÍA CÍCLICA

El autor de esta teoría es Conrado Gini. Se comprueba a lo largo de la Historia que la población ha ido creciendo, pero no al límite de subsistencia, como afirmaban las teorías anteriores, sino a un ritmo mucho menor. Para Gini, no toda la población existente genera población: una parte muere antes de contraer matrimonio, otra no tiene descendencia y otra, por último, crea descendencia. Esta última está directamente relacionada con las clases sociales.

- a) Clase alta: Bajo índice de descendientes.
- b) Clase media: Mayor índice de descendencia.
- c) Clase baja: La que más genera descendientes.

A estos factores Gini los denomina biológicos, y establece que la familia está influida por niveles económicos y psicológicos.

Nos habla de la muerte de las naciones, haciendo un estudio sobre las razas actuales, su procedencia, sus características y el nacimiento de nuevas razas y, por tanto, de nuevos caracteres. En la actualidad las razas van fusionándose entre sí, naciendo otras nuevas. En un futuro no muy lejano existirá una raza mayoritaria, fusión de todas las actuales. Pudiéndose predecir sus rasgos físicos, ya que no sería más que sumar todos los caracteres dominantes.

Cabe hablar de dos teorías sobre las migraciones:

- a) La americana: Afirma que no aumenta ni disminuye la población por las migraciones. Las causas son sociales, económicas, climatológicas, etcétera. Benjamín Franklin está de acuerdo con la postura anterior, salvo

que las condiciones de los emigrados o inmigrados sean similares a la población indígena tanto en cuanto a la capacidad de producción como a la capacidad de consumo. Las corrientes migratorias van de Europa a América y dependen más de las condiciones del mercado americano que de la situación europea.

b) La europea: Considera que la inmigración acrecienta la población del país que la recibe, así como la emigración disminuye la del país que la alimenta. Justo la contraria a la teoría americana. La divergencia entre ello se puede explicar por el hecho de que ésta considera los efectos inmediatos de los movimientos migratorios y, en cambio, la americana estudia sus efectos definitivos. En Europa existen migraciones interiores elevadas, debido bien a factores naturales, bien a factores sociales, en mayor medida que en América, con problemas a corto plazo que influyen directamente en factores económico-sociales.

Gini, en su estudio de la población, hace referencia a su envejecimiento, considerándolo como un problema demográfico y económico debido a que los gastos crecen más que proporcionalmente al envejecimiento de la población. Además, lo considera como un problema social. Observando el conjunto de la población, estima la edad productiva de los quince años a los sesenta, que equivale aproximadamente al 50 por 100 de la población activa total. Con ello podemos decir que la vejez es una época de la vida no productiva, generando gasto a la sociedad; en cambio, en la niñez o época anterior a la productiva, del gasto que se realice depende su formación y productividad en la época activa.

Nuestra postura es encontrar una teoría que se adapte a la realidad para establecer hipótesis que nos lleven a la predicción del límite de la población. La población, como dijimos en el comienzo de este capítulo, depende de factores externos, siendo ambos aleatorios.

¿De qué cantidad de información disponemos?

Deseamos establecer una hipótesis  $H$ :

$$\begin{pmatrix} H_1 \\ H_2 \\ \vdots \\ H_n \end{pmatrix}$$

Expresión paramétrica del conjunto de las hipótesis.

$H$  = Conjunto de valores posibles.

$X$  = Conjunto de posibles valores de  $X$ .

$$I_x = I_g \frac{P(H/X)}{P(H)}$$

Expresándolo a través de los parámetros:

$$I_x = I_g \frac{P(\theta/X)}{P(\theta)}$$

Cantidad de información es el valor medio que corresponde a los posibles valores de  $X$  y de  $\theta$ .

$$I_0 = \int_{x_n H} I_g \frac{P(\theta/X)}{P(H)} f(X\theta) dx d\theta$$

$$I_0 = \int_{x_n H} I_x P(\theta/X) f(X\theta) dx d\theta - I_g P(\theta) f(X\theta) dx d\theta = \\ = \int_{x_n H} I_g P(\theta/X) P(\theta/X) P(X) dx d\theta - I_x P(\theta) P(\theta) \cdot P(X\theta) dx d\theta$$

$$I_0 = P(H) dx \int_H I_x P(\theta/X) P(\theta/X) d\theta - \int_H I_x P(\theta) P(\theta) d\theta \cdot P(X\theta) dx$$

función distribución.

Al ser la función de entropía:

$$H[P(X)] = - \int P(X) \lg P(X) dx$$

Entropía, valor medio de la entropía.

La probabilidad *a priori* sería:

$$I_0 = H[M(\theta)] - E_x[H\{M(\theta/X)\}]$$

Definimos la mínima información con la máxima entropía respecto a la probabilidad *a priori* del lím  $I_0$ .

El máximo de la función de entropía cuando tenemos mínima información corresponde a la distribución uniforme, siendo la distribución *a priori*  $M(\theta)$ .

Mínima información:  $I_0 \Rightarrow 0$ .

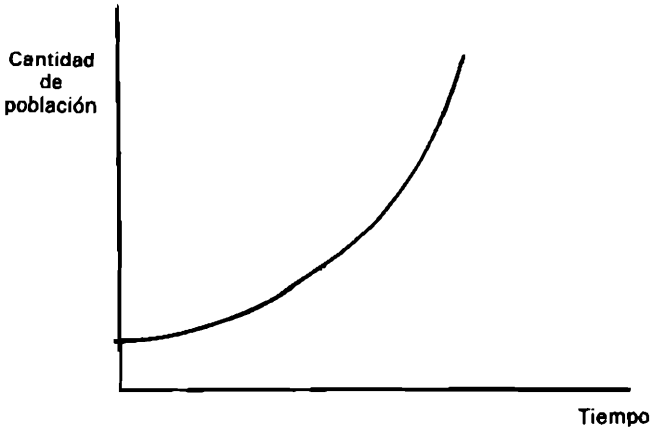
$$H(\theta) = E_x[H(\theta/X)]$$

La entropía es proporcional al valor medio de la entropía condicionada.

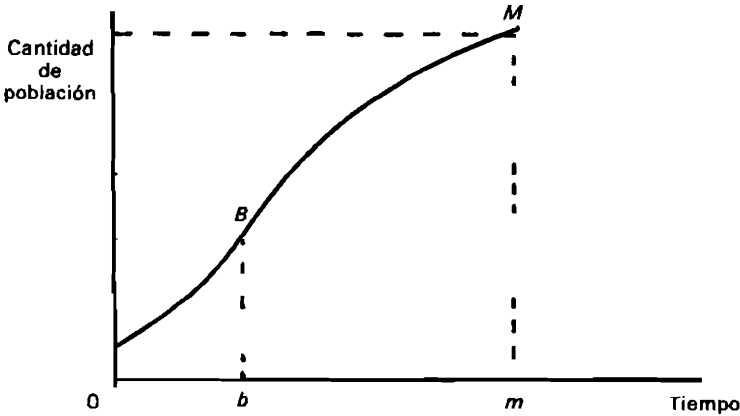
Podríamos comparar las teorías expuestas anteriormente con el conocimiento que podamos tener respecto de la población, tomando una función media que nos recoja el concepto de mínima información (información nula) a través del nivel de significación. Rechazando aquellos valores que quedan fuera de ese nivel de significación establecido anteriormente. Con ello medimos el grado de dispersión a través de la varianza.

Una vez establecido todo ello, podríamos aventurarnos a realizar una predicción en el tiempo. Este intervalo de tiempo no es considerado como variable bidimensional, como posteriormente veremos.

Para Malthus, la función de evolución de la población media es de carácter exponencial.



Para Velthus, es una función compuesta por una exponencial hasta cierto punto y una logística hasta un nivel máximo.



Para Gini, la función de población no llegará hasta su nivel máximo de población, sino que en ese nivel fluctuará por encima o por debajo.

Dando un paso más adelante podemos medir esa fluctuación en las proximidades del nivel máximo de población a través del intervalo de confianza.

