

# Gradualismo, gracias a Dios (Júpiter)

La evolución mayormente gradualista de la Tierra se debe a la función que cumplen los grandes planetas del sistema solar como protectores de impactos.

Federico Ignacio Isla

## Resumen

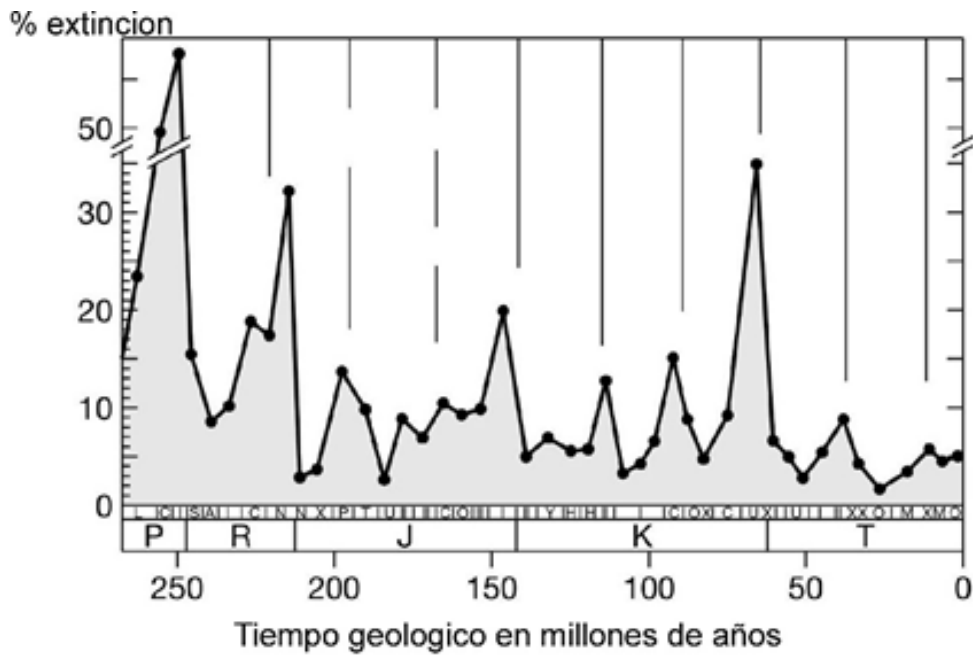
La Tierra tiene una serie de características que la hacen un planeta muy particular. Gracias a los estudios de la geología, hoy sabemos que su evolución estuvo condicionada por los planetas vecinos. Las misiones que accedieron a Marte buscan, en las evidencias de agua en su pasado (canales, deltas), si existe alguna prueba de los experimentos de emisión de gases que se hicieron en 1976 (misión Viking 1). La evolución de la vida en La Tierra fue mayormente gradualista. No obstante, hubo extinciones que, en algunos casos, se atribuyen a impactos de asteroides o cometas. Los planetas gigantes como Saturno y particularmente Júpiter condicionaron el efecto de estos disturbios en la evolución de la vida.

Si bien hoy sabemos que nuestra existencia en el planeta se debe a lentos cambios climáticos que contribuyeron a que ciertos primates adquirieran una posición erguida y andar bípedo, no debemos olvidar que, varios millones de años antes, los mamíferos lograron progresar cuando la supremacía de los dinosaurios disminuyó drásticamente debido al impacto de un cometa o asteroide (**Fig. 1**).

Nos queda claro, entonces, que la evolución de la vida estuvo condicionada, de un lado, por prolongados intervalos de evolución gradual (gradualismo) y, del otro, por cambios episódicos provocados por eventos catastróficos (catastrofismo). Los límites de los períodos geológicos –por mencionar un ejemplo– fueron establecidos a partir de grandes cambios y extinciones que ocurrieron a fines del Pérmico, del Triásico, del Jurásico y del Cretácico (**Fig. 2**).



