

Crecimiento Continuo v/s Recursos Finitos

*“La Mayor Debilidad de la Humanidad
es su Incomprensión por la Función
Exponencial”*

Basado en los trabajos del
Dr. Albert A. Bartlett
Profesor Emérito
Departamento de Física
Universidad de Colorado, Boulder

Hernán Bobadilla R.

eh1d3 – calentamiento global:
un análisis científico-humanista
semana 3 – primavera 2009

Indice

- ▶ Introducción: Función Exponencial
- ▶ Doubling Time
 - Ejemplos
 - Observaciones
- ▶ Crecimiento Continuo en Espacio Finito
 - Ejemplos
- ▶ “Fortaleza Mediante Agotamiento”
 - Ejemplos
- ▶ Discusión
- ▶ Conclusiones y Citas

Función Exponencial

¿Qué es?

Función Exponencial

Crecimiento sostenido

Función Exponencial

Aplicación temporal:

“El tiempo necesario para que un valor aumente en una cierta fracción fija, es constante”

Ejemplo: 5% (crecimiento)/año

Función Exponencial

Si toma un tiempo fijo crecer en un 5%
(crecimiento continuo ; función exponencial)

¿Qué toma más tiempo?

- ▶ Crecer en un 5%
- ▶ Crecer en un 100%



DOUBLING TIME



Doubling Time

Regla del 70.

$$T_2 = \frac{70}{[\% \text{ crecimiento / unidad de tiempo}]}$$

Ejemplo: $T_2 = \frac{70}{5[\% / \text{año}]} = 14[\text{años}]$



Ejemplos

uni>ersia
red de universidades, red de oportunidades

Crónica Chile

usuario:
contraseña:

Soy [Olvídate](#)

CHILE :: [home](#) >

Sábado :: 01 / 11 / 2008 02:32

SERVICIOS :: [CORREO](#) | [TIENDA](#) | [FOROS](#) | [TRADUCTOR](#) | [ENCUE](#)

Argentina	Brasil	Chile	Colombia	España	México	Perú	Portugal	Puerto Rico
03:32 AM	04:32 AM	03:32 AM	01:32 AM	07:32 AM	12:32 AM	01:32 AM	06:32 AM	02:32 AM

secciones

- Universitarios
- Internacionales
- Empleo
- Emprendimiento
- Preuniversia
- Académicos
- Investigación
- Acreditación y Financiamiento

- Diversión y Deportes

4/5/2004



Docente de la Universidad Santa María: "Una crisis energética es un freno al desarrollo"

Profesor del Departamento de Electricidad de la UTFSM, Juan Luis Dinamarca, explicó los alcances que una crisis energética puede acarrear para el país.

En el marco de un ciclo de coloquios organizado por el Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María, el profesor del Departamento de Electricidad del mismo plantel, Juan Luis Dinamarca, abordó el tema de la crisis energética y los alcances que ésta puede tener en el desarrollo y comportamiento de todo el país.

"Además, el consumo eléctrico es una medida de crecimiento económico. Se sabe que con una tasa de crecimiento de un 7% anual, la demanda se duplica cada 10 años, y ese es un dato que se toma como referencia en los presupuestos anuales. Cada país debe estar preparado para duplicar su oferta de energía eléctrica cada 10 años. Frenarse en este desarrollo de energía significa no tener la disponibilidad para que la industria crezca y, por lo tanto, se frena toda la economía. Cabe considerar que el más alto porcentaje de energía, casi el 60%, se consume en el sector industrial".

Ejemplos

Número del cuadrante	Cantidad de Granos en el Cuadrante	Cantidad de Granos en el Tablero
1	$1 (=2^{1-1})$	$1 (=2^1 - 1)$
2	$2 (=2^{2-1})$	$3 (=2^2 - 1)$
3	$4 (=2^{3-1})$	$7 (=2^3 - 1)$
4	$8 (=2^{4-1})$	$15 (=2^4 - 1)$
5	$16 (=2^{5-1})$	$31 (=2^5 - 1)$
6	$32 (=2^{6-1})$	$63 (=2^6 - 1)$
7	$64 (=2^{7-1})$	$127 (=2^7 - 1)$
...	...	...
64	2^{64-1}	$2^{64} - 1$

Doubling
Time

$$2^{64} \approx 1,8 * 10^{19}$$

400 VECES LA
PRODUCCIÓN
GLOBAL DE
TRIGO DE
1990!!!

QUIZAS MÁS
TRIGO QUE LA
PRODUCCIÓN
HISTÓRICA
MUNDIAL!!!

Observación 1

- ▶ El crecimiento en cada doubling time es mayor a todo el crecimiento precedente.

Ejemplos

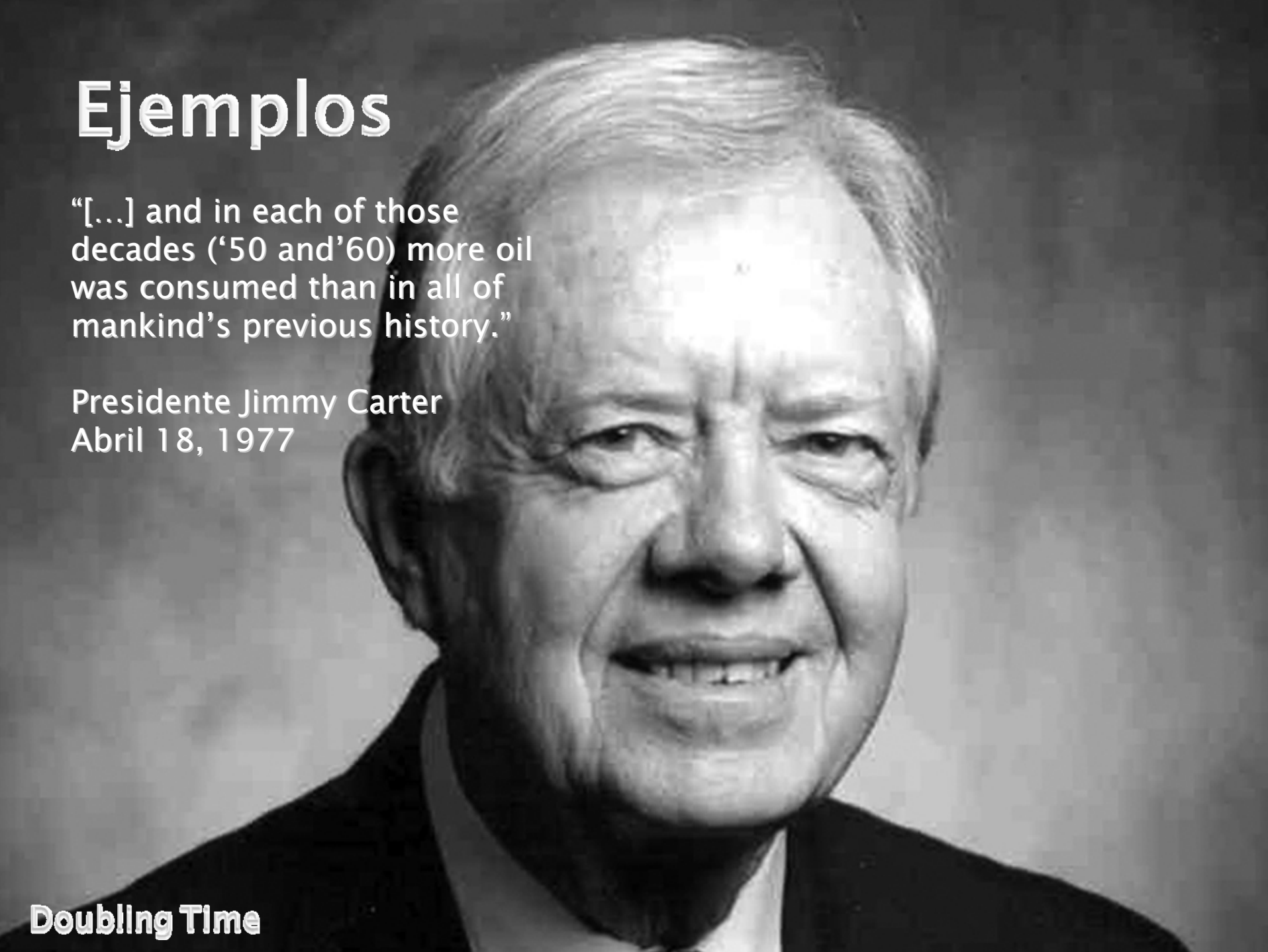
Número del cuadrante	Cantidad de Granos en el Cuadrante	Cantidad de Granos en el Tablero
1	1	1
2	2	3
3	4	7
4	8	15
5	16	31
6	32	63
7	64	127
...	...	...
64	2^{63}	$2^{64} - 1$

Ejemplos

“[...] and in each of those decades ('50 and '60) more oil was consumed than in all of mankind's previous history.”

Presidente Jimmy Carter
Abril 18, 1977

Doubling Time



Observación 2

Crecimiento sostenido por 70 años (expectativa de vida):

Tasa de crecimiento (anual)	Factor
1%	2
2%	4
3%	8
4%	16
5%	32
6%	64
7%	128

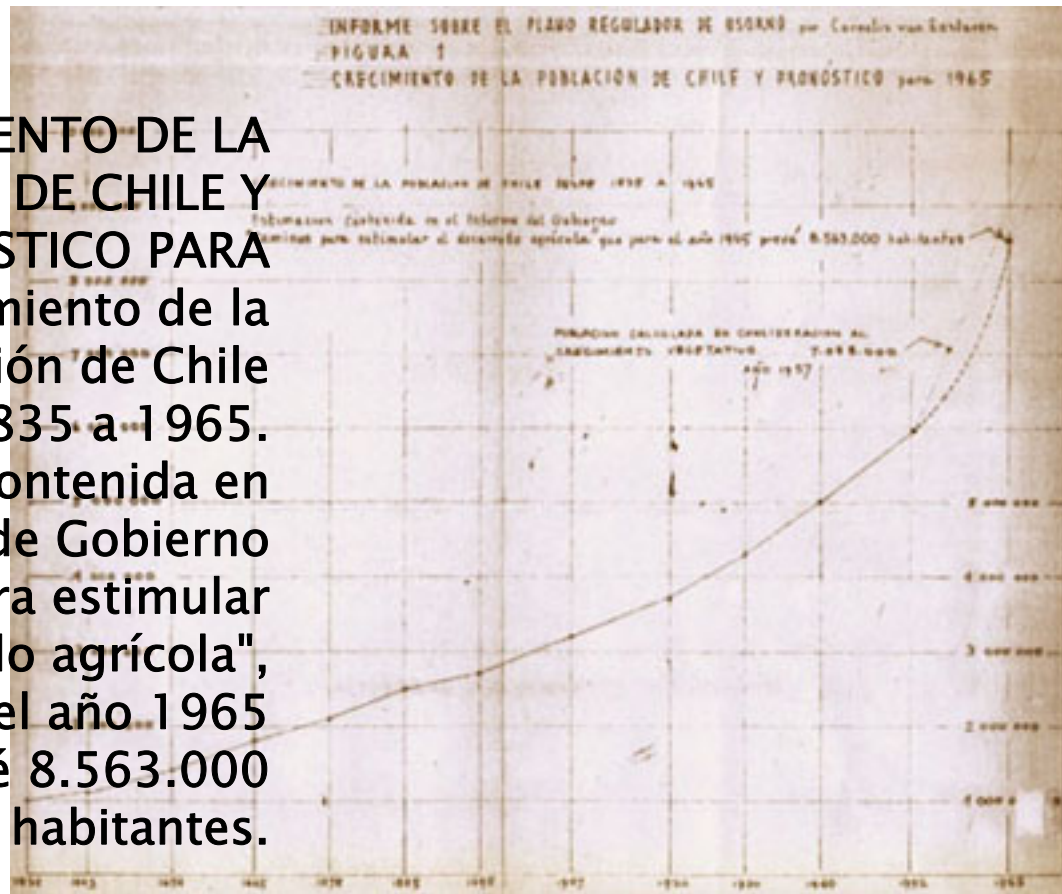
Tasa de crecimiento de la población en US.

De acuerdo al censo del año 2000, el crecimiento de la población en el período 00/90, fue del 13,2%. Según lo estimado para el 2005, el crecimiento en el período 05/00 fue un 5,3%.

Fuente: US Census

Ejemplos

CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE CHILE Y PRONÓSTICO PARA 1965. Crecimiento de la población de Chile desde 1835 a 1965. Estimación contenida en el informe de Gobierno "Caminos para estimular el desarrollo agrícola", que para el año 1965 prevé 8.563.000 habitantes.





Crecimiento Continuo en Espacio Finito

Ejemplo: Bacterias en botella



Se duplica población cada 1 minuto.

11:00 hay una bacteria

12:00 la botella está llena

illustration: Don Smith

Crecimiento Continuo en Espacio Finito

- ▶ A que hora estaba la botella mitad llena?
- ▶ Si fueras una bacteria, en que momento te darías cuenta que te estas quedando sin espacio?

Crecimiento Continuo en Espacio Finito

Bacterias en botella... ULTIMOS MINUTOS!!

11:54	1,6% llena	98,4% vacía
11:55	3,1% llena	96,9% vacía
11:56	6,3% llena	93,7% vacía
11:57	12,5% llena	87,5% vacía
11:58	25% llena	75% vacía
11:59	50% llena	50% vacía
12:00	100% llena	0% vacía

Crecimiento Continuo en Espacio Finito

- Tres botellas descubiertas!!!

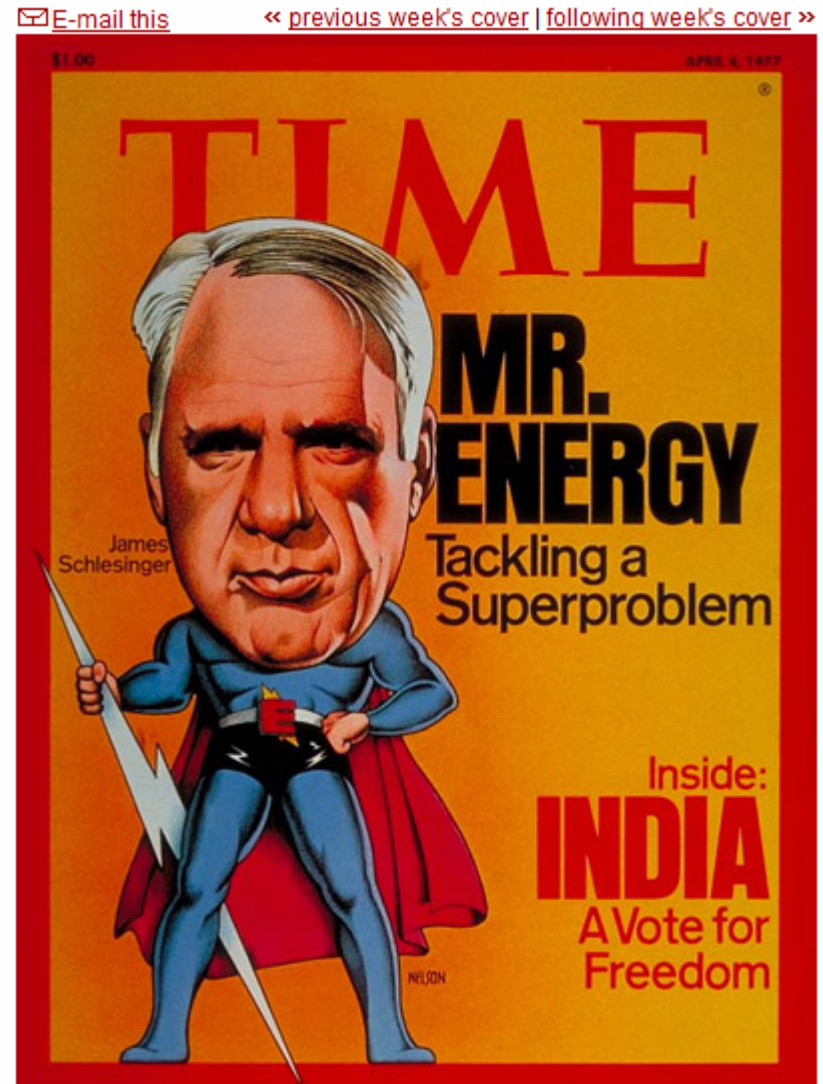


11:59	Botella 50% llena
12:00	Botella 100% llena
12:01	2 botellas 100% llenas
12:02	4 botellas 100% llenas

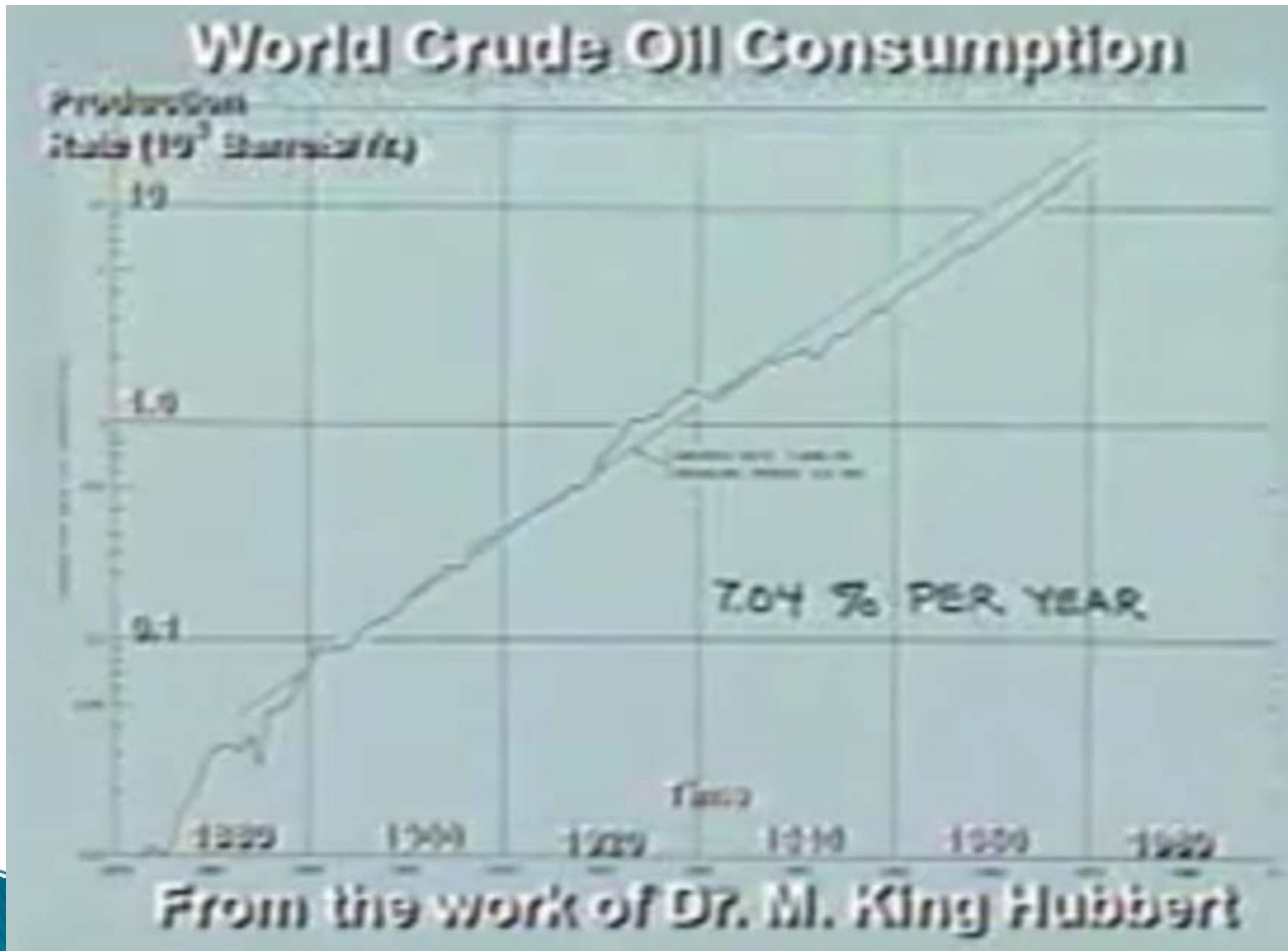
Crecimiento Continuo en Espacio Finito

- ▶ Buscar más recursos que puedan sustentar el crecimiento exponencial?
- ▶ “[...] In the energy crisis we have a classic case of exponential growth against a finite source[...]

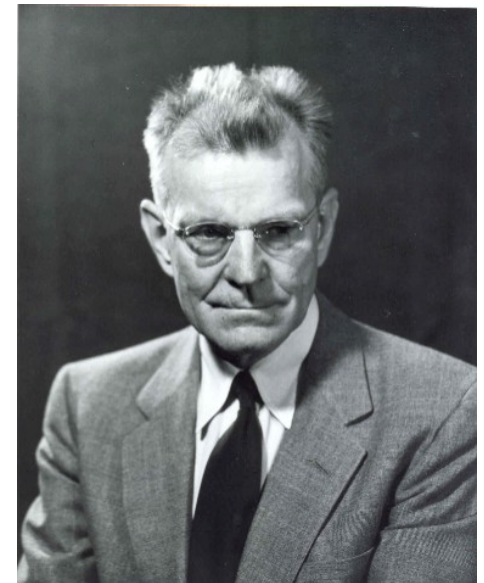
James R. Schlesinger
U.S. Secretary of Energy
Time Magazine
April 25, 1977, p.27



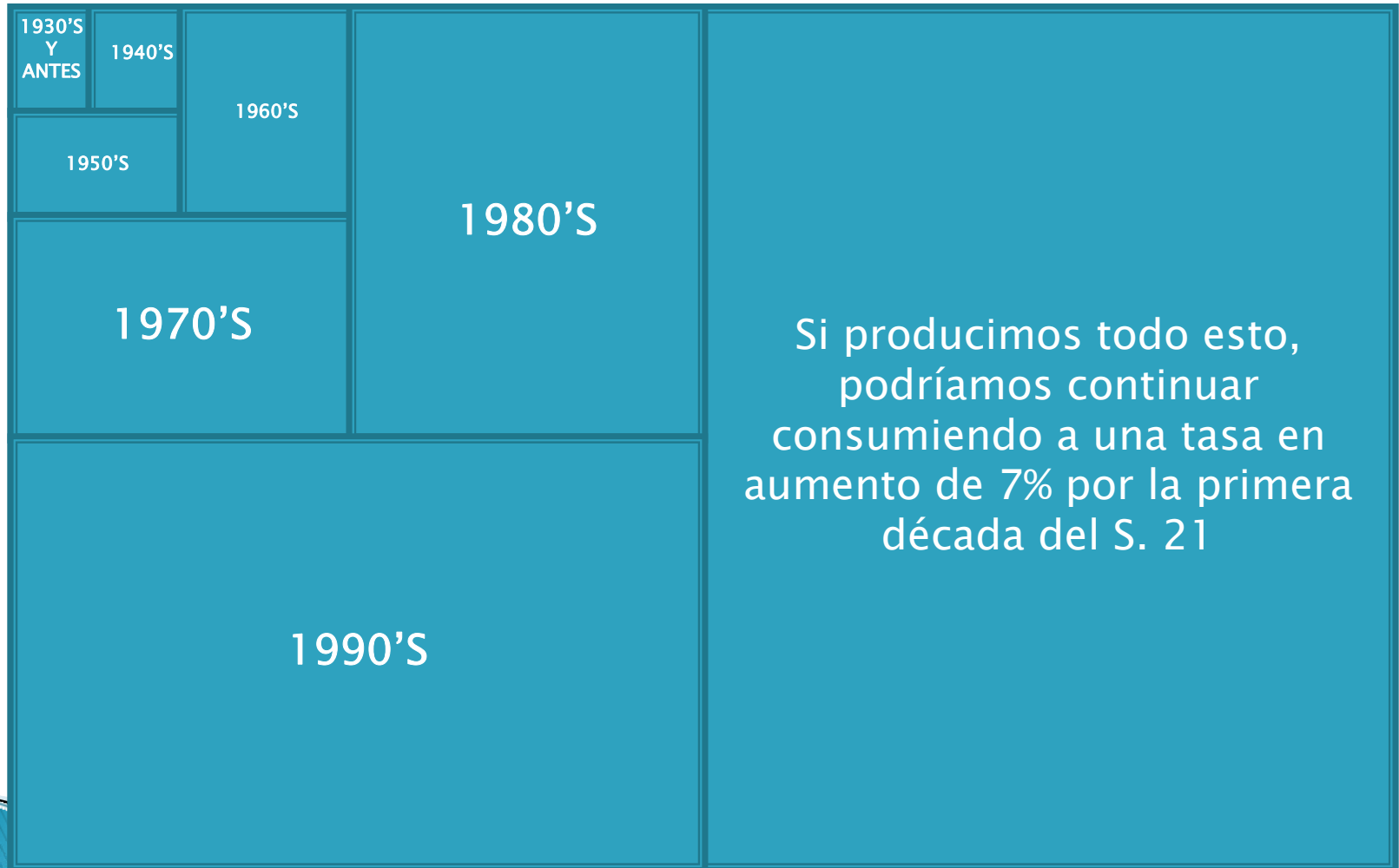
Crecimiento Continuo en Espacio Finito



M. King Hubbert:
Geofísico. Peak
Theory.



Crecimiento Continuo en Espacio Finito



Crecimiento Continuo en Espacio Finito

TIME Partners with **ON.**

REAL LIFE.