Si consideramos el conjunto de variables de observaciones:

$$y \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \Delta \alpha + \epsilon \qquad \alpha \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix}$$

$A =$  Matriz formada  $\begin{pmatrix} 1 & X_1 - \bar{X} \\ 1 & X_2 - \bar{X} \\ \dots & \dots \\ 1 & X_n - \bar{X} \end{pmatrix}$  siendo  $\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$

$y_1 = \alpha_1 + \alpha_2 (X_1 - \bar{X}) \epsilon_1$   
 $y_2 = \alpha_1 + \alpha_2 (X_2 - \bar{X}) \epsilon_2$   
 $\dots$   
 $y_n = \alpha_1 + \alpha_2 (X_n - \bar{X}) \epsilon_n$

Nos interesa conocer  $\alpha_1 + \alpha_2 (X - \bar{X})$

Las estimaciones de  $a = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$   $a_1 = \frac{\sum y_i}{n}$  ;  $a_2 = \frac{\sum y_i (X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$

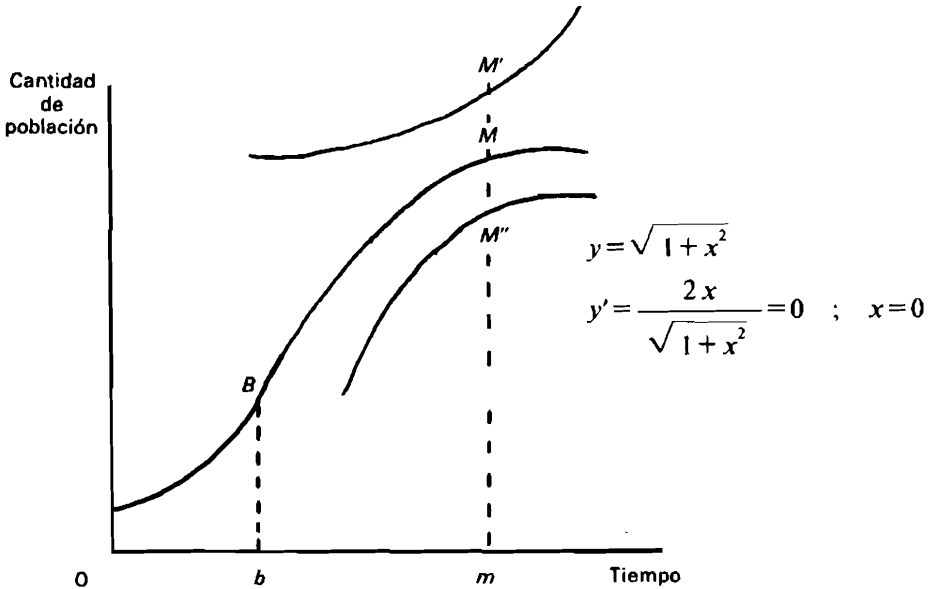
El modelo estimado sería  $\bar{y} + \frac{\sum y_i (X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \cdot (X_i - \bar{X})$

El intervalo de confianza:

$$\bar{y} + \frac{\sum y_i (X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} (X - \bar{X}) - t\epsilon \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{[\sum (X_i - \bar{X})^2]}} < y <$$

$$< \bar{y} + \frac{\sum y_i (X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} (X - \bar{X}) + t\epsilon \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{[\sum (X_i - \bar{X})^2]}}$$

Tomando la función de la población e incorporando los últimos conceptos, tendremos una función de este tipo:





Por tanto, el nivel de confianza nos sirve para realizar una predicción en un intervalo de tiempo próximo al actual, ya que si la predicción la realizamos en un tiempo suficientemente distante al actual tendríamos un intervalo de confianza tan grande como nosotros quisiéramos, siendo la cantidad de población tan elevada como nosotros quisiéramos. También podríamos hacerlo extensivo a los recursos si aplicamos el nivel de confianza.

Como conclusión no podemos predecir el comportamiento de la población, así como el de los recursos, tecnología, etc., a muy largo plazo, pero, por el contrario, podremos establecer el comportamiento de la población y de aquellos factores necesarios para las exigencias de la misma, para que no afecte de manera importante a las necesidades existentes.

Al pensar en el límite de la población física y observar el comportamiento de la misma, el siguiente paso es predecir el futuro, según el comportamiento pasado de la población. Estimando que ésta se moverá en una curva exponencial. En otras palabras, nos basamos directamente en la teoría de Malthus.

¿Sería posible encontrar el límite de población física independientemente de la predicción, después de haber visto que ésta no nos sirve para un futuro más o menos lejano?

Hay autores que consideran que el planeta en el transcurso del tiempo adquirirá formas diferentes en sus movimientos sobre su propio eje y traslación en la elíptica. Entre esos cambios está la constante transformación de la masa de la tierra y la posibilidad de que continúe su aplastamiento por los polos, llegando al final a ser un disco plano donde no existirá vida. Pisando este mismo terreno de intuiciones, es muy probable que otros sucesos hayan ocurrido y la tierra esté para entonces transformada.

Según I. Asimov, el nivel del crecimiento mundial se mantiene a un nivel del 2 por 100. A este ritmo, el mundo tardará treinta y cinco años en duplicar su población actual. Por tanto, la actual población mundial, de 4.240 millones de seres, tardará setenta años en llegar a 17.000 millones y tardará diez años más para alcanzar 20.000 millones.

En tiempos de la revolución industrial se pensaba que el mundo tardaría unos doscientos cincuenta años en no producir alimentos para todos los habitantes del mundo. Hemos llegado a la actualidad y, según nuestros cálculos, quedan ochenta años. Pero antes que llegue este año se producirán cambios no previsibles, y así sucesivamente. ¿Hasta qué límite? Supongamos que igualamos el peso de la tierra al peso de la humanidad, con un peso medio de 60 kilogramos, queremos saber el número de habitantes, llegando a la cifra de  $10^{23}$  millones. Manteniendo el índice de crecimiento en un 2 por 100, se alcanzaría dentro de mil seiscientos años, o sea, en el año 3550. Ahora bien, podemos pensar en la Luna, Marte e incluso estrellas ahora no imaginables, pero en el año 6700 tendríamos ocupado todo el Universo.

Hay que contar la densidad de la población en 25 habitantes/kilómetro cuadrado aproximadamente. Si la población mundial se duplica, se reduce en 12,5 en treinta y cinco años. Manteniendo 18.600 habitantes/kilómetro cuadrado y poblando toda la tierra, incluyendo el océano, tardaríamos trescientos ochenta y cinco años. Alcanzándose en el año 2600 (18.600 habitantes, densidad media de Manhattan). Dos tercios de la población mundial se encuentran en manos de un treceavo de la superficie terrestre; 2.500 millones de seres humanos viven en 11 millones de kilómetros cuadrados.

Una vez fijado el límite de la población física, automáticamente aparece la predicción, siendo posible su fiabilidad, como dijimos anteriormente.

Desde luego, la población se encuentra relacionada directamente con el tiempo, pudiendo establecer:

$$\frac{dp}{dt} = KP(t) - HP^2 \quad P(t) = \text{Función de tiempo.}$$

Tampoco es posible olvidar, que si consiguiéramos un modelo o función de la población en el tiempo y su límite, tendríamos reflejada no sólo la evolución de la población en el tiempo pasado, sino además el futuro, con un grado de exactitud tal que los fenómenos que se presenten desde ahora tengan un comportamiento similar al modelo. Todo cambio sustancial será motivo del alejamiento de la fiabilidad del modelo.

#### BIBLIOGRAFIA

- CANDEL, Francisco: *Inmigrantes y trabajadores*.  
 CIPOLLA, Carlo: *Historia económica de la población mundial*.  
 CLARK, Colin: *Crecimiento demográfico y utilización del suelo*.  
 GERARD, H., y WUNSCH, G.: *Demografía*.  
 MALTHUS, Robert: *Primer ensayo de la población*.  
 — *Principio de economía política*.  
 MARTÍNEZ CORTIÑA, R., y SAMPEDRO, J. L.: *Estructura económica*.  
 ONU (varios números).  
 UNESCO (varios números).  
 VEGAS PÉREZ, A.: *Apuntes de la Facultad de Ciencias Económicas*, Madrid.