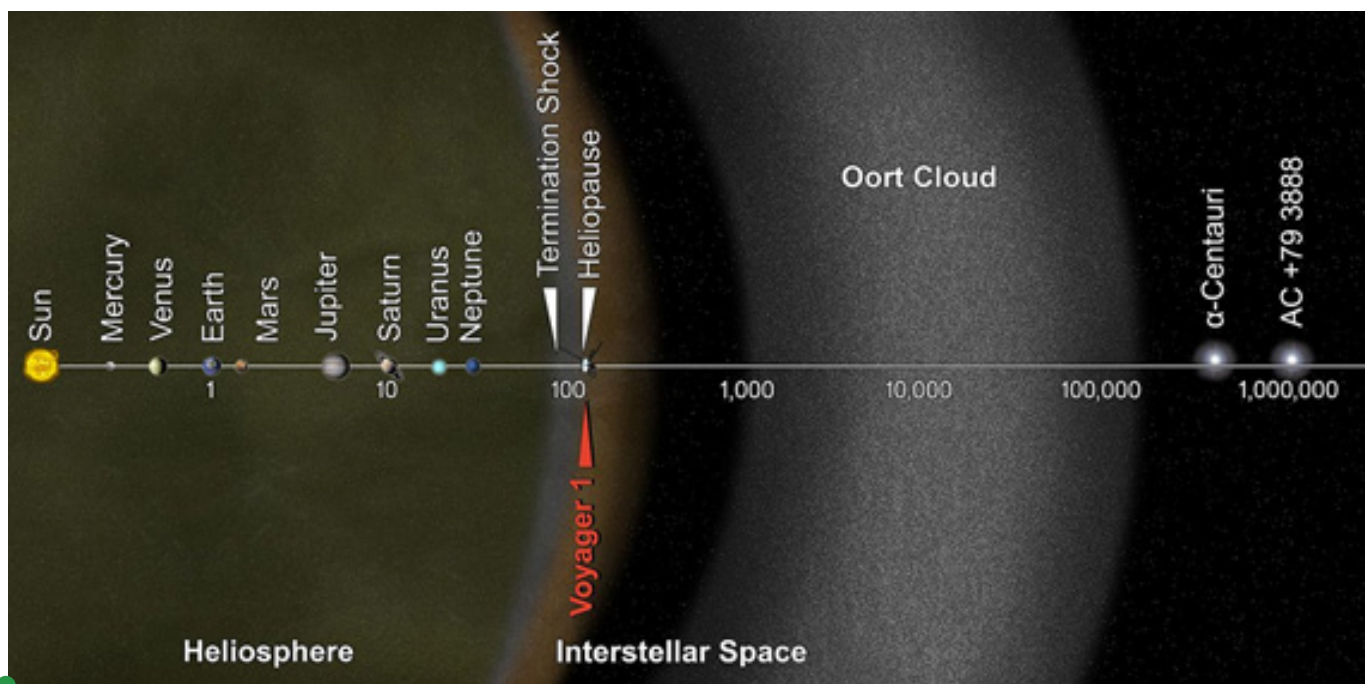
Fig. 1. Impacto K-T según el artista de NASA Ron Davis.



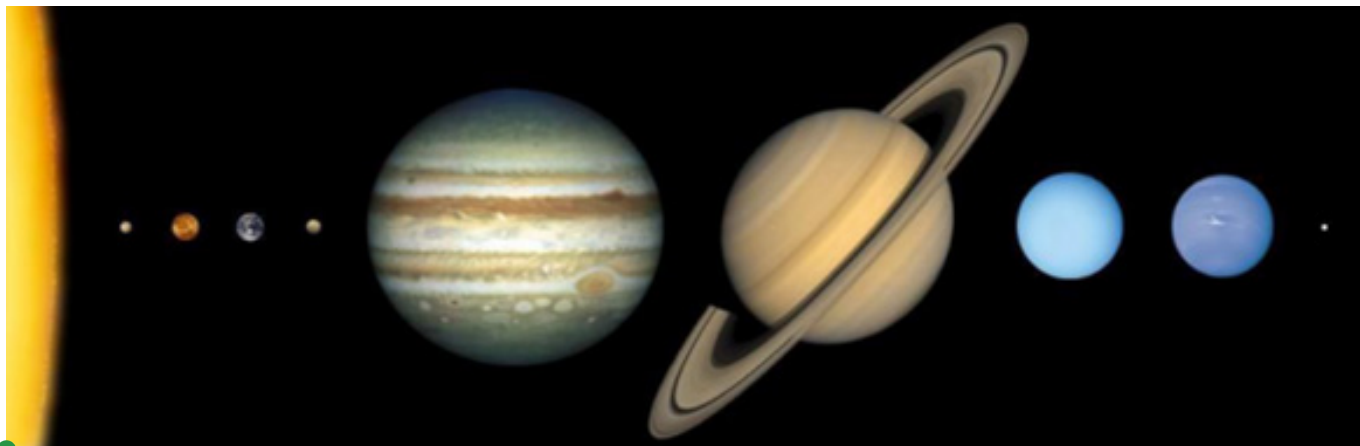
**Fig. 2.** Porcentajes de extinciones desde el Pérmico

La distancia entre nuestro sistema solar y la constelación de Oort es variable, alcanzando su mínimo cada 33 millones de años. De esta nube estelar, se desprenden cometas capaces de impactar en alguno de los planetas que giran alrededor de esta estrella amarilla tipo G que conocemos como el Sol y que irradia luz a partir de su temperatura de 5778 grados Kelvin (**Fig. 3**).