Cluttered life? Miracle makeovers

only at RealSimpleRealLife.com

From:



U.S.  ADD TIME NEWS

INSIDE: [Main](#) | [The Page](#) | [Politics](#) | [Swampland](#) | [Real Clear Politics](#) | [White](#)

How To Break the Middle East Oil Habit (Interview)

l="/component/time/components/subnav/0,31292,us,00.html" ->

How To Break the Middle East Oil Habit

By RICHARD WOODBURY MICHEL HALBOUTY

Monday, February 9, 1998

 [Share](#)  [Reprints](#)  [Related](#)

Texas wildcatter MICHEL HALBOUTY says the U.S. must drill more domestic oil and form worldwide pacts to eliminate the need for Arabian petroleum

[...]

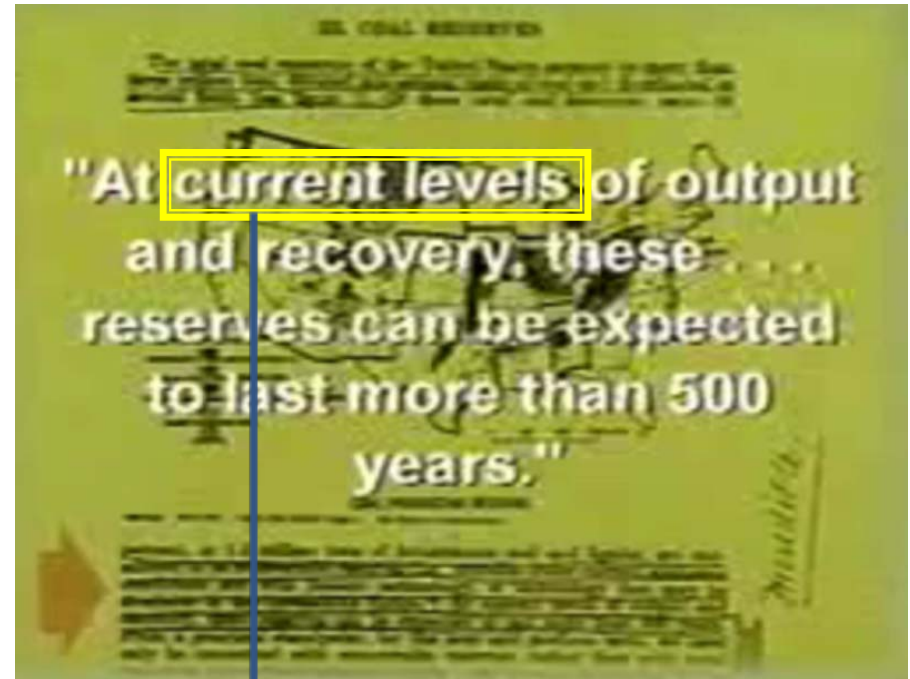
Q. But haven't many of our bigger fields been drilled nearly dry?

A. There is still as much oil to be found in the U.S. as has ever been produced. And some of our largest fields were drilled under terrible economic conditions. But as long as we have environmental moratoriums up and down the coasts, in Alaska and in the West, we certainly won't find them.

Crecimiento Continuo en Espacio Finito



Crisis energética 70's.
Aviso de Compañía de Energía
Eléctrica Americana



Reporte de Asuntos Interiores e
Insulares (U.S. Senate Commite,
1970)

Crecimiento del 0%

Crecimiento Continuo en Espacio Finito

Reserva Total (1971): $4,7 \times 10^{11}$ Tons

Reserva Extraíble (1971): $2,4 \times 10^{11}$ Tons

Tasa de Extracción (1971): $5,6 \times 10^8$ Tons/año

Tasa de Extracción (1991): $9,9 \times 10^8$ Tons/año

Tasa de Aumento Promedio (1971–1991): 2,86%/año



Data for U.S. Coal "Annual Energy Review: 1991"
U.S. Department of Energy

Crecimiento Continuo en Espacio Finito

Esperanza de Vida del Carbón U.S.

Tasa de Crecimiento [%/año]	Recuperado [años]	Reserva [años]
8	37	46
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

Meta de producción de los 70's

Carter baja meta a la mitad

Esperanza de vida de niños hoy en US

Aseveración posee 2 suposiciones improbables

“Fortaleza Mediante Agotamiento”

“We spent about 25\$ billion for imported oil last year” Beall said, adding that any reduction on imported oil could be made by increasing coal for 200 years, by the highest, enough for more than a thousand years. “Beneath the bit heads of Appalachia and the Ohio Valley and under the sprawling strip mine of the West, the coal seams rich enough to meet the country’s power needs for centuries, no matter how long.”

PESIMA INTERPRETACIÓN

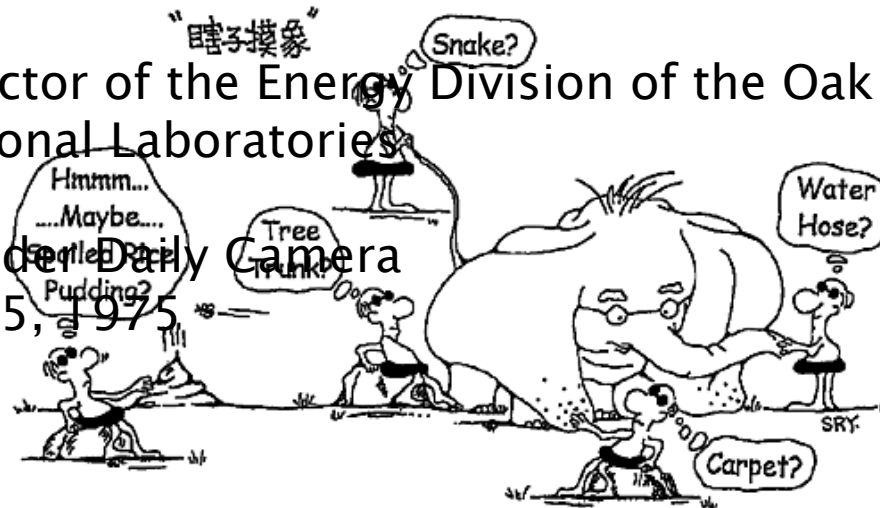
CBS Reporter Wagner

CBS

Aug Director of the Energy Division of the Oak Ridge National Laboratories

Time Mag April 17,

Boulder Daily Camera July 5, 1975



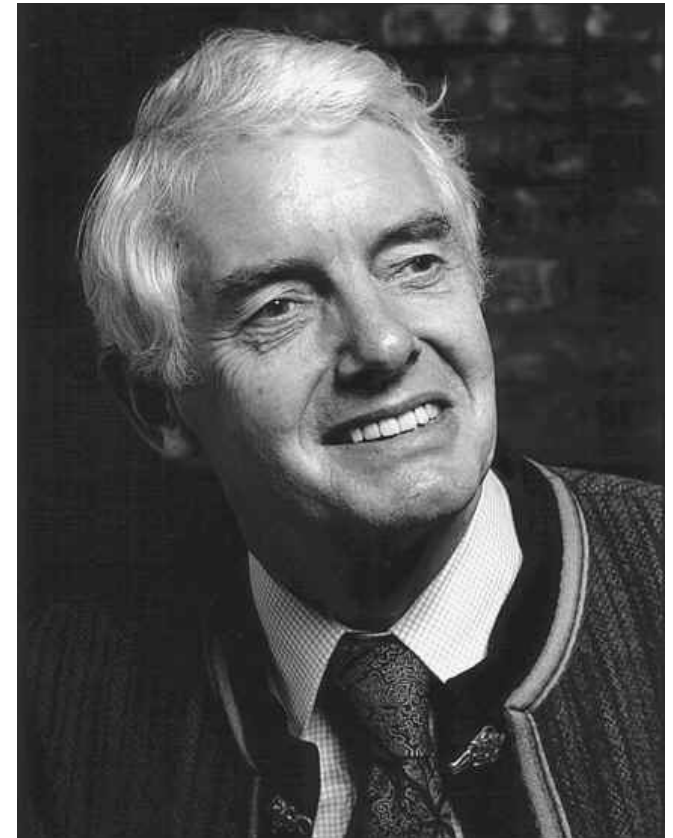
“Fortaleza Mediante Agotamiento”

“Energy industries agree that to achieve some form of energy self-sufficiency the US must mine all the coal that it can”

Time Magazine
May 19, 1975, p55

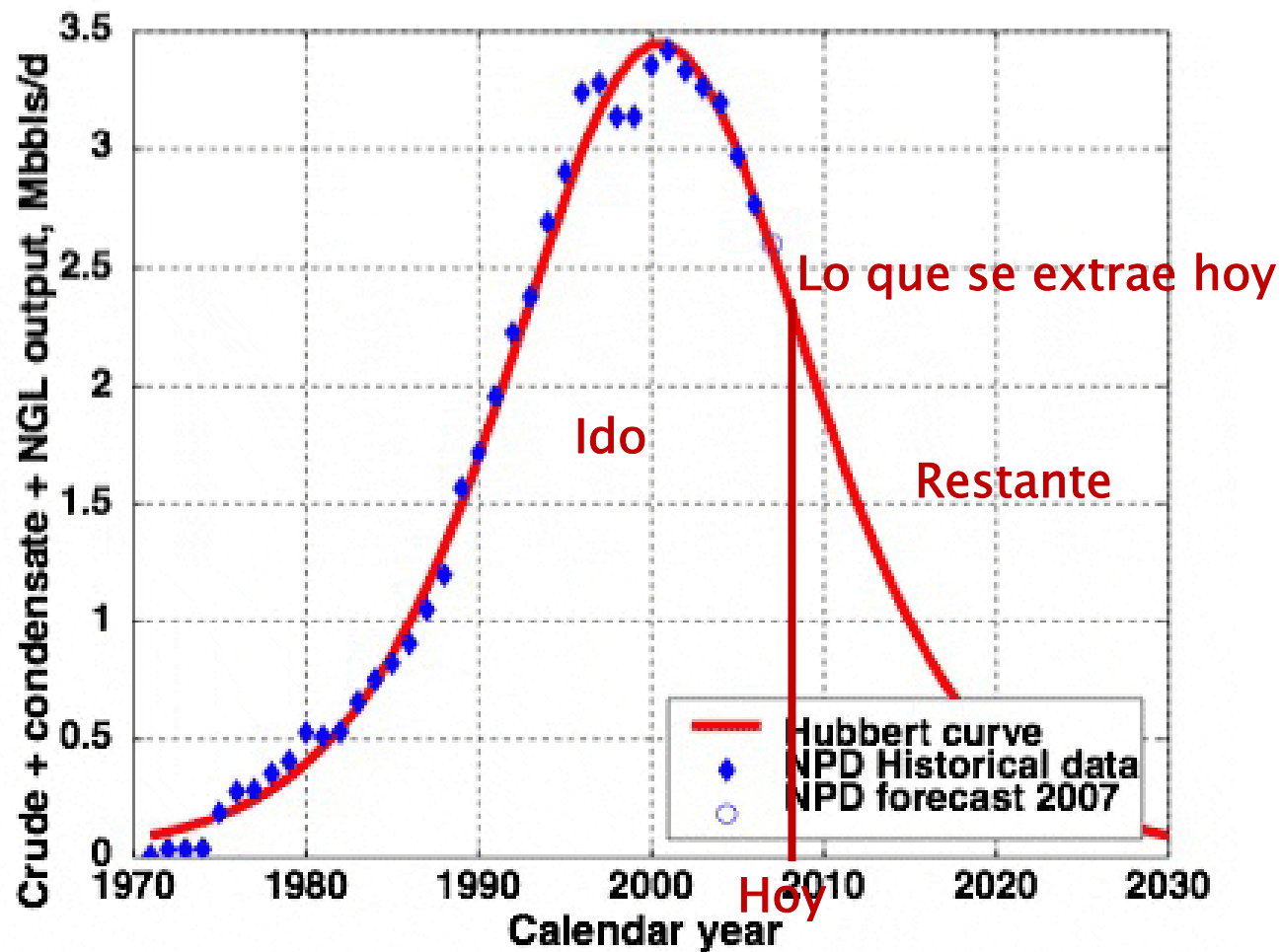
“We should be trying
to get as many holes
drilled as possible
to get the proven oil
reserve”

William Simon
Energy advisor (Gerald
Ford)
CBS Television
Agosto 31, 1977

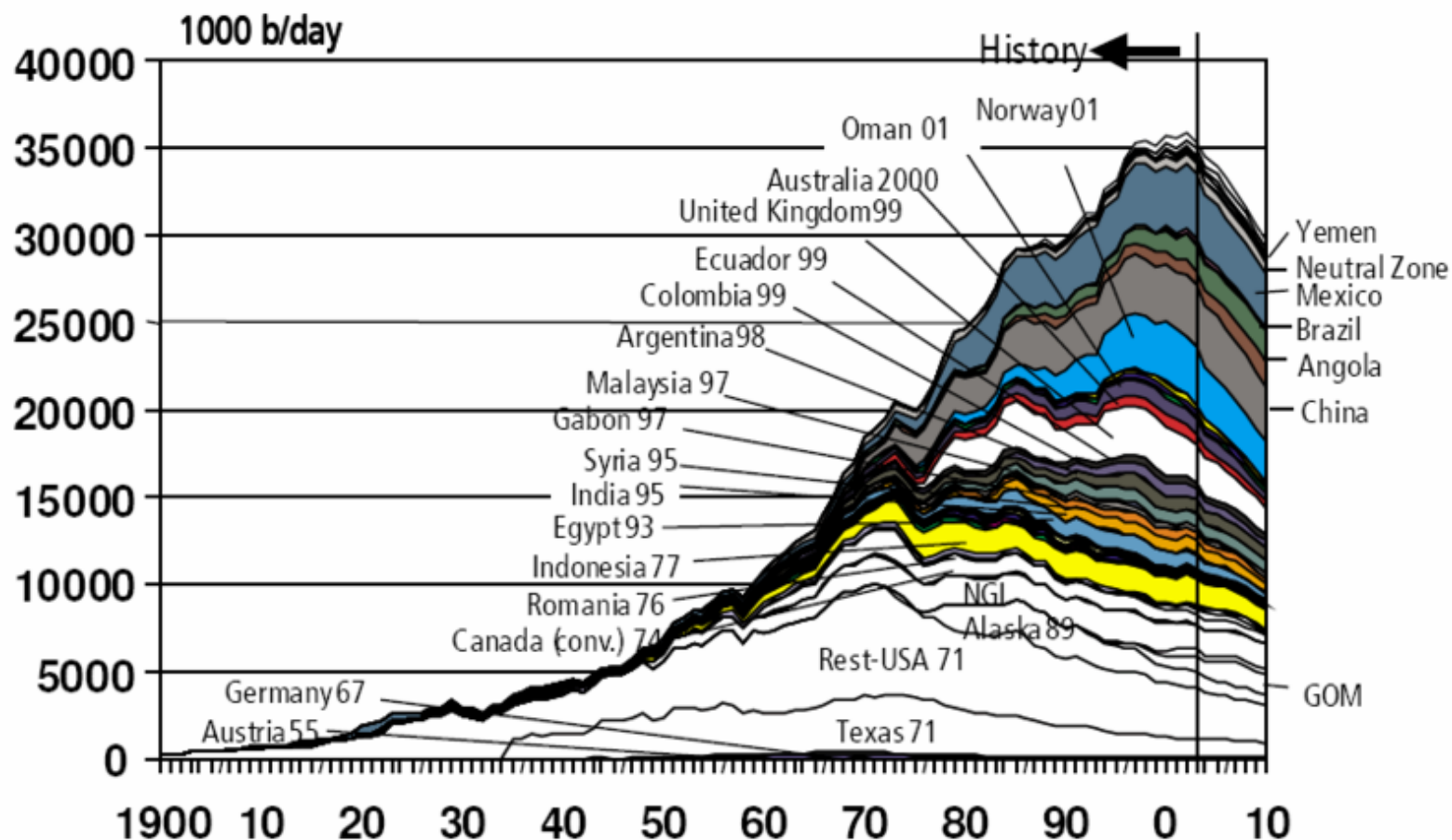


David Brower,
Ambientalista.

“Fortaleza Mediante Agotamiento”



“Fortaleza Mediante Agotamiento”



Source: Industry database, 2003 (IHS 2003)
OGJ, 9 Feb 2004 (Jan-Nov 2003)

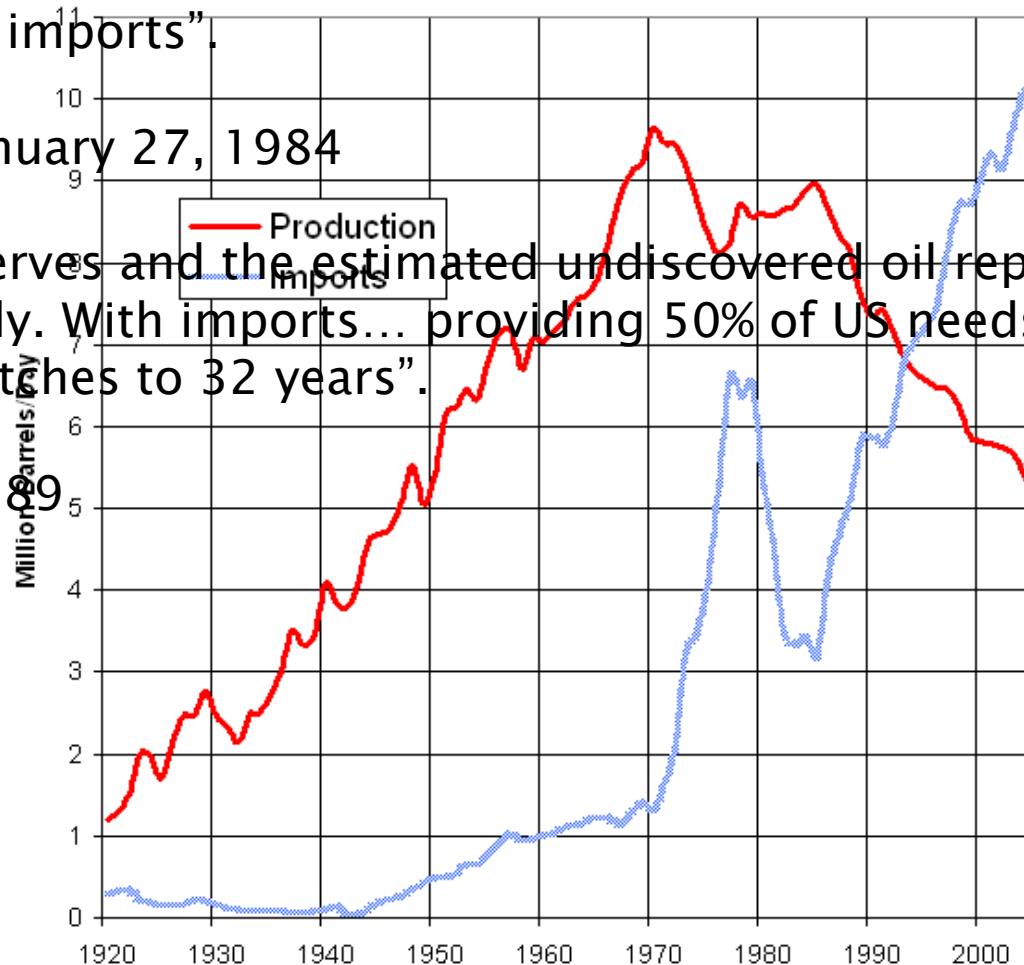
“Fortaleza Mediante Agotamiento”

“The estimated US supply for undiscovered resources and demonstrated reserves is 36 years at present rates of production or 19 years in the absence of imports”.

Science, January 27, 1984

“These reserves and the estimated undiscovered oil represents only 16 years supply. With imports... providing 50% of US needs... the domestic supply stretches to 32 years”.

Science, 1989

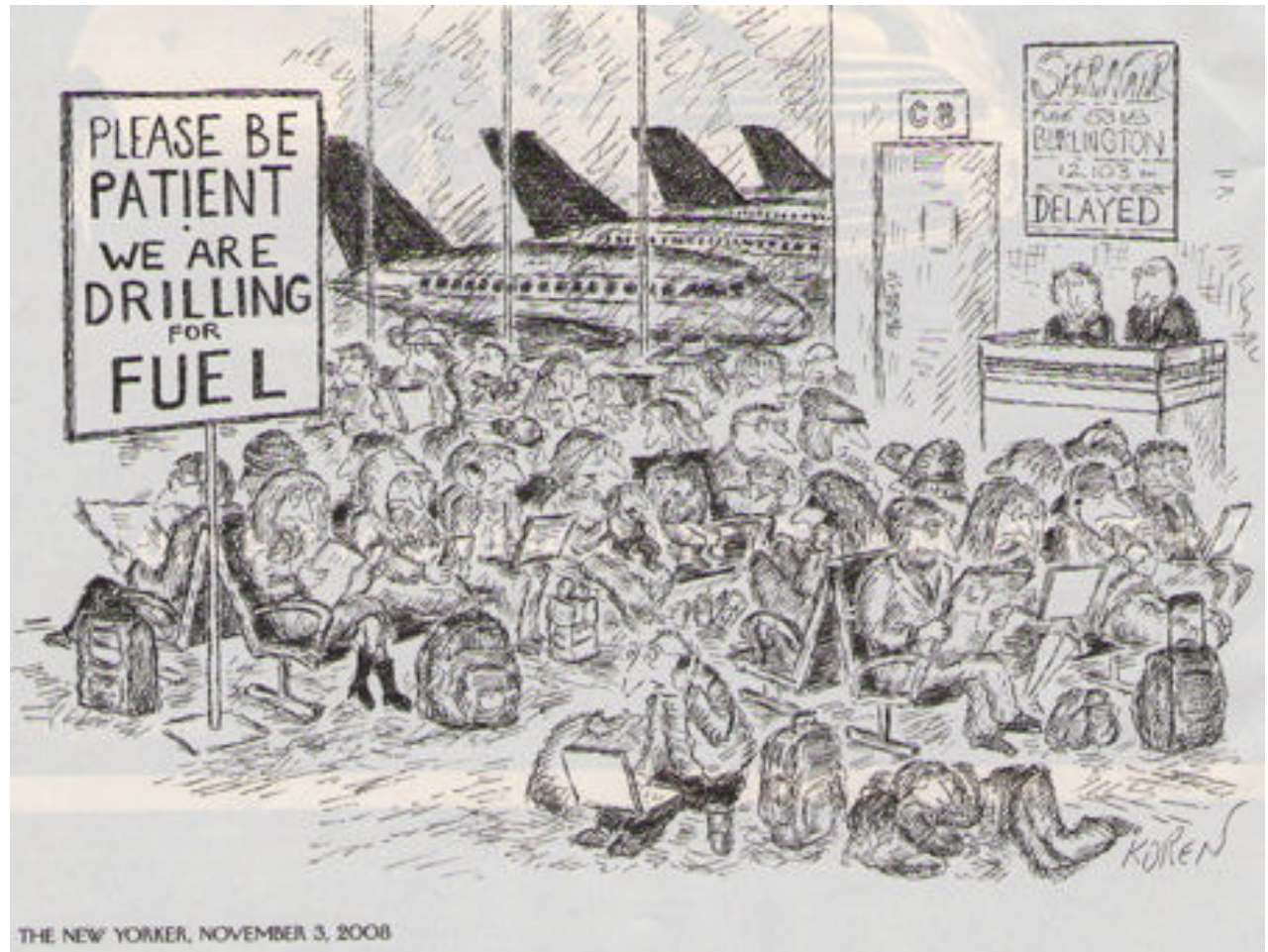


Fuente: Energy
Information
Administration of
the Department of
Energy

“Fortaleza Mediante Agotamiento”

