

Creditos / fuentes

Muchas diapositivas o partes de ellas vinieron de (paginas de):

IEA, USDOE BES, NREL +++++

N. Lewis (Caltech), G. Crabtree (ANL), P. Alivisatos, S. Chu (UCB /LBL), A. Nozik, S. Kurtz, D. Ginley (NREL), R. Smalley (Rice),

L. Bronicki (Ormat), Y. Lou (CWRU), J. Karni,

I. Lubomirsky, I. Maron, G. Hodes (WIS), A. Zaban (BIU) +++++

Por favor infórmenos* de cualquier crédito que no aparezca aquí.
Gracias!

* david.cahen@weizmann.ac.il

Traducción al Español por Santiago Herrera, Univ, Iberoamericana, Mexico



ENERGÍA

EL reto global





מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE



ENERGÍA

EL reto global

Vivir la vida que aspiramos a vivir,
sustentablemente, es un reto sin precedentes.

¿Por qué?

Por tres razones:



-a- La energía define la accesibilidad a la mayoría del resto de los recursos

Los mayores retos de la humanidad*

ENERGÍA → sustentabilidad de los recursos

AGUA (↔ energía)

(resto del) MEDIO AMBIENTE (↔ energía)

ALIMENTOS (↔ energía)

SALUD/ENFERMEDADES (↔ energía)

POBREZA (~ energía)

EDUCACIÓN, SEGURIDAD

POBLACIÓN (↔ (~ energía barata))

Créditos/fuentes: muchas diapositivas o partes de ellas vinieron de (páginas de): IEA, USDOE BES, NREL, N. Lewis (Caltech), P. Alivisatos, S. Chu (UCB /LBL), A. Nozik, S. Kurtz, D. Ginley (NREL), J. Karni, I. Lubomirsky, I. Maron, G. Hodes (WIS), A. Zaban (BIU), L. Bronicki (Ormat), Y. Lou (CWRU), G. Crabtree, * precediendo al difunto R. Smalley (Rice U)



¿Qué es la energía?

Energía(trabajo): **kWh**
tu factura de electricidad!

Potencia: **kW**(velocidad del uso de energía/generación)

¿Se nos está acabando?

(La energía se conserva, $E=mc^2$; --> *energía nuclear* !)

En realidad no; Más bien,
¿QUÉ "tipos" de energía necesitamos,
CUÁNDO y DÓNDE?

La transformación de energía de tipo A a tipo B
..... requiere energía

Necesidad total mundial de potencia en el 2010: ~14.5 TW; para el 2050: ~28 - 40 ?? TW

2.5 GW Planta de energía a carbón

Hadera, Israel

1 TW = 1000 GW
1 GW = 1000 MW
1 MW = 1000 kW

estimados(%) 2011

E.U.A	↘	~	19
UE	↘	~	14
FSU	↗	~	9
Brazil	↗	~	2.3
México	↗	~	1.5
E.Asia		~	30
China	↗	~	21.5
Japón	↘	~	4
India	↗	~	3.1

*Africa ~ 1.6
subsahariana*

Necesidad total mundial de potencia

en el 2010: ~14.5 TW; para el 2050: ~28 - 40 ?? TW

1 TW = 1,000,000,000,000 W (México ~ 0.2 TW)
1 GW = 1,000,000,000 W (Itaipu ~ 12.5 GW)
1 MW = 1,000,000 W (potencia para 1000 casas EU)
1 kW = 1,000 W (1 cuarto con aire acondicionado)

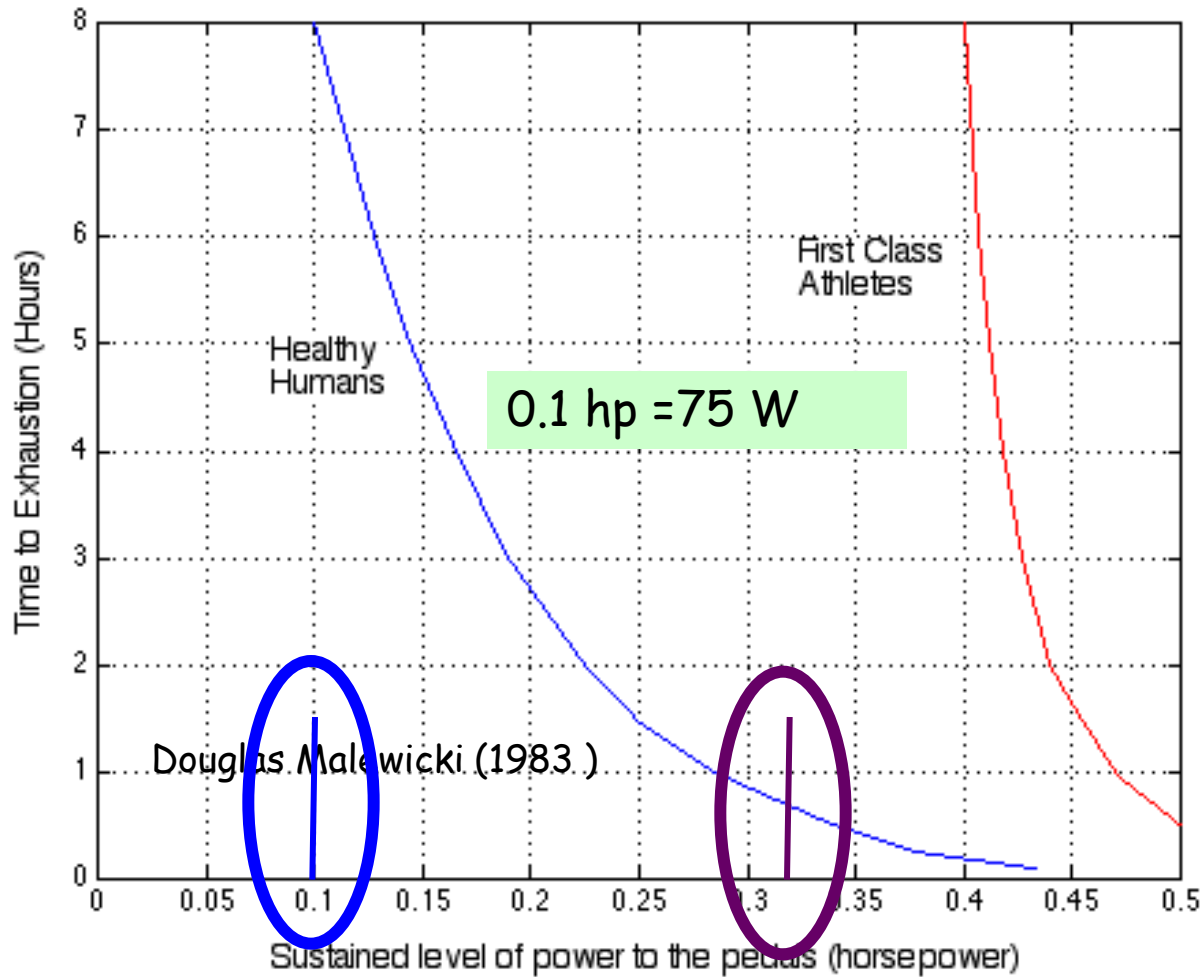
Cargador de celular	~ 5	W
TV o PC portátil	~ 20	W
Refri + congelador	~ 40	W
Lavadora	~500	W

Alimentos = Combustible

Pero... ¿Qué tan eficiente es?

?

Tiempo hasta el agotamiento vs. potencia humana

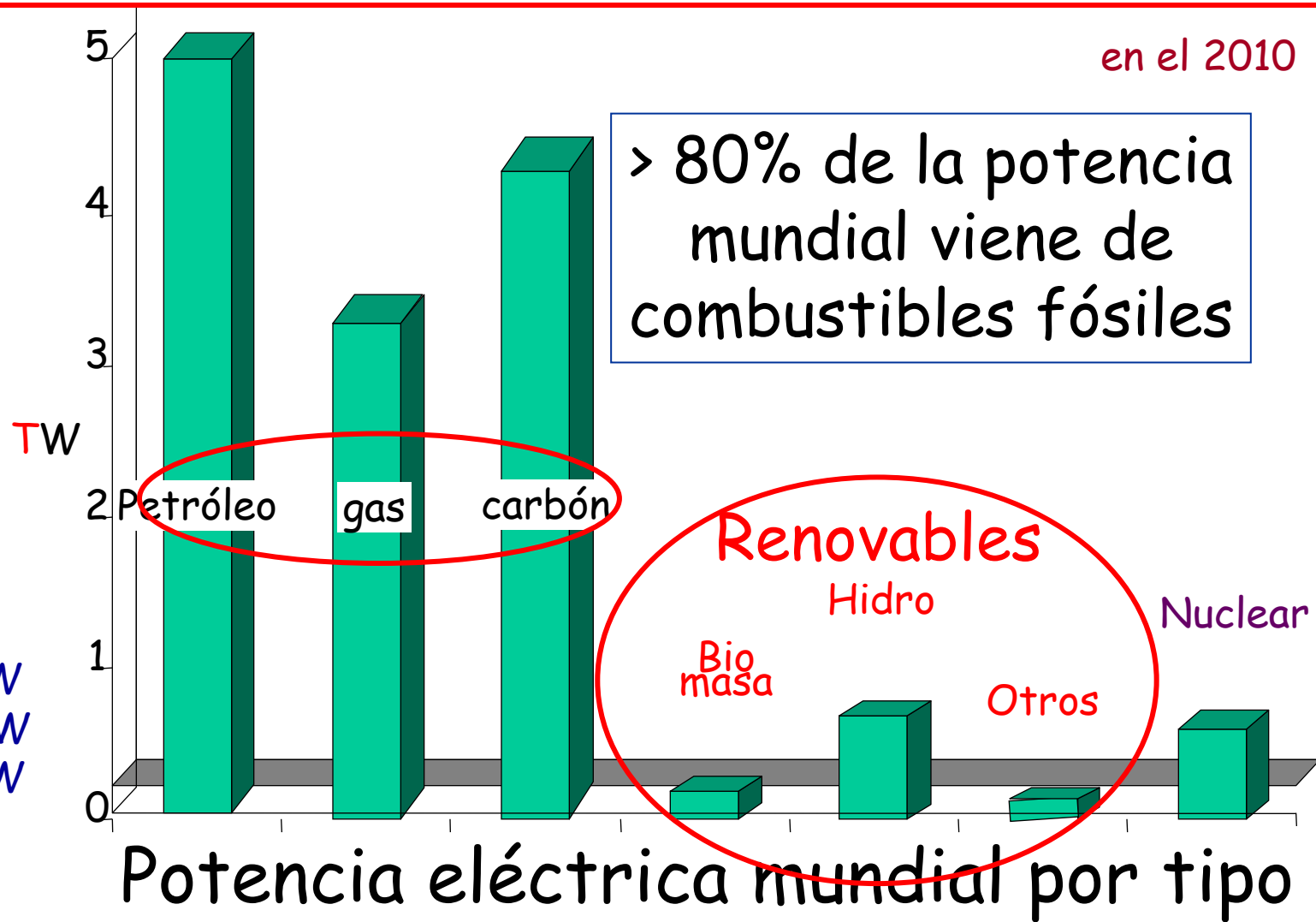


Equipo	Potencia [kW]
Refrigerador	0.25
Horno microondas	1
Bombilla de tungsteno	0.075
Bombilla fluorescente	0.02

En 1 hr de ejercicio un humano sano puede hacer trabajo mecánico a un ritmo de 0.27 hp (~ **0.2 kW**)

A un 75% (edad, peso) → max. trabajo mecánico: 0.15 kWh

-b- podemos confiar en nuestras fuentes de energía actuales?



ENERGÍA: J, Wsec; BTU
POTENCIA : $W = J/sec$



-b- ¿Podemos confiar en nuestras fuentes de energía actuales?

pero

el petróleo se nos va a acabar

Claro, en algún momento si se acabará,

y, si,

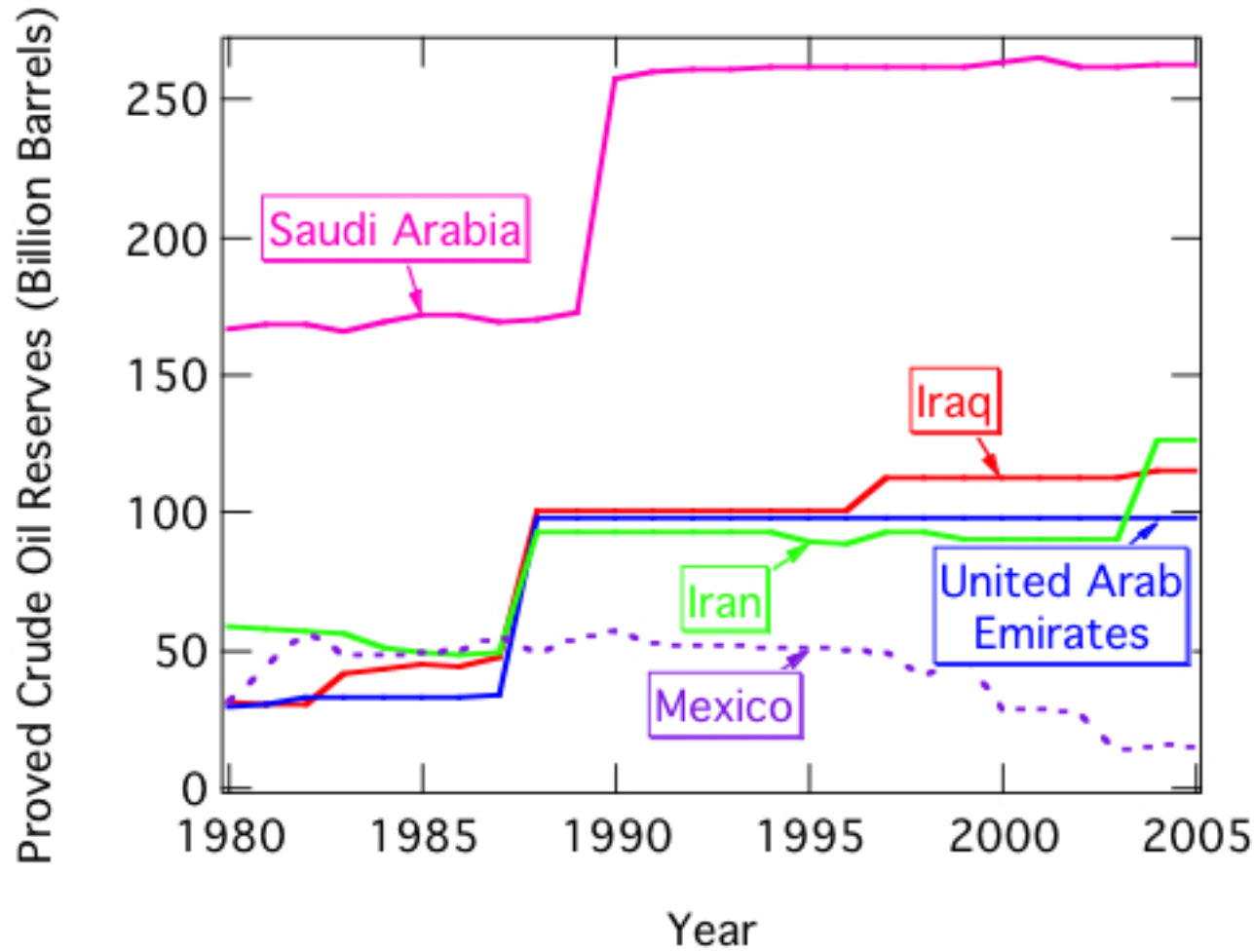
se nos está acabando el petróleo

barato y limpio,

pero...

¿sabemos realmente esto?

Reservas de petroleo, reportadas por varios países



y no es mucho mejor confiar en las compañías petroleras

-b- ¿Podemos confiar en nuestras fuentes de energía actuales?

Recursos y "Reservas" de energía

Reservas

(número de años de consumo anual en el año 2000)

Petróleo ≥ 50

Gas ≥ 60

Recursos definitivos

≥ 50

≥ 200

constante independiente del tiempo: ~30-50 años de petróleo

pero recuerden.....

"La Edad de Piedra no terminó debido a una escasez de piedras"

Sheik Ahmed Zaki Yamani, Saudi Oil Minister 1962-1986

-b- ¿Podemos confiar en nuestras fuentes de energía actuales?

Recursos y "Reservas" de energía

Reservas

(número de años de consumo anual en el año 2000)

Petróleo ≥ 50

Gas ≥ 60

CARBON ≥ 100

Recursos definitivos

≥ 50

≥ 200

~ 400

Entonces, ... el carbón soluciona los problemas
pero ...



-b- ¿Podemos confiar en nuestras fuentes de energía actuales?

aunque no todos esten de acuerdo con
el carbón $\leftrightarrow$ **cambio climático**

pocos discuten que

NOSOTROS contaminamos

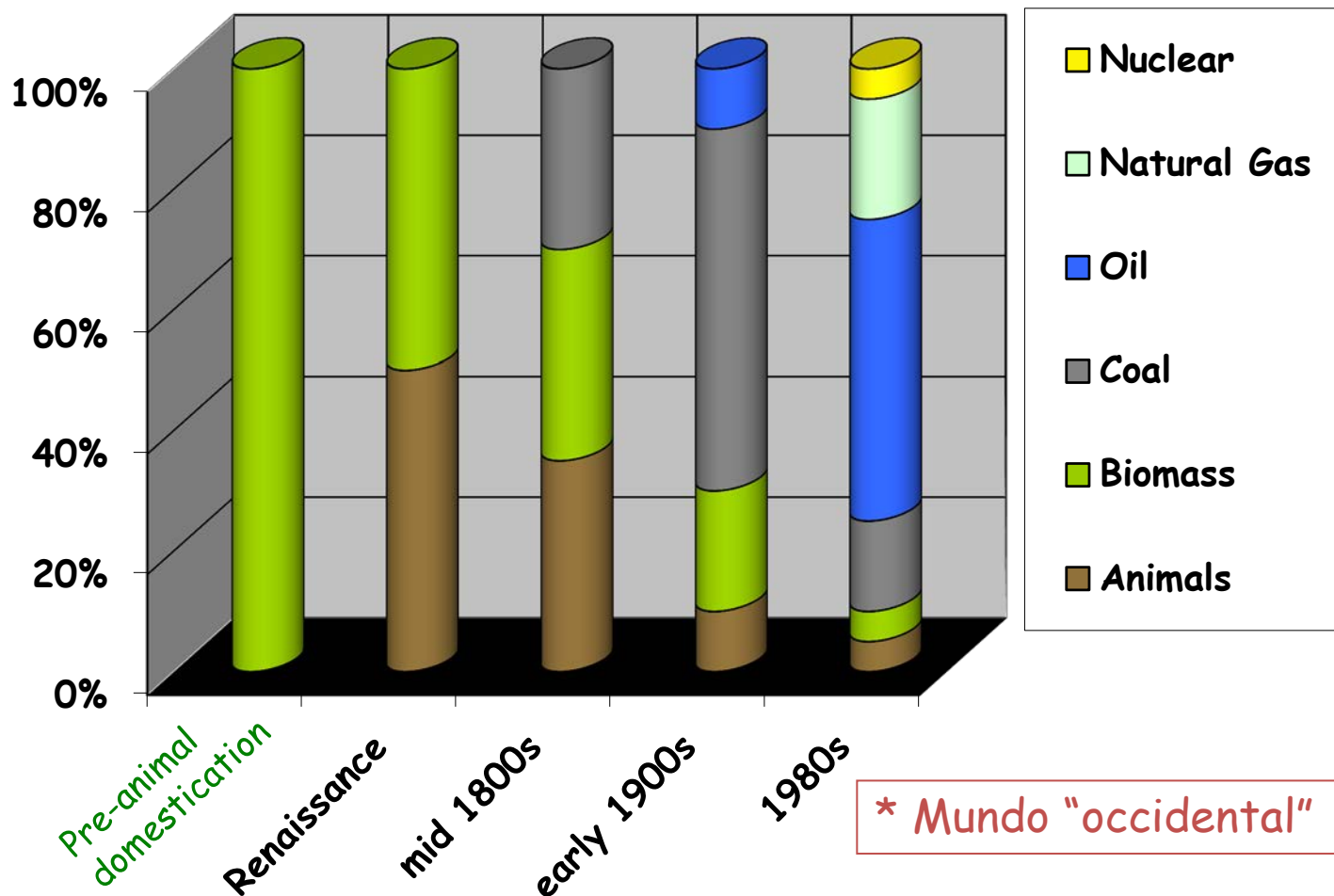
NUESTRO aire, agua y tierra

y ... existen alternativas?

El candidato "lógico":
LA ENERGÍA NUCLEAR
¿Por qué?

-c- Hasta el día de hoy, las nuevas fuentes de energía siempre cargarán más energía con el mismo peso y volumen que las viejas

Fuentes de energía a través de los años*



¿y hay otras alternativas?

- Nuclear
- "Lunar" (gravitacional)

¿y hay otras alternativas?