El sistema solar consta de cuatro planetas interiores (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) y cuatro exteriores, considerados gigantes (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno). Mientras los primeros son de composición rocosa-metálica y poseen una delgada capa atmosférica, los segundos son de composición gaseosa –principalmente de hidrógeno (H) y de helio (He)– y contienen atmósferas masivas e interiores líquidos (**Fig. 4**).



**Fig. 3.** Los números en el eje horizontal, representan una escala logarítmica. El 1 (una unidad astronómica, AU) es la distancia Sol-Tierra (aproximadamente 150 millones de km). Neptuno se encuentra a 30 AUs del Sol y la nube Oort entre 1000 y 100.000 AUs del Sol. Se estima que la sonda Voyager 1 podría llegar al interior de la Nube Oort en 300 años.

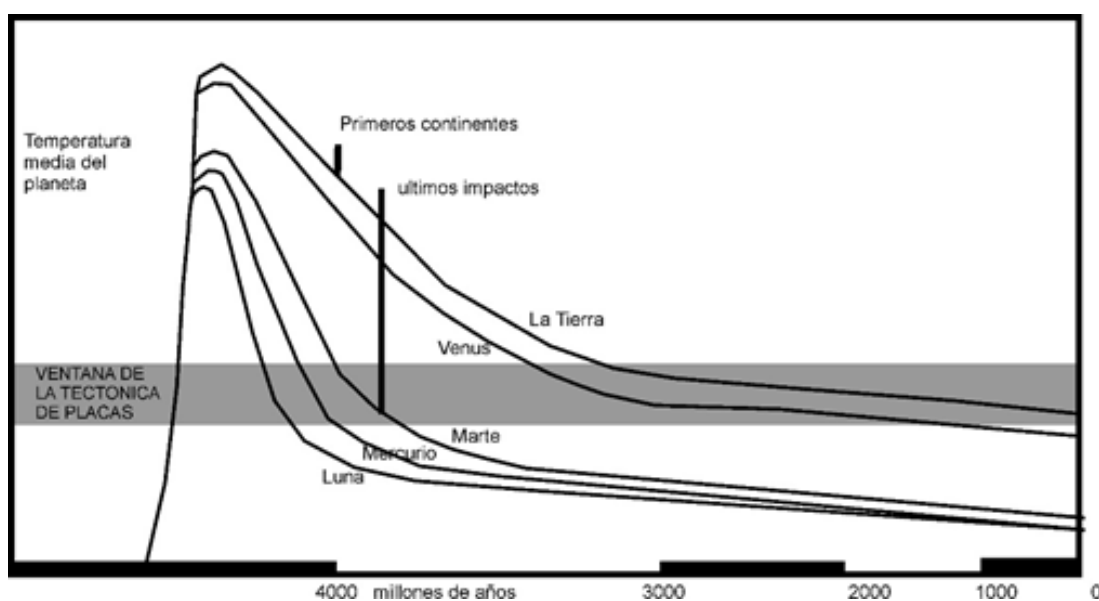


**Fig. 4.** Relación de tamaños de los planetas del sistema solar.

Afortunadamente el interior de nuestro sistema solar está protegido por esos grandes planetas exteriores cuya masa es capaz de atraer por gravedad los cuerpos erráticos que se pudieran aproximar. A su vez, la frecuencia de impactos sobre el sistema solar no es la misma que existía hace 3900 millones de años cuando la corteza terrestre había comenzado a formarse. Si bien la tectónica de placas característica de la Tierra fue eliminando los cráteres primigenios, en las superficies de la Luna, Marte y Mercurio aún hay evidencia de aquellos impactos recurrentes. Gracias al enfriamiento rápido de sus respectivas cortezas, podemos visualizarlos hasta el día de hoy. Aunque con frecuencia menor, la Tierra siguió siendo al-

canzada por asteroides que condicionaron la evolución gradualista de la vida, aunque esos cráteres han sido cubiertos por sedimentos o han desaparecido a medida que las placas se fueron degradando, consumidas por la tectónica de placas (**Fig. 5**).

Júpiter tiene un diámetro once veces mayor que la Tierra y es apenas menor que el Sol (**Fig. 6**). Su masa es 2,5 veces superior a la de los demás planetas juntos. Si esta fuera 80 veces mayor, podríamos estar hablando de una estrella roja enana, y si fuera 13 veces mayor, de una estrella enana marrón. De ser así, nuestro sistema planetario tendría días muy complicados por los efectos combinados de dos estrellas. Debido a que Júpiter



**Fig. 5.** Evolución de las cortezas de los planetas interiores del sistema solar. Los cráteres de Mercurio, Marte y la Luna testifican los impactos de hace 3900 millones de años (modificado de Torbett 1989)

Júpiter irradia tanto calor como el que recibe del Sol, se supone que se contrae a razón de 2 cm/año.

La existencia de planetas gigantes –compuestos fundamentalmente por hidrógeno y helio– es más común de lo que se cree: ya se han descubierto cien de ellos en otros sistemas planetarios (exoplanetas). Durante mucho tiempo, Júpiter fue conocido por sus cuatro grandes satélites conocidos como galileanos en honor a su descubridor y que se presentan como otro sistema planetario ubicado dentro del solar. Hoy se sabe que Júpiter tiene 67 satélites, de los cuales 51 tienen diámetros mayores a 10 km. Recientemente se han distinguido unos trece cometas vinculados con él, originalmente llamados cometas Soller por su

descubridor, en 1870. Además existen varios centauros relacionados a la órbita de Júpiter. Un centauro es un cuerpo menor, de diámetro mayor a 1 km, de órbita inestable que cruza las de los planetas gigantes y tiene una vida de apenas unos pocos millones de años. Pueden comportarse como asteroides y como cometas. Ya se han descubierto unos 44.000 y fueron descritos por primera vez en 1920, pero reconocidos como cuerpos diferentes recién en 1977.

Los satélites de Júpiter tienen, a su vez, diferencias. Los satélites interiores, lo y Europa, son cuerpos rocosos y densos similares a los planetas interiores del sistema solar. En cambio, Ganímedes y Calixto están compuestos por elementos livianos de modo similar a Júpiter y Saturno.

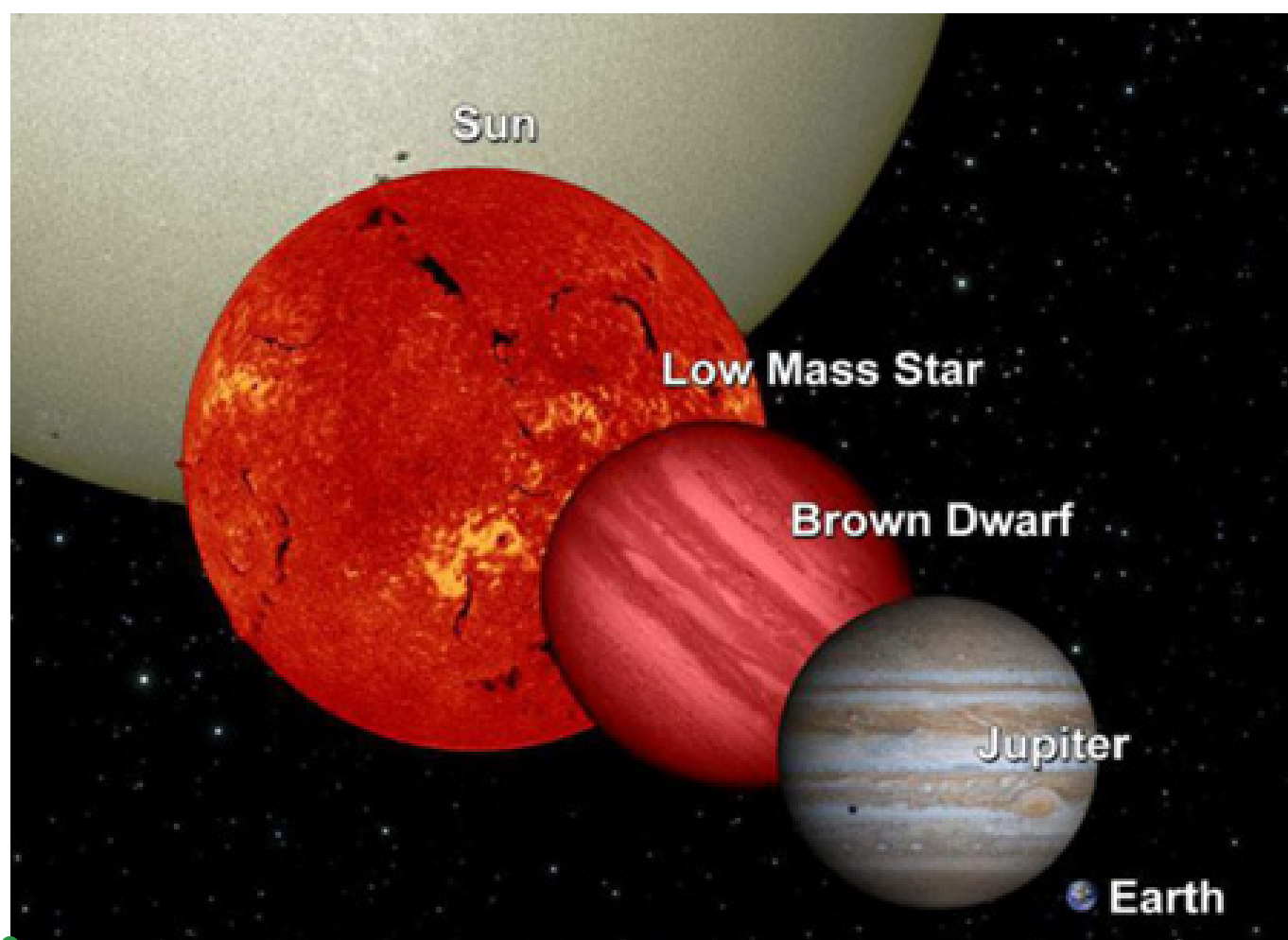


Fig. 6. Relación de tamaños entre estrellas (amarilla, enana marrón, Júpiter y La Tierra).

El vulcanismo de Io está condicionado a las mareas inducidas por su cercanía a Júpiter, cuestión que lo convertiría en el cuerpo más activo del sistema solar. Europa no tiene volcanes y su corteza rocosa está cubierta de hielo. Ganímedes es una bola de hielo con cráteres, dorsales y canales de los que se desconoce su función. Por otro lado, Calixto es el satélite de hielo con el mayor número de cráteres que se habrían formado simultáneamente con los de Júpiter.

La evolución mayormente gradualista de la Tierra solo pudo ocurrir gracias al amparo de Saturno y Júpiter, este último también


llamado “aspiradora” del sistema solar puesto que atrajo gran parte de los cuerpos que se acercaron a su centro. Estudios recientes señalan que se detectaron dos impactos en Júpiter: el 23 de julio de 2009 y el 3 de junio de 2010 (Fig.7). Si Júpiter no funcionara como blanco de los impactos mencionados, los planetas interiores serían más vulnerables y el catastrofismo hubiera dominado sobre el gradualismo en la Tierra. Sin este gran planeta, la evolución de la vida que conocemos y nuestro propio origen habrían estado más condicionados por el azar, independientemente de las mutaciones genéticas.



**Fig. 7.** Impacto de un cuerpo celeste en Júpiter el 23 de julio de 2009.

## Autor

---

 **Federico Ignacio Isla**, es Doctor en Ciencias Naturales por la Universidad Nacional de La Plata. Es investigador del CONICET, con lugar de trabajo en el Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCC, UNMDP-CICPBA) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMYC, CONICET-UMDP). Es profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP, de la cual fue decano. [fisla@mdp.edu.ar](mailto:fisla@mdp.edu.ar)

---

## Lecturas sugeridas:

- Beatty, J. K., O'Leary, B., Chaikin, A. (1982). *The new Solar System*. Cambridge Univ. Press, Sky Publ. Co., 2nd Edition, 239 pp.
- Goesmann, F. *et al.* (2013). Organic compounds on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry. *Science* 349, 6247.
- Marsden, B. G. (2009) Orbital properties of Jupiter-family comets. *Planetary and Space Science* 57, 1098-1105.
- Seager, S. (2003). The search for extrasolar Earth-like planets. *Earth and Planetary Science Letters* 208, 113-124.
- Torbett, M. V. (1989). Solar system and galactic influences. On the stability of the Earth. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change)* 75: 3-33.