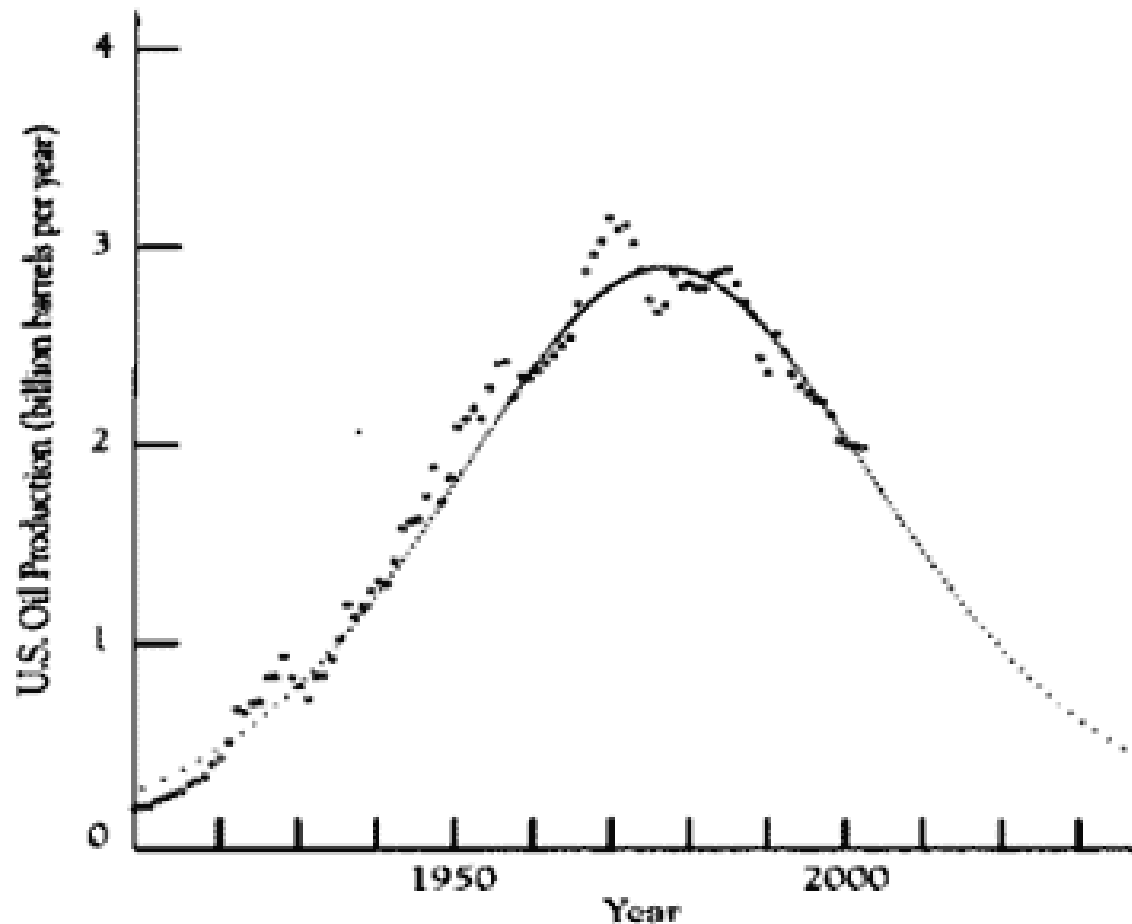
“The peaks of US oil and gas production can be expected to occur within the next 10 or 15 years”

Dr. M. King Hubbert
Convención de
Ingenieros y Geólogos
en Petróleo
Texas, Marzo 7, 1956



“Desarrollo
Mediante Agotamiento”

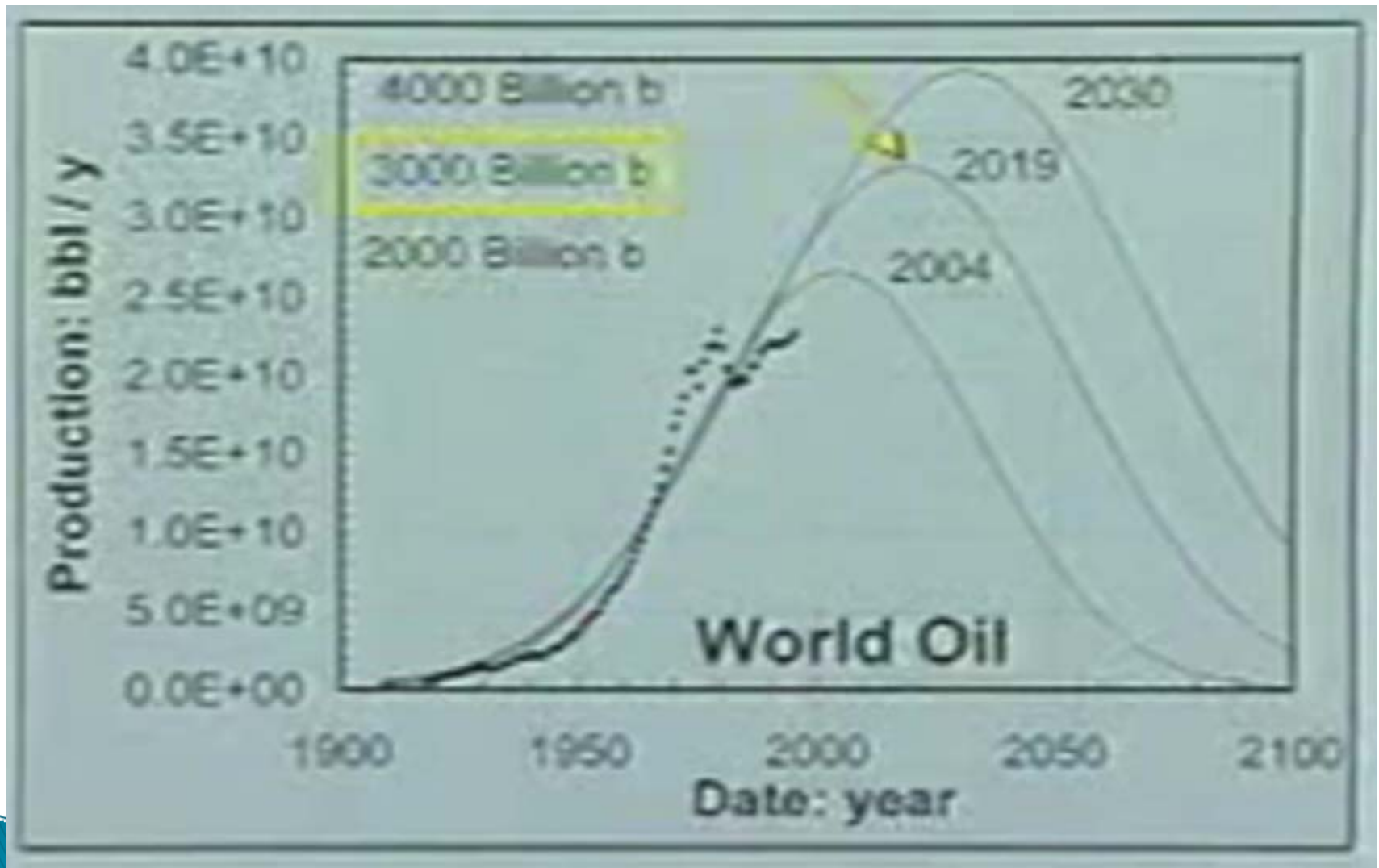
“Fortaleza Mediante Agotamiento”



Fuente: US
Department
of Energy

“Desarrollo
Mediante Agotamiento”

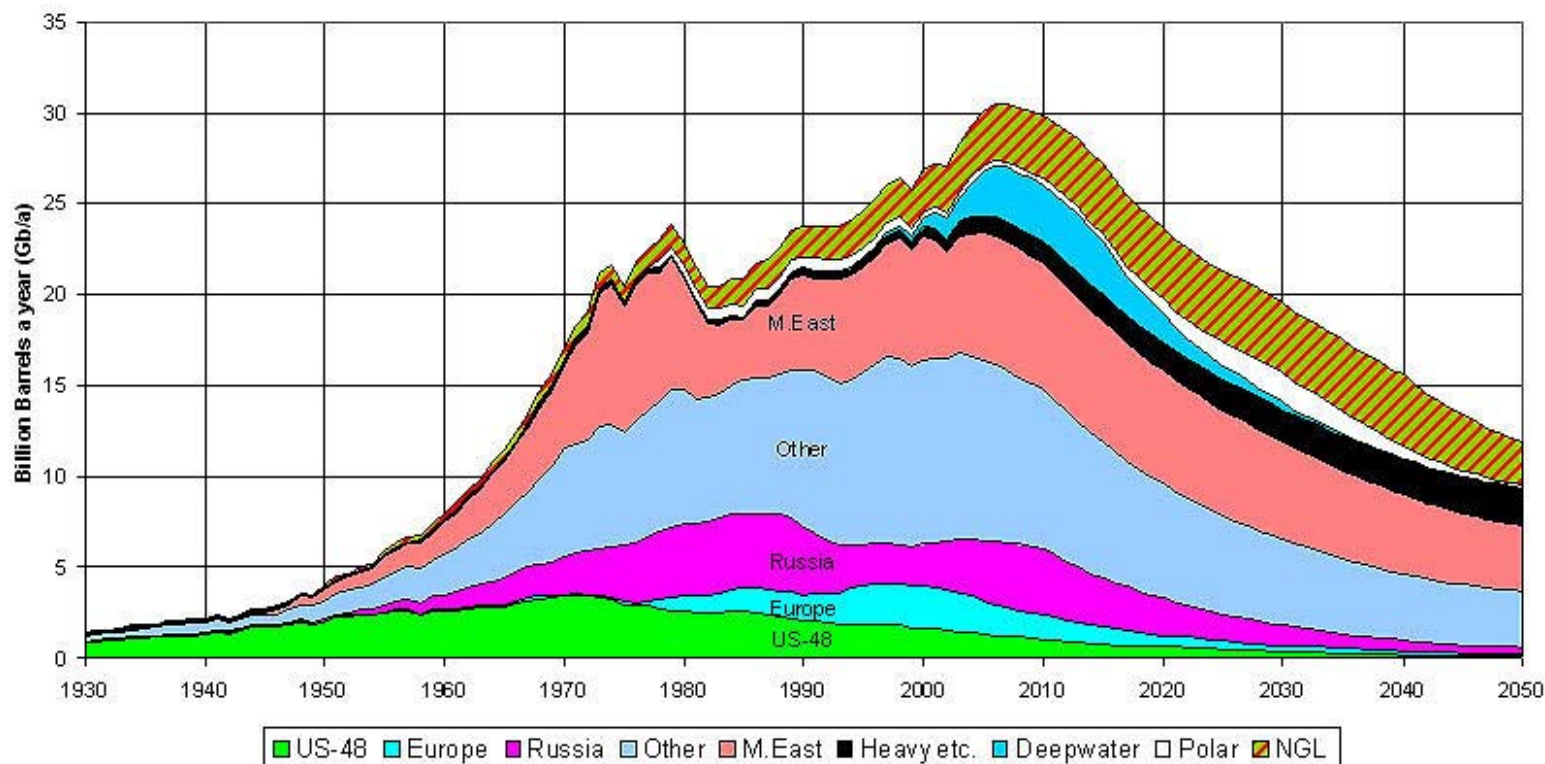
“Fortaleza Mediante Agotamiento”



“Desarrollo
Mediante Agotamiento”

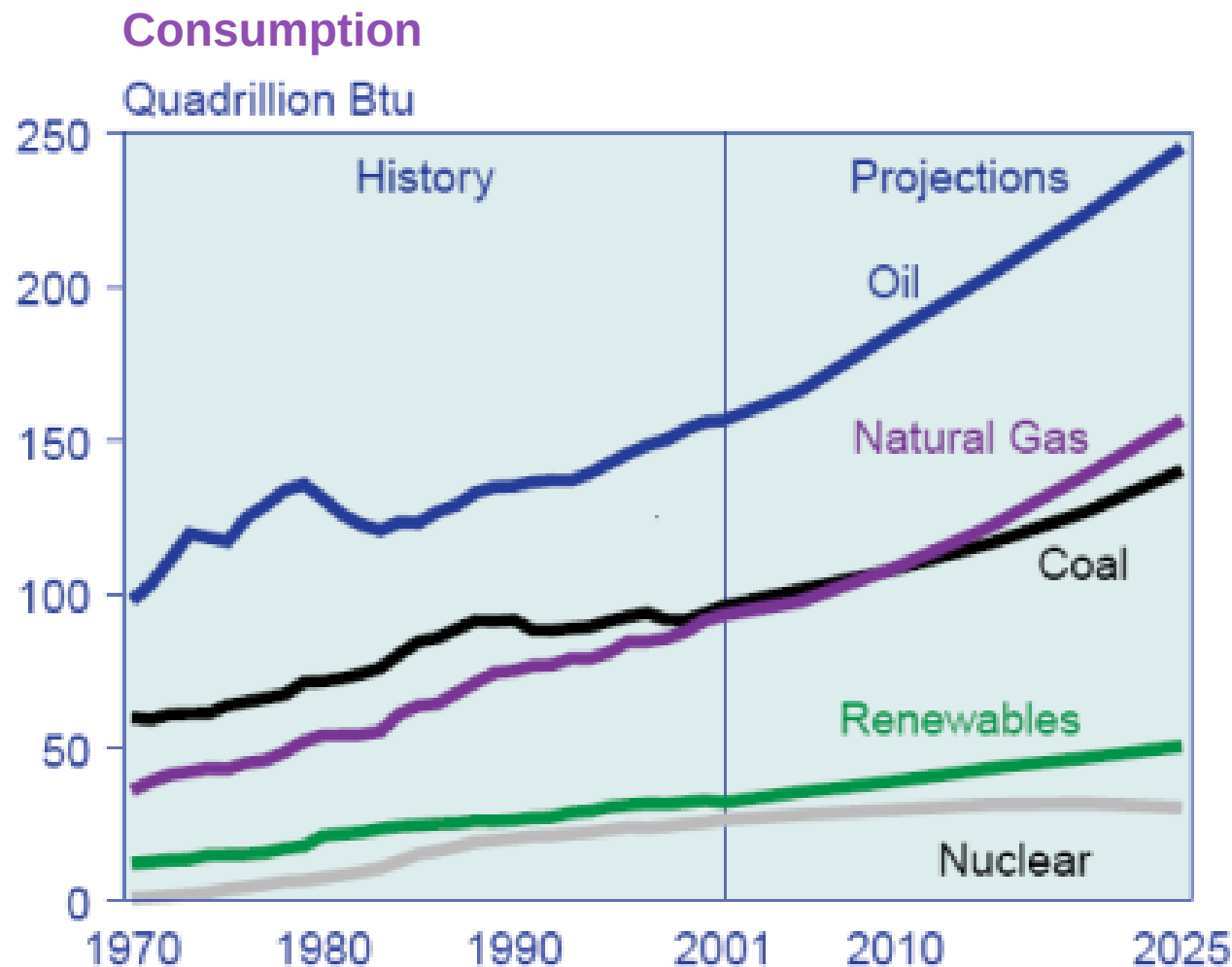
“Fortaleza Mediante Agotamiento”

Hubbert Curve Projection of Global Oil and Natural Gas Liquids Production



Fuente: The Association for the Study of Peak Oil and Gas, C.J. Campbell. Junio 2004

“Fortaleza Mediante Agotamiento”



Fuente:
International
Energy Outlook
2004.

The answers are mostly reassuring, once you dismiss the doomsday opinions of a renegade band--call them the neo-Malthusians--who say shortages could develop very soon. They believe global oil production could peak soon and then start to decline rapidly. Prices could spike, leveling stock markets, endangering economies, and leading to war once again.

Their argument goes like this: Oil is a finite resource. Nearly half the oil that exists has been used. This halfway point between what has been pumped and what is left to pump is critical. Once it is reached, perhaps as early as next year, production will peak and then decline sharply. As production falls, the gap between supply and demand will grow, pushing up prices and causing shortages. "When you accept that there is a limit to the amount of oil, you accept that there is a peak in production," says Colin J. Campbell, a consulting geologist whose views have been published in Scientific American and elsewhere. "One can imagine a colossal political crisis if the price goes to \$40 or \$60 a barrel." He worries that Western nations, fearful the Middle East had a stranglehold on the world's economies, would resort to military intervention to secure their oil.

Most experts do not believe Campbell's prediction of apocalypse any day now. "This analysis is a piece of foolishness," says M.A. Adelman, emeritus professor of economics at MIT. "The world will never run out of oil, not in 10,000 years." Adelman and others believe Campbell has ignored oil reserves that companies have not yet found because they haven't invested the capital to identify them. The Beverly Hillbillies notwithstanding, oil doesn't just bubble out of the ground. It is expensive to locate and develop, so people don't look for it until they need it. "In order to have reserves, you have to invest in them," says James L. Smith, who teaches oil and gas management at the Edwin L. Cox business school at Southern Methodist University.

More from Fortune

GM-Chrysler? Oh, never mind!

Obama's priority: A better TARP

Romney: Obama must be 'educator-in-chief'

- ▶ FORTUNE 500
- ▶ Current Issue
- ▶ Subscribe to Fortune



Hor

O
N
ri
dr

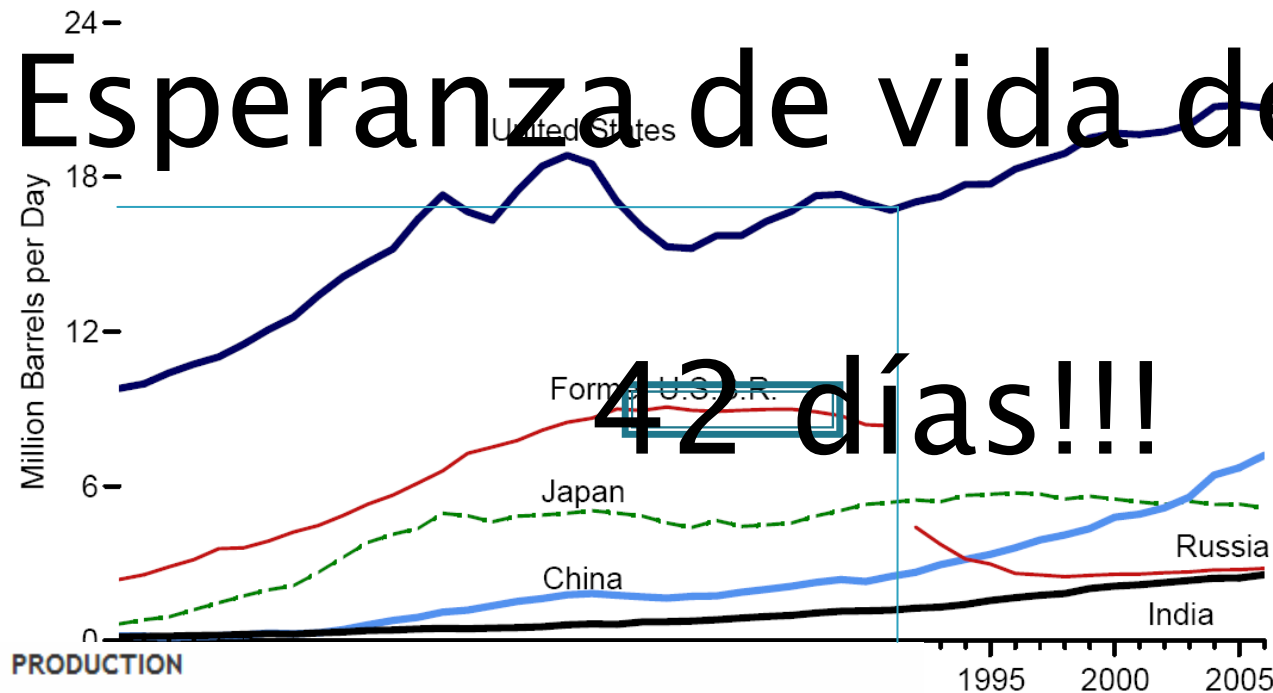
By Al
Novem

(FOR
Drak
predi
again
times

"D
Media

“Fortaleza Mediante Agotamiento”

Top Consuming Countries, 1960-2006



Proyecto de
500 MB
(TOTAL)
Cantidad
finalmente
consensuada
fue de 700
MB

Tasa de
consumo en
la fecha del
descubrimien
to: 16,6 MB /
dia

The current daily production from Mars the largest Gulf of Mexico discovery in more than 25 years is averaging about 21,000 barrels of oil and 25 million ft³ of natural gas.

“Desarrollo
Mediante Agotamiento”

Discusión

“We will never run out of copper because copper can be made from other metals”
Dr. Julian Simon, Profesor de Economía y Administración de Negocios en la Science, vol. 208, pp. 1143-1146. Escritor de “El Ultimo Recurso”
Junio 27, 1980

“Clearly there is no meaningful limit to this source except the sun’s energy... But even if our sun were not as vast as it is, there may will be other suns elsewhere”.

The Ultimate Resource
Princeton University Press, 1981, p. 49

Discusión

Isaac Asimov:

Bioquímico, Escritor de Ciencia Ficción ,
Ensayista.

Entrevista e ideas

(<http://www.wesjones.com/asimov.htm>.)

Como decae democracia con
sobrepoblación?

Conclusiones

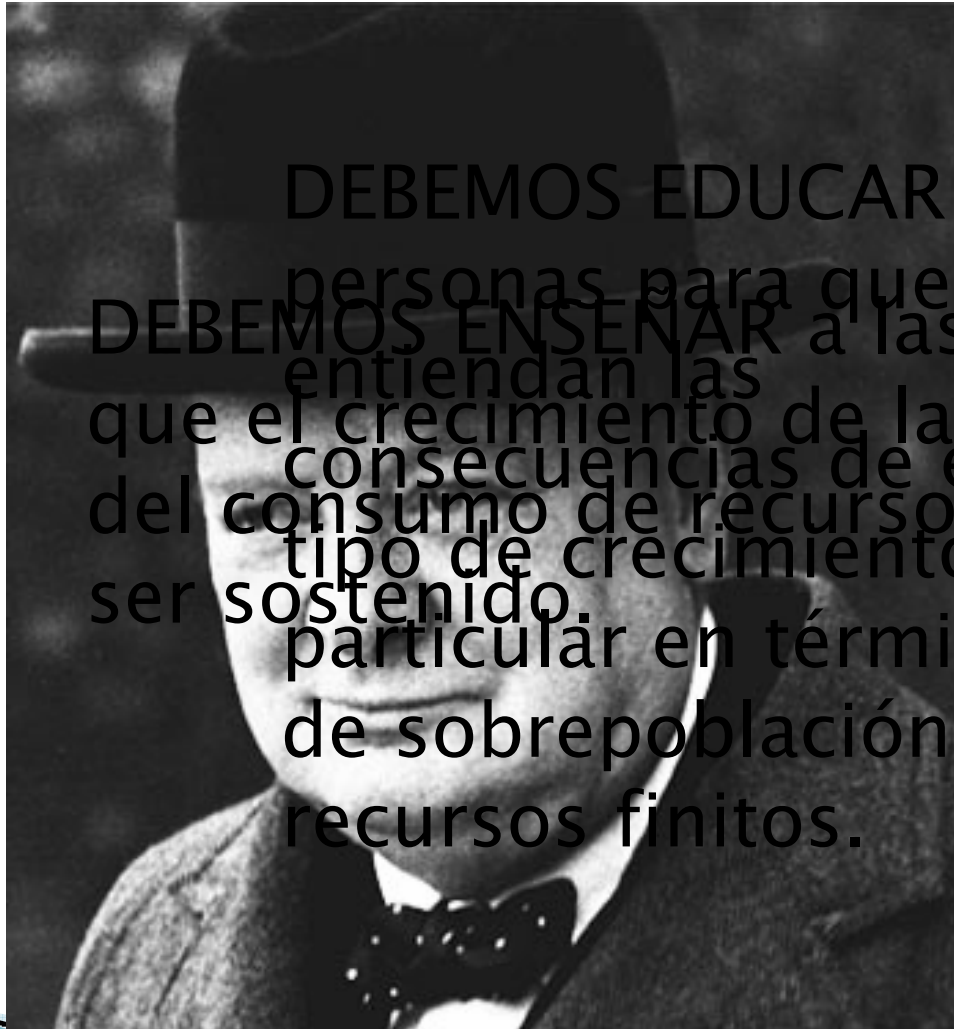
Discusión

“The exponential phase of the industrial growth, which has dominated human activities during the last couple of centuries, is now drawing to a close”.

“Yet during the last two centuries of unbroken industrial growth we have evolved what amounts to an exponential growth culture”.

M. King Hubert. June 4, 1974.
Subcommittee on Environment
Committee on Interior and Insular Affairs

Conclusiones



DEBEMOS EDUCAR a las
personas para que
DEBEMOS ENSEÑAR a las personas
entiendan las
que el crecimiento de la población y
consecuencias de este
del consumo de recursos NO puede
ser sostenido, en
particular en términos
de sobrepoblación y
recursos finitos.

"Sometimes we
have to do what is
required".

Winston Churchill

Conclusiones

Primera Ley de la Sustentabilidad.

El crecimiento de la población y/o de la tasa de consumo NO PUEDE SER SOSTENIDO



“Es intelectualmente deshonesto hablar de sustentabilidad sin añadir el hecho lógico que detener el crecimiento de la población es una condición necesaria para la sustentabilidad”.

Conclusiones

DEBEMOS EDUCAR a las personas para que vean la necesidad de examinar las proposiciones de optimismo tecnológico que nos asegura que la tecnología y la ciencia siempre encontrarán la forma de resolver nuestros problemas de sobrepoblación, consumo energético y, consecuentemente, la carencia energética.



Conclusiones

En la última
hora se
agregaron a
la población
mundial
10.000
personas!!



Conclusiones

A excepción de los gráficos para petróleo, todo ha sido datos y aritmética simple.

No tomen esto ciegamente.
PIENSEN!!!

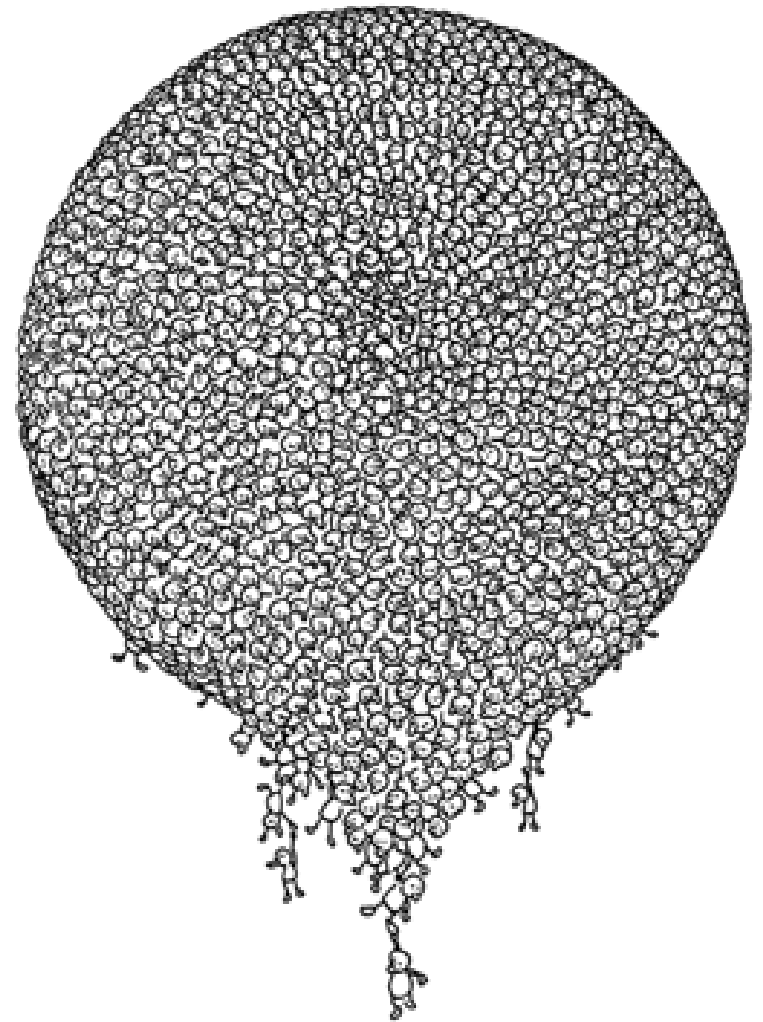
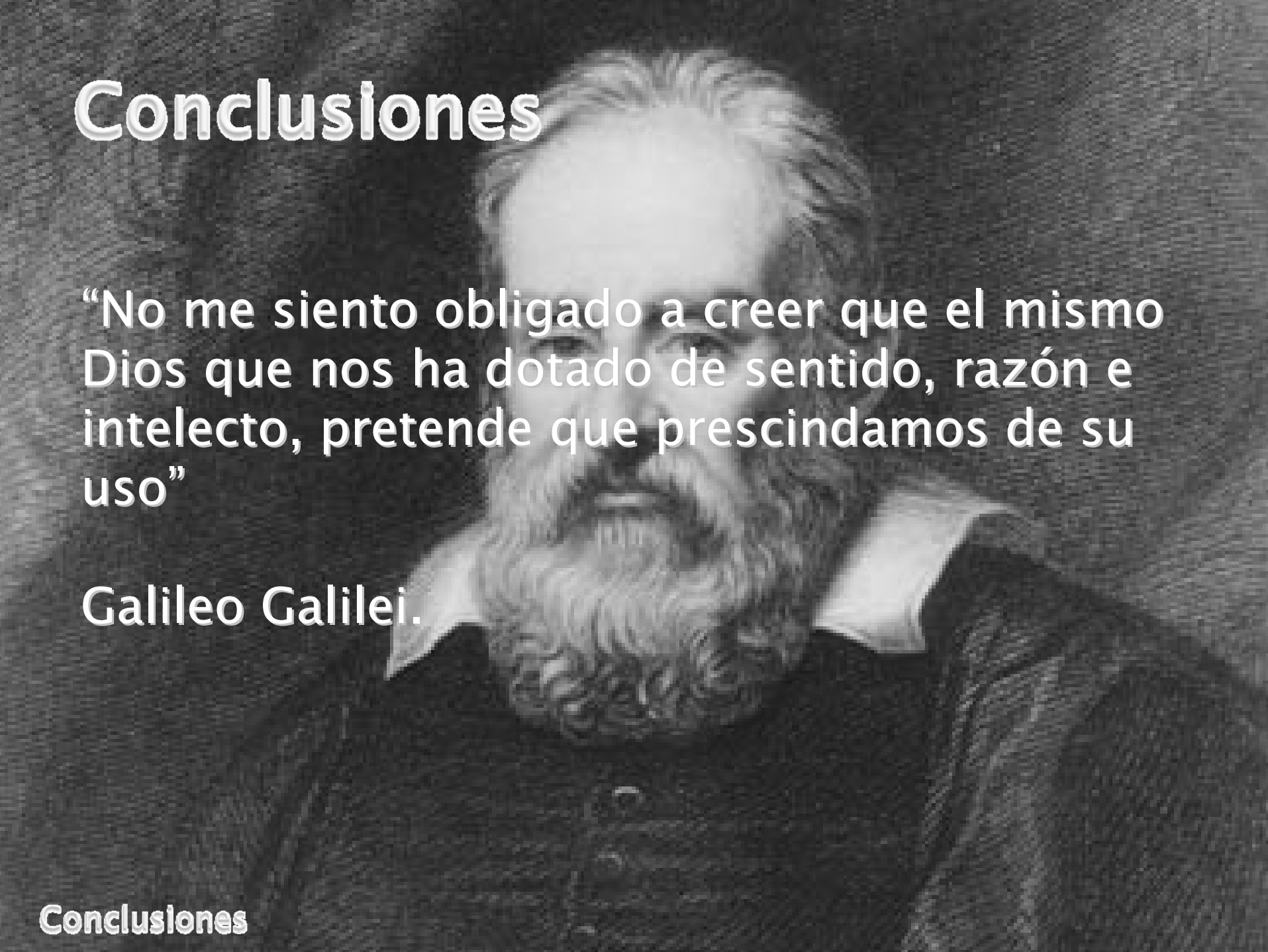


Illustration © Tony Millionaire

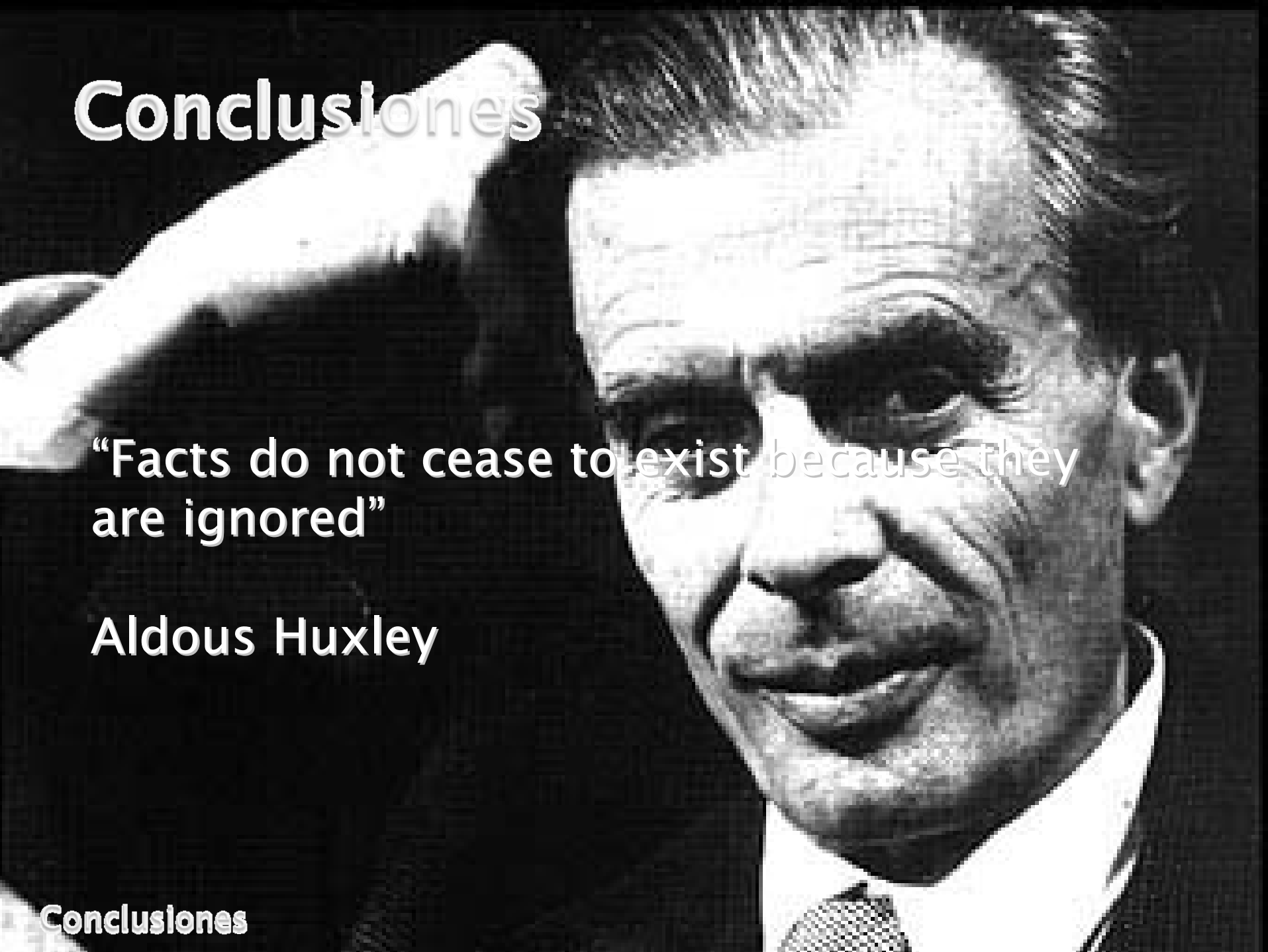
Conclusiones

A black and white portrait of Galileo Galilei, showing him from the chest up. He has a long, curly beard and mustache, and is wearing a dark, high-collared garment. The background is dark and textured.

“No me siento obligado a creer que el mismo Dios que nos ha dotado de sentido, razón e intelecto, pretende que prescindamos de su uso”

Galileo Galilei.

Conclusions



“Facts do not cease to exist because they are ignored”

Aldous Huxley

Conclusiones



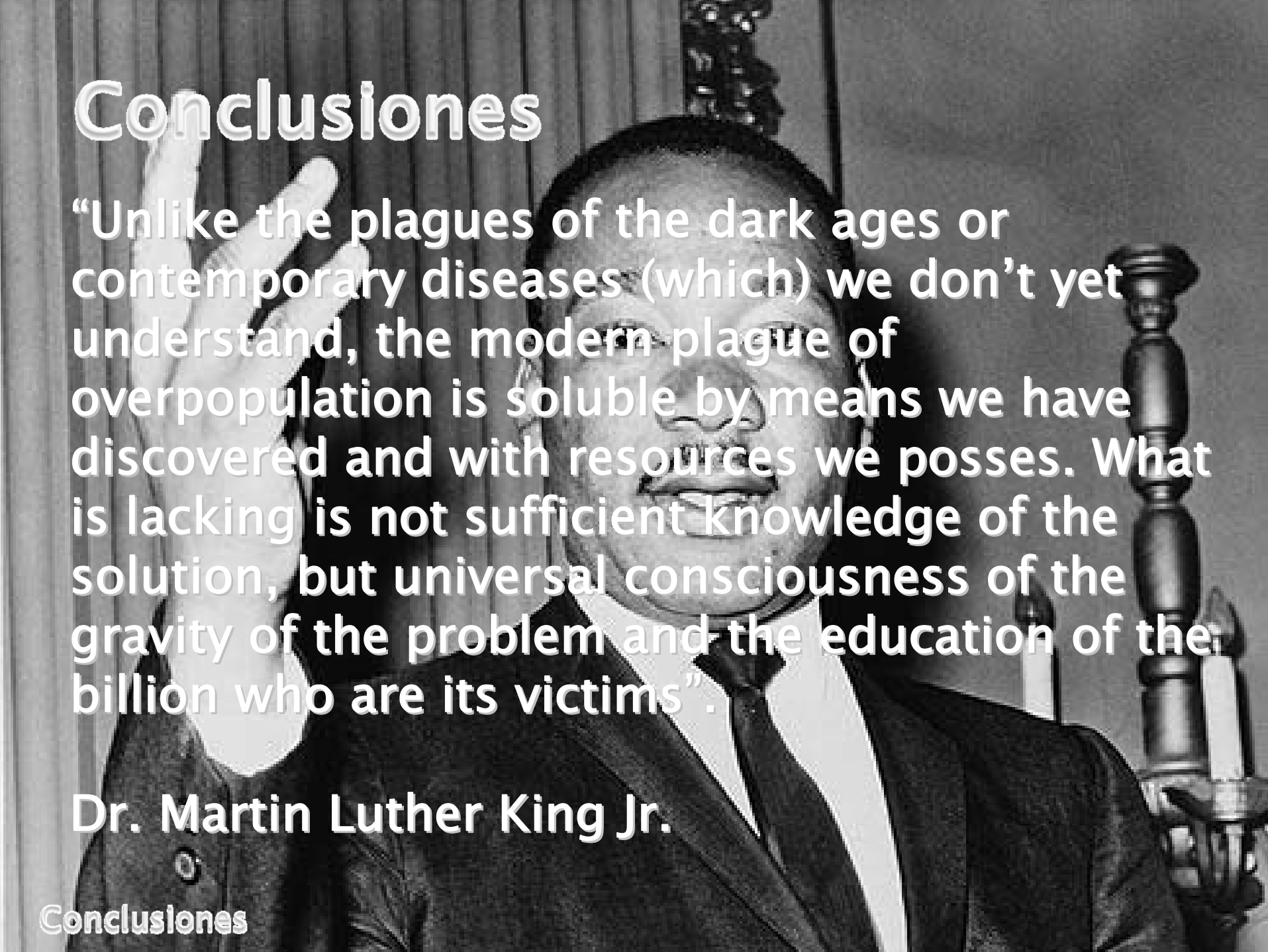
El núcleo de la filosofía social de H. L. Mencken es relativamente simple. El creía que la naturaleza de la especie humana es rechazar todo aquello verdadero, pero no placentero, y abrazar aquello que es obviamente falso, pero confortable



DESAFÍO

¿Pueden pensar en algún problema, a escala microscópica o macroscópica, cuya solución a largo plazo sea ayudada, asistida o mejorada por el incremento de población a escala local, regional o global?

Conclusiones



“Unlike the plagues of the dark ages or contemporary diseases (which) we don’t yet understand, the modern plague of overpopulation is soluble by means we have discovered and with resources we possess. What is lacking is not sufficient knowledge of the solution, but universal consciousness of the gravity of the problem and the education of the billion who are its victims”.

Dr. Martin Luther King Jr.



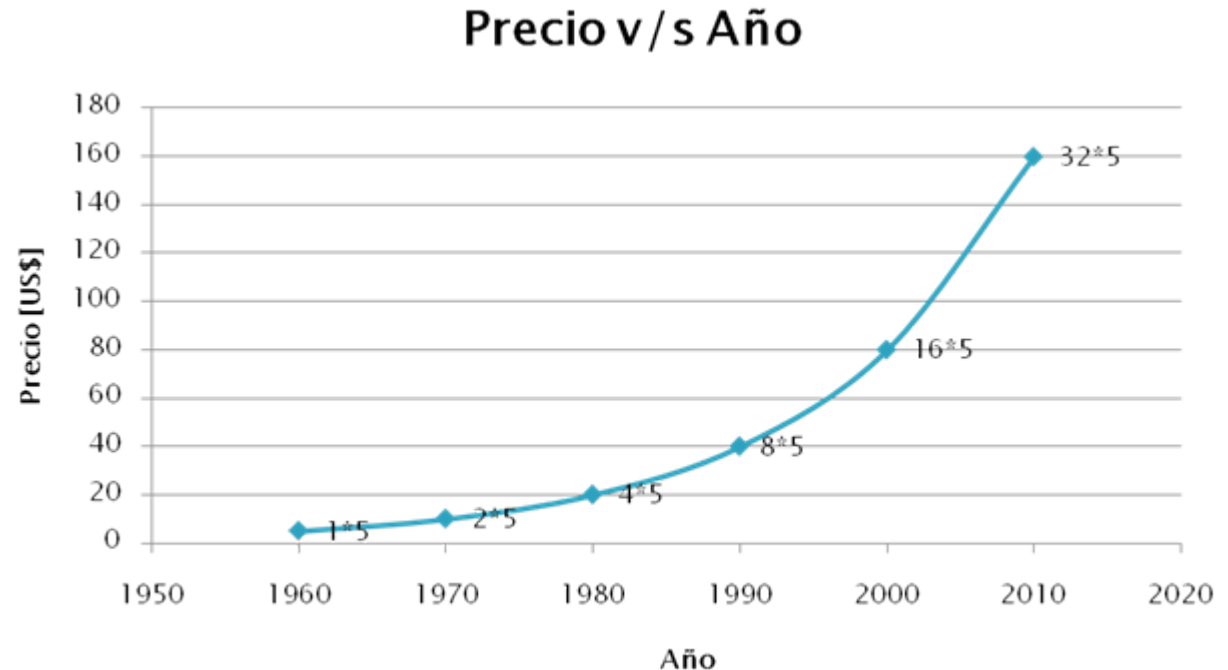
*“La Mayor Debilidad
de la Humanidad es
su Incomprensión
por la Función
Exponencial”*

Ejemplos

- ▶ El costo de un ticket en Colorado Vail Ski era de 5US\$ en 1960. El precio a aumentado desde entonces en un 7% por año.

Ejemplos

Año	Precio [US\$]
1960	5
1970	10
1980	20
1990	40
2000	80
2010	160



- Factores de potencias de dos según cuantos doubling time hayan pasado
- Notar cuan grandes son los factores durante un modesto período

Ejemplos



1986:

Población mundial: 5 billones
[pers]

Crecimiento: 1,7%[pers/año]

T_2 : 41 Años

Si esta tasa del 1,3% continua,
dentro de 780 años habrá una
persona por metro cuadrado de
tierra (continental).

La masa de la población igualaría
a la masa de la Tierra en 2400
años.

1999:

Población mundial: 6 billones
[pers]

Crecimiento: 1,3%[pers/año]
80 [Mpers/año]

T_2 : 53 Años

Fuente: US Census

**Doubling
Time**

Ejemplos



Opciones de Atenuación

Incrementan Población	Merma Población
Procreación	Abstención
Inmigración	Anticoncepción/Aborto
Medicina	Detener inmigración
Salud pública	Enfermedades
Paz	Guerra
Ley y Orden	Violencia/Asesinatos
Agricultura científica	Hambruna
Prevención de accidentes	Accidentes
Aire limpio	Contaminación/Fumar
Ignorancia del problema de la sobrepoblación	

Opciones de Atenuación

- ▶ Dejar que la naturaleza equilibre tomando alternativas del lado derecho?



Educación??

Ejemplo

- ▶ Santiago dentro de 70 años, creciendo a la tasa nacional (1.2%/año), tendría una población equivalente a la de B.A.
- ▶ Como se meten a todas esas personas en la cuenca de Santiago?
- ▶ Habrá alguna campaña para impedir la sobrepoblación, o primero la naturaleza se hará cargo?



CENSO DE POBLACION

Resultados preliminares alarmantes entrega el último censo. El crecimiento de la población fue sólo 12,8% (1.701.940 personas) entre 1992-2002. A toda luz un "crecimiento" **exiguo** para nuestra dimensión territorial. La tasa de fertilidad de Chile apenas alcanza para conservar a futuro nuestra población actual.

La experiencia en países desarrollados con estas tasas de fertilidad, muestra que es imposible revertirlas. Incluso aquellos países intensifican la tendencia a la baja, al extremo que su población ya ni siquiera se mantiene, sino comienza a decrecer. En consecuencia, Chile mantendrá durante los próximos decenios su rasgo de territorio claramente subpoblado.

El tema poblacional de Chile es debate antiguo. Más que avanzar, hemos retrocedido por la irresponsabilidad de quienes propiciaron, en su momento, control de natalidad en el país. Los resultados actualizan esta materia con una fuerza y se transforma en una de las tareas políticas de Estado de la mayor urgencia para todos los gobiernos futuros. La globalización es una disputa de mercados y prioritariamente, un asunto de población.

Sorprende además, la intensidad de las migraciones internas entre 1992 y 2002. El "nomadismo territorial interno" es considerado -en todo el mundo- un reflejo de precariedad, además de signo de inestabilidad en el desarrollo de un país.

El 86,7% de la población en Chile es urbana. En efecto, las regiones Metropolitana, Bio-Bio y Valparaíso, -el 9,1% del territorio nacional- albergan el 62,6% de la población. La urbanización de Chile sigue la tendencia del mundo desarrollado. No así la concentración de la población en unas pocas ciudades (macrocefalia), que es una expresión negativa de países emergentes, especialmente de Latinoamérica.

Las regiones al sur de Santiago, "crecen" menos que el porcentaje promedio de la variación intercensal. Sólo cuatro regiones, Tarapacá, Antofagasta, Coquimbo y la Metropolitana, crecen más que el promedio nacional. El 74% del crecimiento de Tarapacá responde a la expansión de Iquique, y el 84% de la II Región se explica por el aumento de la ciudad de Antofagasta. A lo señalado se suma el nulo progreso (incluso retroceso) del poblamiento de varias comunas litorales de nuestro país, lo que resulta inexplicable si consideramos la proyección hacia el Pacífico de nuestro país.

El censo revela también una intensa migración intraurbana, vale decir, desplazamientos al interior de las ciudades. Santiago es un caso típico. Esta origina los principales problemas de gobierno que agobian a la ciudad y la tienen al borde del colapso.

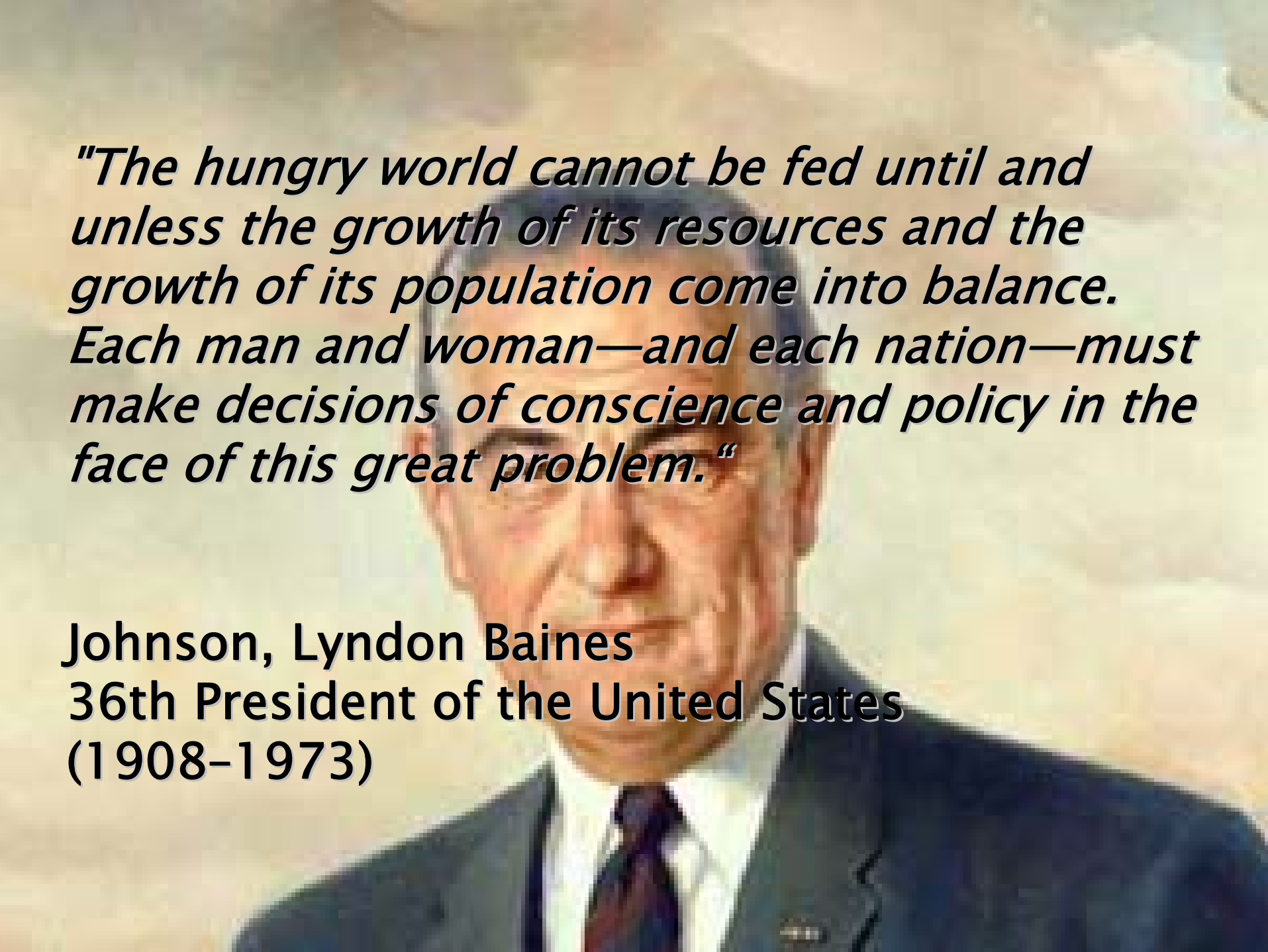
Ejemplo

- ▶ Presentar artículos de:
 - Fundación Chile Unido
 - ONU



(Naciones Unidas)



A portrait of Lyndon B. Johnson, the 36th President of the United States, wearing a dark suit and tie. The image is slightly blurred and serves as a background for the text.

"The hungry world cannot be fed until and unless the growth of its resources and the growth of its population come into balance. Each man and woman—and each nation—must make decisions of conscience and policy in the face of this great problem."

Johnson, Lyndon Baines
36th President of the United States
(1908–1973)

