CALENDARIO METEOROLÓGICO

76 años informando del tiempo y del clima

La terraformación de otros mundos: una breve exposición con especial énfasis en los aspectos climáticos

David Quintero Plaza, DT Canarias

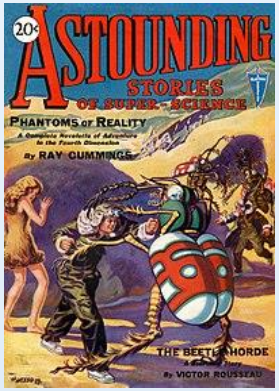
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

31 de enero de 2018

"La Tierra es la cuna de la humanidad, pero la humanidad no puede estar siempre en la cuna".

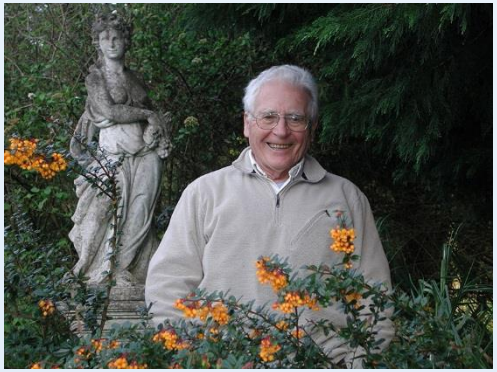
Konstantin Tsiolkovsky (1857 – 1935)

- Terraformación: primero ciencia ficción (Jack Williamson, "Collision Orbit"), luego ciencia.



By H. W. Wesso (Hans Waldemar Wessolowski) / Astounding Stories (Clayton) [Public domain], via Wikimedia Commons

Gage Skidmore [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons



By The original uploader was Bruno Comby at English Wikipedia (Transferred from en.wikipedia to Commons.) [CC BY-SA 1.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0)], via Wikimedia Commons

- Terraformación: crear condiciones de habitabilidad adecuadas para los seres humanos en nuevos mundos (Martyn J. Fogg).

Planetas ideales a terraformar…

- Muchos tipos de planetas, clasificados según su composición y origen: planetas exóticos (carbono, *Chtonians*…), planetas de hierro (Mercurio), de silicatos (la Tierra, Marte), gigantes gaseosos (Júpiter).

- Planetas oceánicos: inestables climáticamente. Desérticos: más estables.

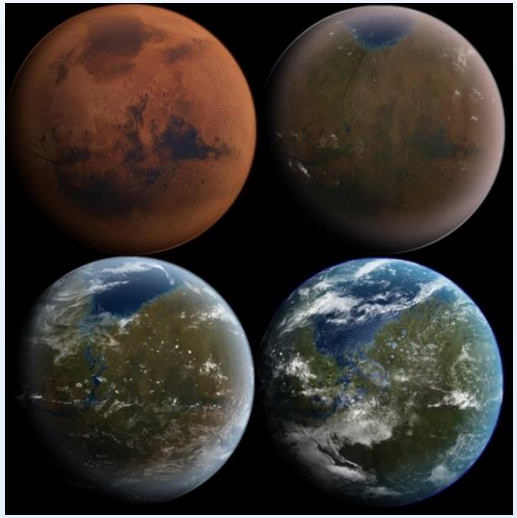
https://pixabay.com/es/paisaje-lunar-estrella-enana-marr%C3%B3n-1978303/

https://pixabay.com/es/azul-mar-vac%C3%ADo-mar-azul-cielo-1977898/

- Sistema Solar. Venus es el más cercano, pero sus nubes de ácido sulfúrico concentrado, sus altas temperaturas y su elevadísima presión lo descartan por completo.

- Candidato ideal: Marte.

Marte, el candidato ideal



By Daein Ballard [GFDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html) or CC-BY-SA-3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)], via Wikimedia Commons

- atmósfera: en superficie, 1 milésimo de la presión en la Tierra. Razones: poca gravedad y ausencia de magnetosfera. CO_2 (95 %). Tono rojizo: óxidos de magnetita. Dispersión no Rayleigh.

- Temperaturas muy fluctuantes: desde centenares de grados bajo cero hasta ¡30 ºC en el verano en el Ecuador! Alta radiación en superficie. Agua en Marte.

- Vientos pueden ser intensos. Tormentas de arena (pueden cubrir el planeta entero). El viento tiene <u>muy</u> poca capacidad de hacer trabajo.

$$\vec{V}_g = \frac{1}{\rho}\hat{k} \times \nabla_z p$$

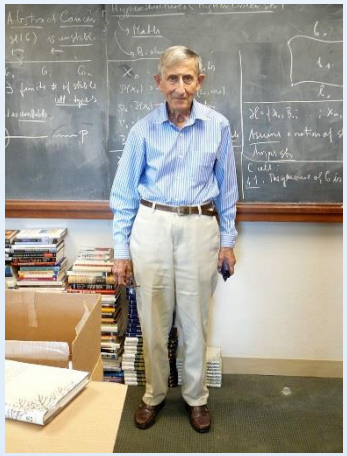
$$q = \frac{1}{2}\rho V^2$$

Marte, el candidato ideal

- Terraformación de Marte según Fogg → 5 modificaciones clave: aumentar la temperatura en superficie, incrementar la presión, cambiar la composición química del aire, humedecer la superficie y reducir el flujo de rayos ultravioletas incidentes.