- Nuclear (geotérmica, solar)

→ Fuentes de energías renovables:

- * SOLAR (eólica, hidroeléctrica, biocombustibles)
- * geotérmica; mareas, corrientes oceánicas/oleaje

Energías renovables en la Tierra

negro: existe, pero no se sabe como obtenerla
rojo: existe y se sabe como obtenerla
morado: usado actualmente

Biomasa

con toda la tierra cultivable sin usar → ~5 TW (H₂O?)

1.9 TW
(0.2 TW sustentable)

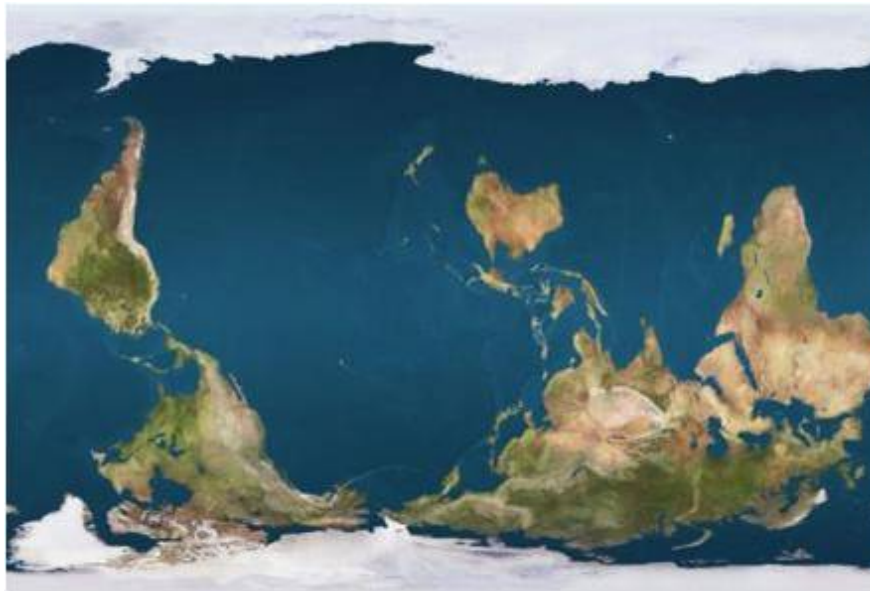
Eólica

~50 TW
~3-8 TW
0.24 TW_p

pero...
almacenaje

(otros) solar

1.2x10⁵ TW
~ 100s TW (x 0.1 → 10s TW)
0.22 TW_p



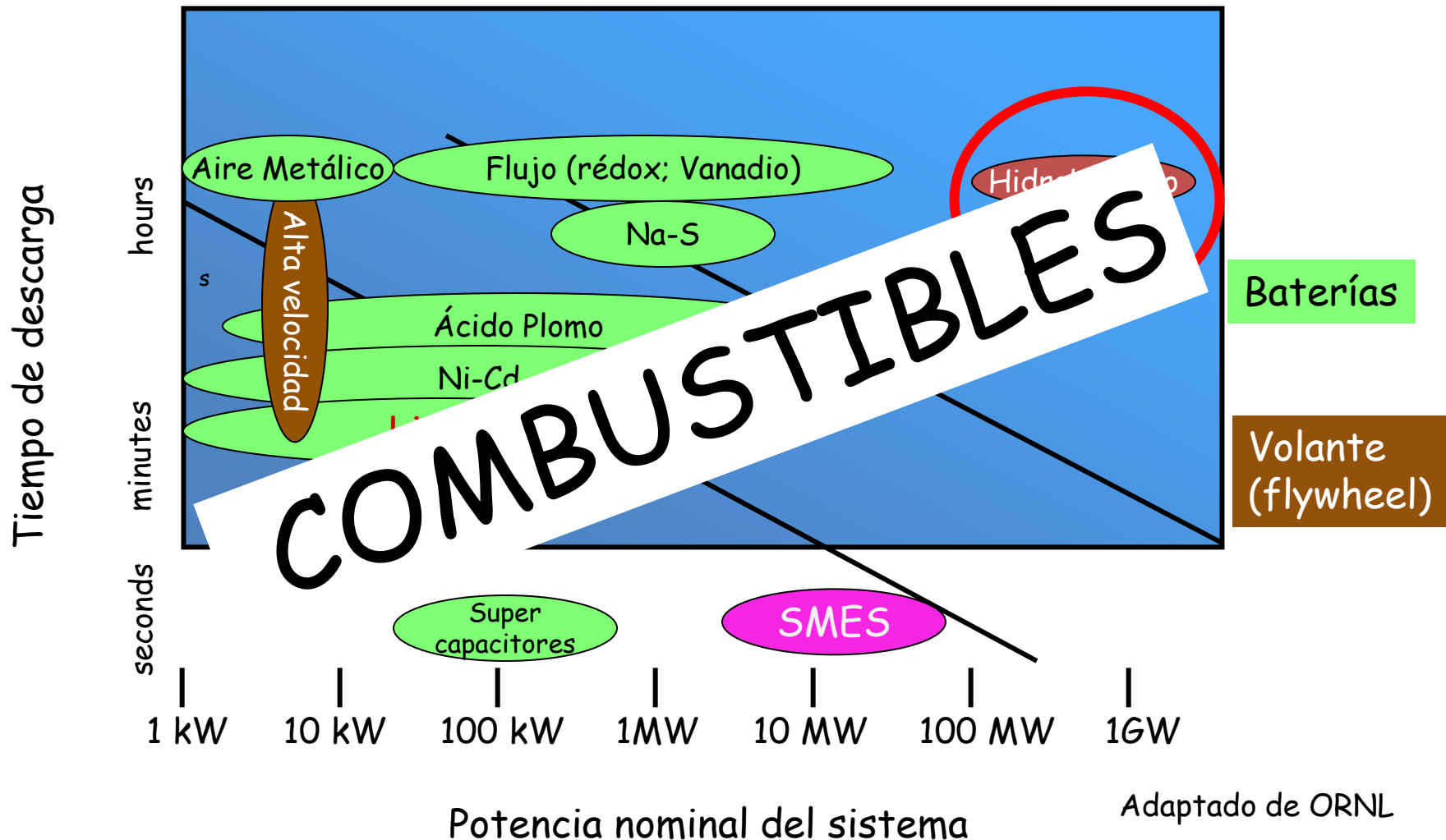
Hidroeléctrica

4.6 TW
1.5 TW
0.8 TW *instalado*

Geotérmica

12 (+30 oceano)
~1 TW
~ 0.03 TW

Almacenaje de Energía: Opciones Existentes



Combustibles Fósiles son un Tesoro de Energía

Tabla periódica de combustibles potenciales*

TIPO	GENERA- CIÓN (~ cost)	USO	MATERIAL COMPATI- BILIDAD	TOXICI- DAD	SEGU- RIDAD	ENERGÍA DENSIDAD (PESO)	ENERGÍA DENSIDAD (VOLUMEN)
------	-----------------------------	-----	---------------------------------	----------------	----------------	-------------------------------	----------------------------------

Entonces, que deberíamos / podemos hacer a

corto plazo (< 2020)

evolución en la tecnología y la ingeniería:

e.j.:

- Uso **más limpio** de los combustibles fósiles
- Mejorar, Optimizar; carbón → gas / líquido
- "2^{da} Generación" Biocombustibles
- **CONSERVACIÓN**: recicla, reusa, reduce
+ **E D U C A R**



Entonces, que deberíamos / podemos hacer a

mediano plazo (hasta el 2030-2050):

desarrollar ciencias e ingenierías aplicadas

+

EVOLUCIÓN en la ciencia básica

+ E D U C A R

Entonces, que deberíamos / podemos hacer a
largo plazo (> 2040):

Estimular

REVOLUCIONES en la ciencia...

+ E D U C A R

El Sol como fuente de energía

* Calor solar

- directo Calor ($> 200 \text{ GW}_p^{\text{th}}$), fresco
- a químicos Combustibles (a través de temp. altas)
- a electricidad indirecto $\rightarrow$ turbinas ($\sim 2 \text{ GW}_p$)
pero... almacenaje



El Sol como fuente de energía

Problemas

- Baja eficiencia de recolección (mucho espacio)



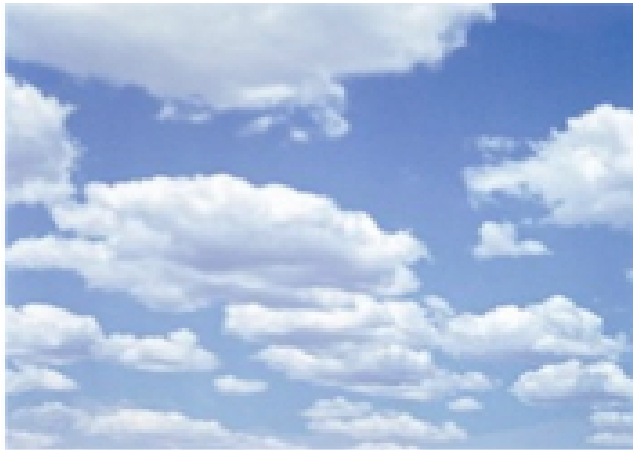
- Pérdida de radiación difusiva al concentrarse



El Sol como fuente de energía

Problemas

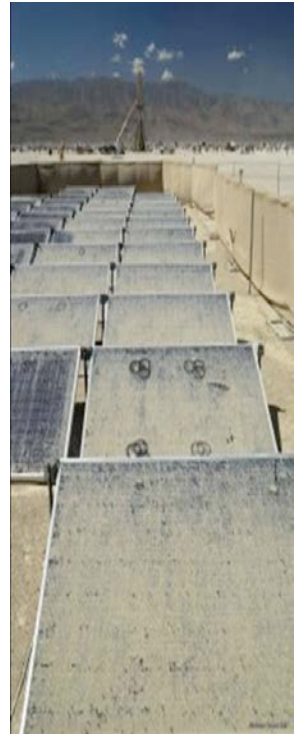
- Baja eficiencia de recolección (mucho espacio)
- Pérdida de radiación difusiva al concentrarse
- Variabilidad (día, año, clima
por lo tanto



El Sol como fuente de energía

Problemas

- Baja eficiencia de recolección (mucho espacio)
- Perdida de radiación difusiva al concentrarse
- Variabilidad (por día, por temporada, atmosférico)
- **polvo, es necesario mantenerlo limpio!**

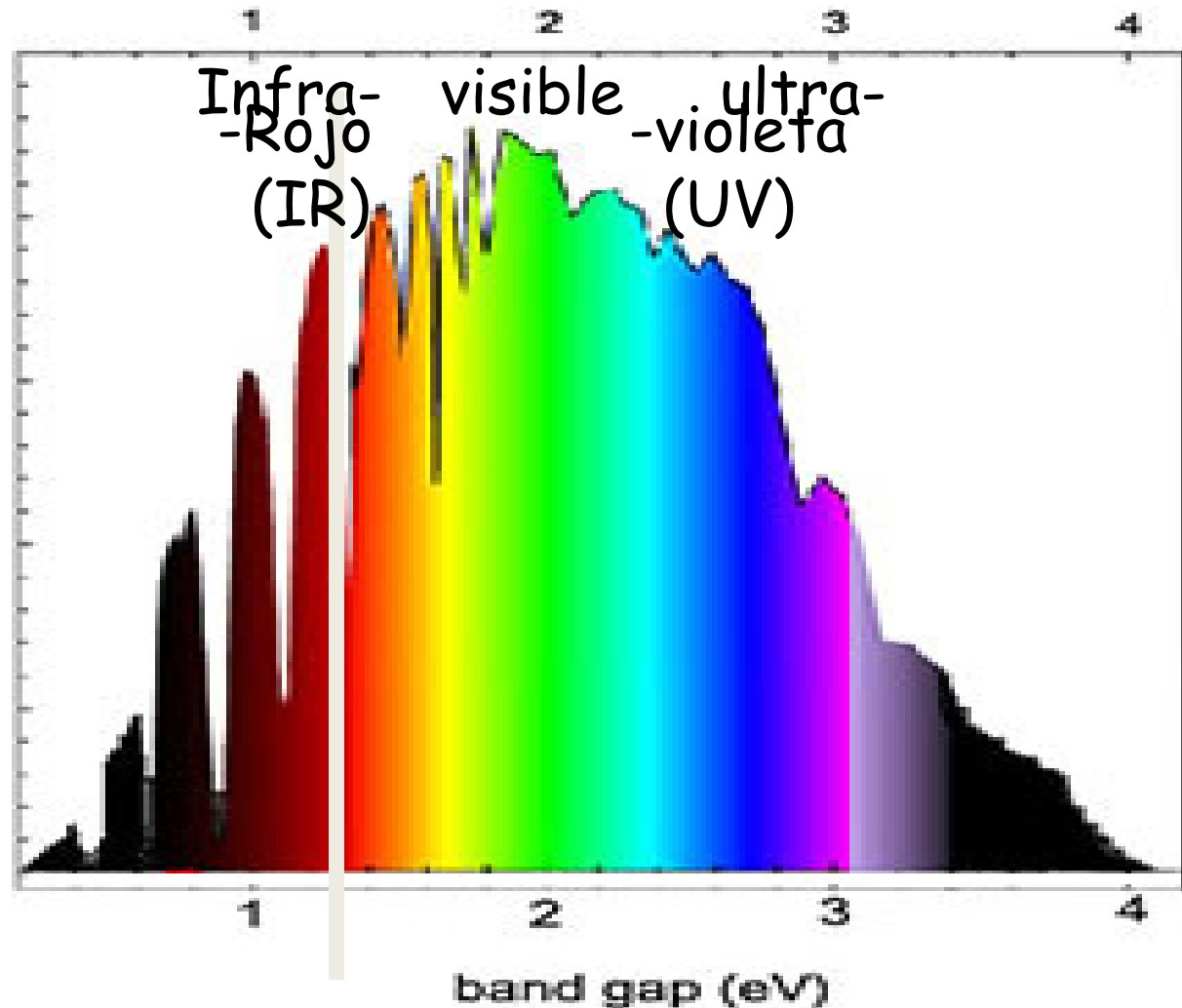


El Sol como fuente de energía

Problemas

- Baja eficiencia de recolección (mucho espacio)
- Perdida de radiación difusiva al concentrarse
- Variabilidad (por día, por temporada, atmosférico)
- polvo, i.e, mantenerlo limpio !!
- Baja eficiencia de conversión, excepto al calor

Conversión Cuántica un proceso con umbral



Espectro
de la
energía
solar

El Sol como fuente de energía

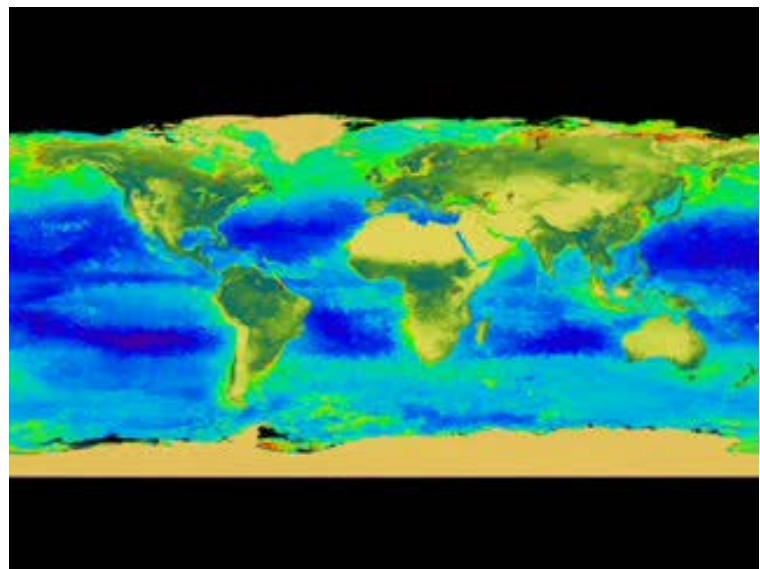
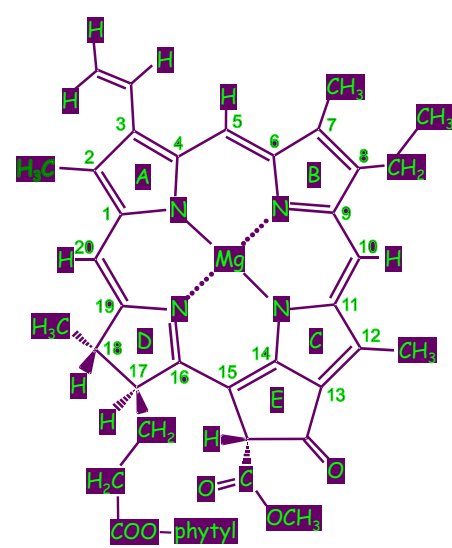
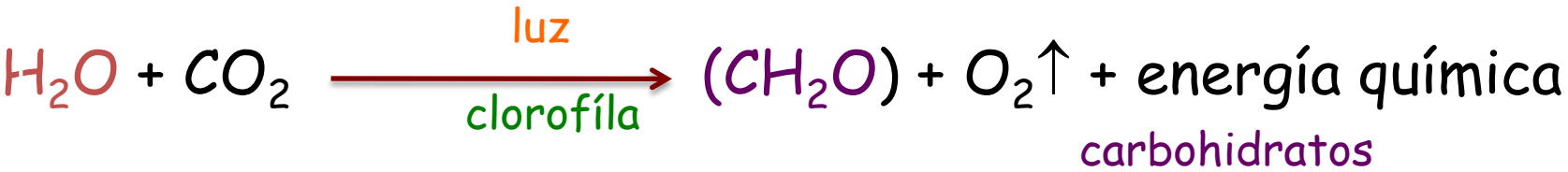
* Calor Solar

- directo Calor, fresco
- a químicos Combustibles (a través de temp altas)
- a electricidad indirecto (viento) → turbinas
pero... almacenamiento

• Como Luz

- a químicos Fotosíntesis, biocombustibles

Fotosíntesis Natural



Posibilidades en LA BOTÁNICA



y además



BIOCOMBUSTIBLE

Total:

2011 producción ~ ~
0.08 TW

= 50% de lo que es sostenible
si 50 x
→ 4 TW



El Sol como fuente de energía

* Calor Solar

- directo Calor, fresco
- a químicos Combustibles (a través de temp altas)
- a electricidad indirecto (viento) → turbinas
pero... almacenamiento

• Como Luz

- a químicos Fotosíntesis, biocombustibles
- a electricidad Celdas solares (fotovoltaicas)
pero ...

Celdas Solares (r)evoluciones & nuestras contribuciones

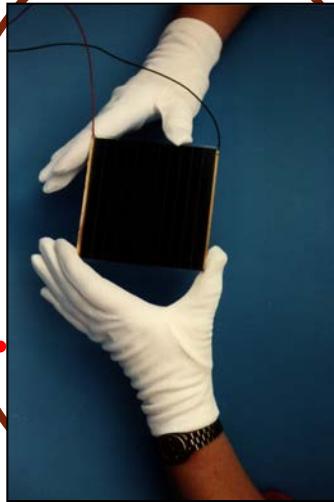


1^{ra} generación
Si



Mono- & multi-
cristalino
cm

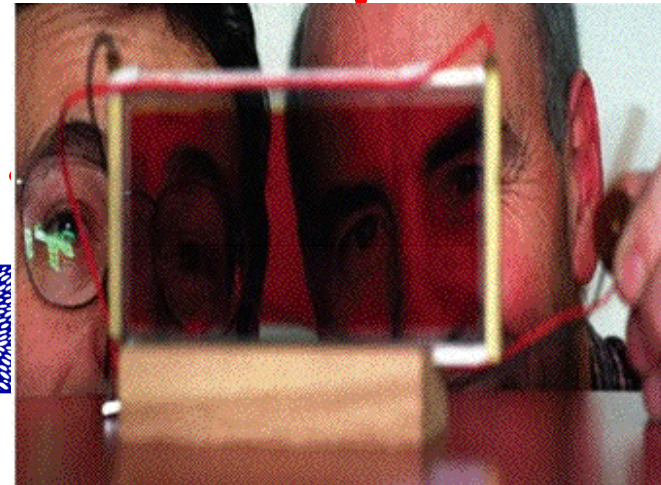
2^{da} generación
CdTe, CIGS



poli-cristalino
& amorfo
μm

3^d generation

TiO₂



nano-crystalline
~ 20 nm

más barato? más sencillo? →

organic (polymer/
small molecules



Algunas fortalezas probadas del Instituto Weizmann en

Ciencia básica multi- e inter-disciplinaria

- **Materiales** ciencia-nano- y molecular; electrónica
física/biología/química
- **Ciencias de la vida**-
Biología estructural, ingeniería genética, botánica
física/biología/matemáticas
- **Física**- plasma, óptica
materiales
- **Química-catálisis**
física/biología/matemáticas



-
- **Energía Solar:** Celdas solares (2^{da} & 3^{ra} generación)
Fotosíntesis (e.g., algas)
Energía solar concentrada (torre)

SE NECESITAN

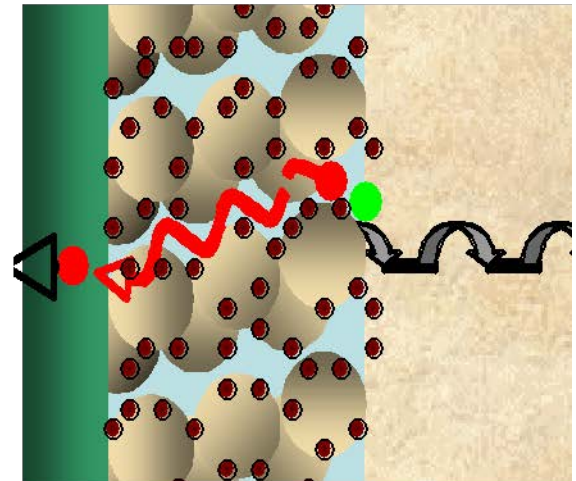
Nuevos materiales, mejor óptica

Por hacer

- “malos buenos materiales”
- mejor uso de luz solar
- fabricación sencilla de celdas

COMO?

- Materiales con autorecuperación
- Ópticos más inteligentes
- Auto-ensamblaje
- Pintura solar

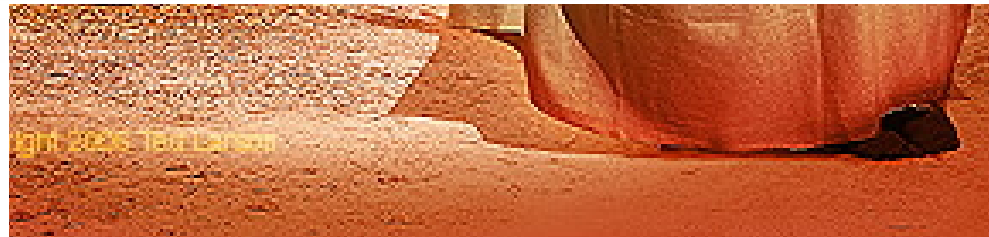


Hubble, Telescopio Espacial (HST)



Segunda parte del lote de las celdas solares del Hubble, retiradas después de 8.25 años en el espacio

Los regalos de Dios a la humanidad

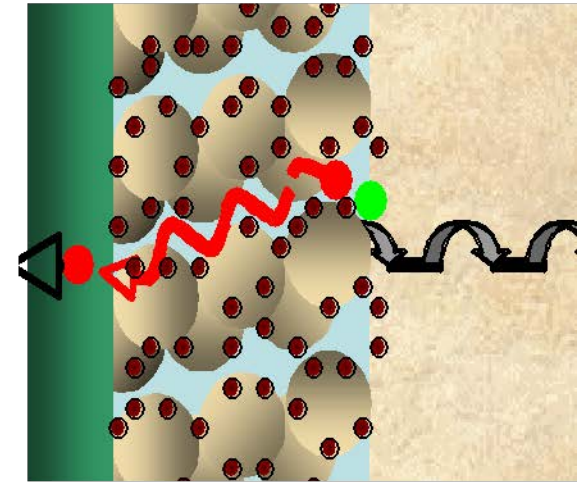


SE NECESITAN

Nuevos materiales, mejores ópticos

Por hacer

- “malos” “buenos” materiales
- **mejor uso de la luz solar**
- fabricación sencilla de celdas

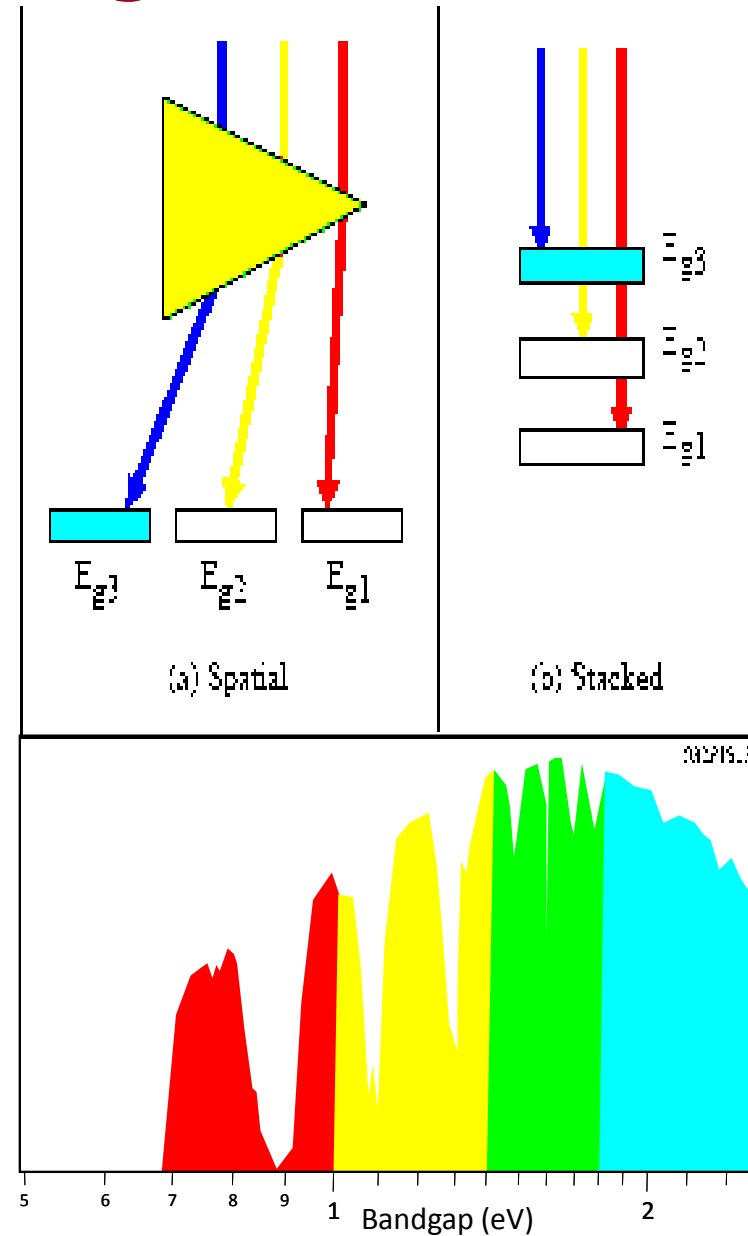
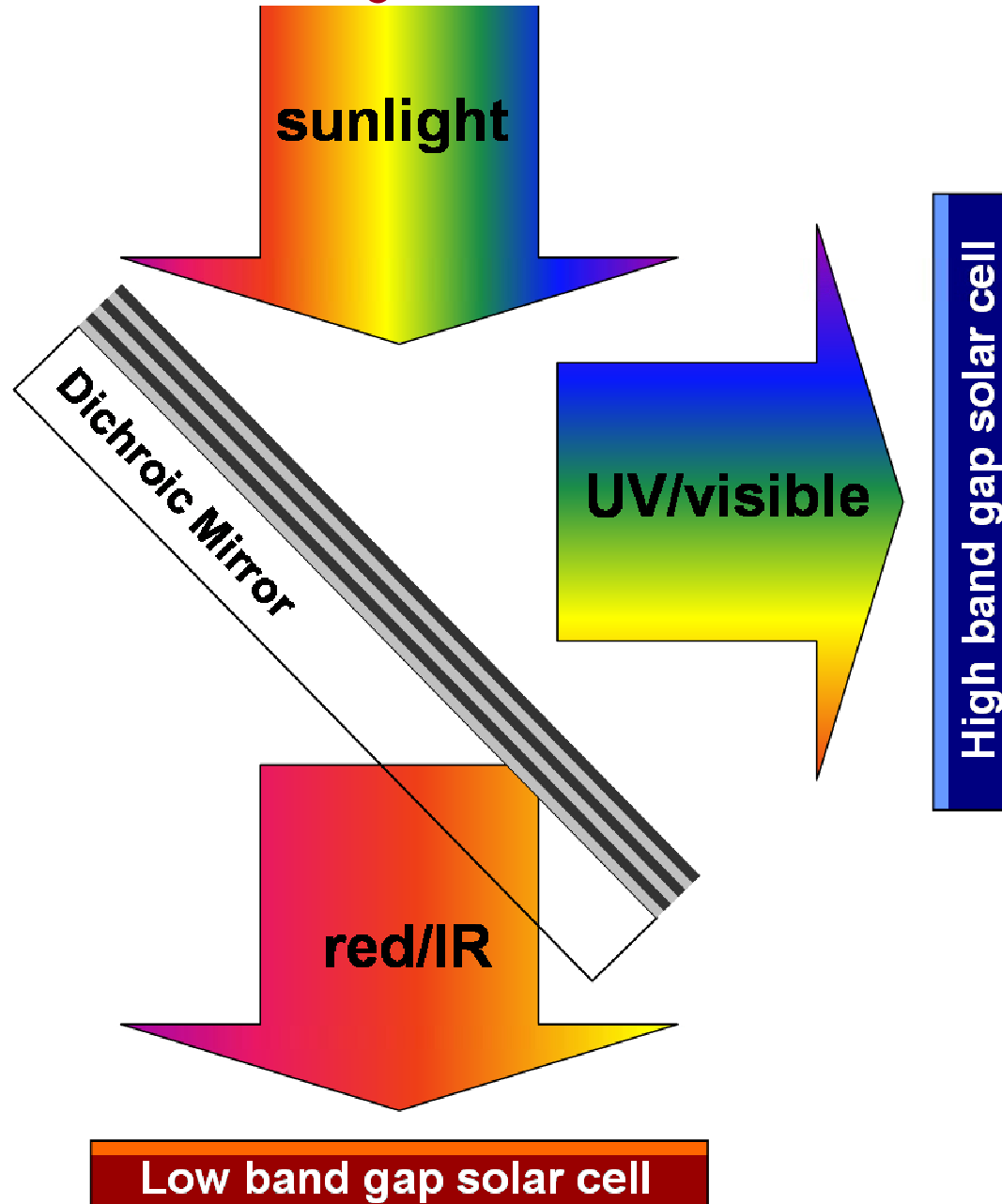


COMO?

- Materiales con autorecuperación
- **Ópticos más inteligentes**
- Auto-ensamblaje
- Pintura solar



Mejor uso de la energía solar



SE NECESITAN

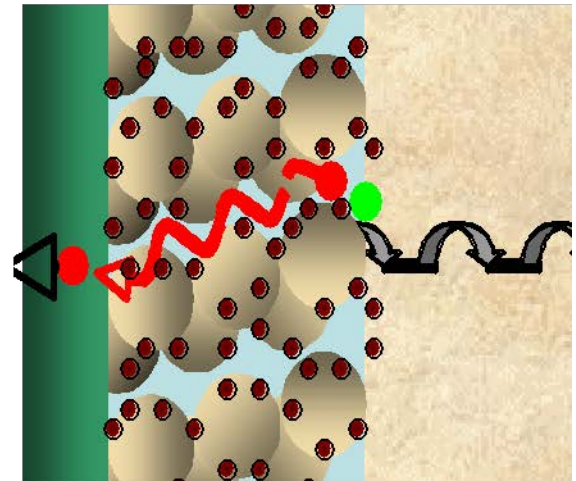
Nuevos materiales, mejores ópticos

Por hacer

- “malos buenos materiales”
- mejor uso de la luz solar
- fabricación sencilla de celdas

COMO?

- Materiales con autorecuperación
- Ópticos más inteligentes
- Auto-ensamblaje
- Pintura solar



El Sol como fuente de energía

* Calor Solar

- directo Calor, fresco
- a químicos Combustibles (a través de temp altas)
- a electricidad indirecto (viento) → turbinas
pero... almacenaje

• Como luz

 - a químicos Biocombustibles (pero
luz

- a químicos FOTOSÍNTESIS artificial

-a electricidad: Celdas solares (fotovoltaicas)
(+ indirecto: viento, solar, térmica)



Centrales eléctricas de células solares HOY

La planta eléctrica-solar más grande del mundo

0.25 GW_p ($\rightarrow \sim 50 MW_c$) la planta Agua Caliente en EUA



1/'13 Capacidad global
instalada de potencia PV

$\sim 0.1 TW_p$

PRC meta >2012

$\geq 0.01 TW_p/\text{año}$



30 TW_p ($\sim 6 TW_c$)
requiere 1 de estas plantas,
cada HORA, por los siguientes

~ 16 años (+ un poco de almacen)

Energía Eólica

Parque eólico más grande:
Alta (Oak Creek-Mojave)
 $1.32 \text{ GW}_p (\rightarrow 0.45 \text{ GW}_c)$

Para obtener 10 TW_c
3 / día por 20 años

PRC meta: $\sim 0.05 \text{ TW}_c$ en 10 años

Parque eólico
costa afuera

¿10 TW de electricidad de carbón?

Capacidad de generación eléctrica en México: ~ 0.06 TW (0.56 kW/capita)

Capacidad de generación eléctrica de Israel: ~ 0.016 TW (1.95 kW/capita)

Plan de crecimiento de electricidad de China: 0.1 TW/año



Entonces: "si lo deseas,
no es un sueño".

En dicha planta,
cada día,
por los siguientes... 11 años

2.5 GW Planta de energía a carbón-Hadera

"si TÚ lo deseas, no es un sueño"

óptica más inteligente; pintura solar ?

- **Fotosíntesis** natural, inteligente:
ingeniería genética/metabólica; biología sintética... ?
- Video-Conferencias 3-D (holográficas)
- Cuchillas de turbinas eólicas con "memoria de la forma"
- Energía Nuclear más limpia y segura
y ...
- **¡A donde nos lleve la creatividad y la curiosidad!**



Energía, es e/Reto Global

Para alcanzar este reto, tenemos que trabajar juntos

Levantarse ante el RETO ENERGÉTICO (→ **TW**)
puede ser el adelanto más importante de la humanidad
pero ...

para que esto ocurra, necesitamos empezar...

Todo lo que digo **ahora** es el momento
a la manera de desviar asteroides