- En 3 etapas: ecopoiesis, terraformación total y finalización.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JohnvonNeumann-LosAlamos.gif



By Monroem (Own work) [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons

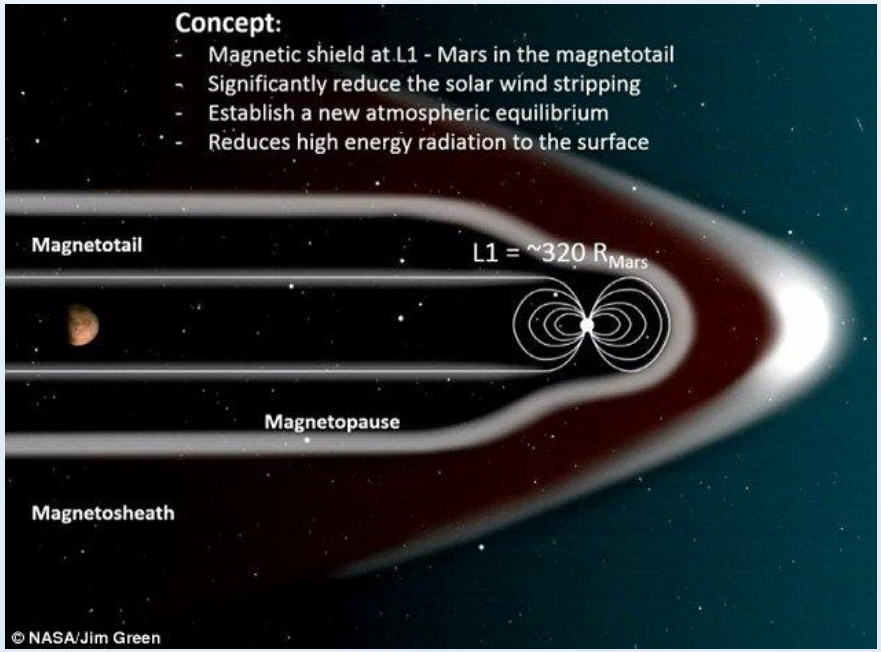
- **ECOPOIESIS:**

  - Creación de ecosistema sostenible (aunque aún no apto para los seres humanos).
  - Incremento de la temperatura: espejos en órbita que fundan casquetes de hielo en forma de CO_2. Aún insuficiente. Liberar gases no tóxicos de potente efecto invernadero (SF_6). Aún insuficiente. Liberación del CO_2 en el regolito. ¿Explosiones nucleares? ¿Asteroides?

Marte, el candidato ideal

- Máquinas de Von Neumann (Dyson): entidades autorreplicantes autónomas. Capturarían hielo de Encélado (satélite de Saturno) y lo dejarían caer sobre Marte. No solo hay liberación del CO_2 del regolito, punto extra al aportar agua. ¿Por qué no Europa? → Implicaciones éticas.

- **TERRAFORMACIÓN TOTAL.**
  - Crear condiciones similares a las de la Tierra.
  - Ahora toca reducir el dióxido de carbono y aumentar el oxígeno.
  - Aumentar la presión: usar N_2.
  - Proteger de la radiación: imán en Lagrange-1.
  - Uso de microorganismos modificados.



By NASA/Jim Green [Public domain], via Wikimedia Commons

Marte, el candidato ideal

- **FINALIZACIÓN.**
  - Estado asintótico.
  - Ausencia del ciclo carbonatos-silicatos terminaría por mineralizar la atmósfera (O_2 y CO_2 se combinarían con silicatos de las rocas.
  - Activo papel de los seres humanos.

CONCLUSIONES Y ASPECTOS ÉTICOS.

- ¿Problema "small closed loop ecology"?
- ¿Aplicar ingeniería genética?
- ¿Ética de la terraformación?

By D Mitriy (Own work) [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons

ORÍGENES DE LAS IMÁGENES:

P. 2: By H. W. Wesso (Hans Waldemar Wessolowski) / Astounding Stories (Clayton) [Public domain], via Wikimedia Commons
Gage Skidmore [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons
By The original uploader was Bruno Comby at English Wikipedia (Transferred from en.wikipedia to Commons.) [CC BY-SA 1.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0)], via Wikimedia Commons

P. 3: https://pixabay.com/es/azul-mar-vac%C3%ADo-mar-azul-cielo-1977898/
https://pixabay.com/es/paisaje-lunar-estrella-enana-marr%C3%B3n-1978303/

P. 4: By Daein Ballard [GFDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html) or CC-BY-SA-3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)], via Wikimedia Commons

P. 5: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JohnvonNeumann-LosAlamos.gif
By Monroem (Own work) [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons

P. 6: By NASA/Jim Green [Public domain], via Wikimedia Commons

P. 7: By D Mitriy (Own work) [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons