

TEMA DEL DÍA

LAS CIENCIAS DEL ESPACIO EN LA VÍSPERA DE 2001: DIDÁCTICA DE UNA FRONTERA CIENTÍFICA

Space sciences on the threshold of 2001: The didactics of a scientific frontier

Francisco Anguita (*)

RESUMEN

Comenzando por un caso particular (la búsqueda de vida extraterrestre) se plantean las Ciencias del Espacio como una frontera científica que puede ser estudiada en la Educación Secundaria aprovechando su gran capacidad motivadora. Se enuncian los objetivos definidos para esta materia en otros países y se orienta sobre materiales didácticos auxiliares. El artículo termina con una lista de problemas pendientes actualmente en Planetología.

ABSTRACT

Beginning with the particular SETI subject, Space Sciences are described as a scientific frontier, which on account of its high motivation power, can be the central topic of courses at high-school level. The education goals defined for this matter in other countries are listed, as well as some didactic material. A list of pending problems in Planetology closes the paper.

Palabras Clave: Ciencias del Espacio, Geología Planetaria, Inteligencia Extraterrestre, Bachillerato.

Keywords: Space Sciences, Planetary Geology, Extra-Terrestrial Intelligence, High-school level.

INTRODUCCIÓN

Cuenta Frank Drake en su estimulante libro "¿Hay alguien ahí fuera?" que el día 16 de Noviembre de 1974, cuando la antena del mayor radiotelescopio del mundo (en Arecibo, Puerto Rico) envió hacia el cúmulo globular de Hércules un mensaje destinado a cualquier especie viva inteligente que pudiese poblar los hipotéticos planetas en órbita de alguna de sus 300.000 estrellas, muchos de los presentes lloraron emocionados. Fue un mensaje simple, de 3 minutos de duración, y nadie está seguro de que sea descifrable para los alienígenas, si es que los hay (aunque Drake cuenta que Carl Sagan lo interpretó en un cuarto de hora). El grito de Arecibo ha sido hasta ahora el único intento activo de comunicación interestelar acometido por el *Homo sapiens*. Los intentos de recepción de los posibles mensajes emitidos por otras inteligencias han sido en cambio muy numerosos, y hasta la prestigiosa NASA ha estado implicada en ellos durante un año.

¿Qué clase de ciencia hay implicada en la Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre (o SETI, de Search for Extra-Terrestrial Intelligence)? Y, ¿qué posibles relaciones existen entre SETI y el sistema educativo? A continuación defenderé el punto de vista de que la Búsqueda es uno de los

grandes temas científicos omnidisciplinares de finales del siglo XX; y también, que se trata de un tema que admite un bonito planteamiento didáctico, desde muy diversos puntos de vista.

LA BÚSQUEDA Y LA CIENCIA ACTUAL

Si la NASA ha abandonado la Búsqueda tan rápidamente ha sido a causa del halo de empresa-poco-científica que para muchos rodea a esta idea. Y sin embargo, desde 1961 existe un cálculo de probabilidades basado en extrapolaciones razonables de lo que creemos saber sobre la abundancia de estrellas en nuestra galaxia; de planetas en torno a las estrellas; y de la emergencia y evolución de biosferas en los planetas. Según este cálculo, habría un mínimo de 10 civilizaciones avanzadas sólo en la Vía Láctea, nuestra galaxia; pero si las civilizaciones pudiesen superar una quizá innata tendencia a la autodestrucción y ser, por lo tanto, tan longevas como las especies, podía haber en la Vía Láctea hasta 10.000.000 civilizaciones tecnológicas (Anguita, 1993b).

Este cálculo de probabilidad (llamado precisamente Ecuación de Drake, aunque *no* es ninguna ecuación) se basa en conceptos físicos, como son el de galaxia, el de tipos de estrellas, el del origen de un sistema planetario, o el de efecto invernadero.

(*) Dep. de Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid

ro; químicos, como el de polimerización, que está en la base del problema del origen de la vida; geológicos, como es qué clase de planeta era la Tierra en el Arcaico, y qué posibilidades de ambientes prebióticos ofrecía; biológicos, como es el mismo origen de la vida en la Tierra, y hasta qué punto es obligatorio (o incluso probable) que desemboque en especies inteligentes; psicológicos, como es el propio concepto de inteligencia (algo bastante más ambiguo de lo que parece a primera vista), y el problema de la comunicación entre especies de distinto tipo de inteligencia; y por fin, políticos y medioambientales: ¿Puede el *Homo sapiens* sobrevivir al peligro que representa para sí mismo? ¿Será inevitable que cualquier especie inteligente se coloque en el umbral de la autodestrucción?

LA BÚSQUEDA EN EL AULA

He pasado muy buenos ratos en aulas de Secundaria haciendo que grupos de alumnos del Curso de Orientación Universitaria usasen sus calculadoras para llegar a la probabilidad final de la Ecuación de Drake. El nivel de respuesta ha sido, como siempre, desigual, pero en bastantes casos el resultado, imponente en sí y también en su gigantesco rasgo de incertidumbre, ha dado pie a discusiones encarnizadas. No en vano contiene varios de los temas-estrella de las Ciencias Naturales: el origen de la Tierra, el origen de la vida y el problema medioambiental. Impresiona en particular el hecho de que la frecuencia final dependa tanto no de ningún hecho físico sino de uno cultural: la capacidad del hombre de superar los problemas de la civilización actual. A mi juicio, la gran potencialidad de este tema reside en su capacidad para aglutinar procesos científicos clásicos (*de los que vienen en los libros*) como son los procesos estelares o el origen del Sistema Solar, con otros que son materia periodística. Es, por ello, algo más que llevar la vida cotidiana al aula: es ligar la vida cotidiana con la Ciencia básica en una argumentación coherente que intenta responder a una de las preguntas más viejas que el hombre se ha planteado: ¿Estamos solos? Y, todavía mejor, los científicos difieren en sus respuestas a esta pregunta (ver p.ej. Ruiz, 1990), lo que proporciona argumentos contrapuestos que pueden servir de munición para un debate de aula.

GENERALIZACIÓN: EL ESPACIO COMO FRONTERA CIENTÍFICA

La Búsqueda no es más que un ejemplo espectacular de los avances conceptuales producidos en la tres últimas décadas en la frontera espacial. Avances que comenzaron como una competición de prestigio político (la *carrera* a la Luna) y se han convertido en una gran empresa económica y

estratégica (la *colonización* de la órbita geoestacionaria por satélites de comunicaciones, y de órbitas bajas por satélites meteorológicos, militares o de recursos); pero también de ciencia pura, con la exploración del Sistema Solar y el espacio profundo por satélites y sondas espaciales.

La palabra frontera tiene un sentido tanto literal como metafórico. Las cuatro sondas que ya han abandonado el Sistema Solar (*Pioneer* 10 y 11, y *Voyager* 1 y 2) han llevado físicamente la huella del hombre mucho más lejos de lo que se hubiese podido imaginar hasta hace poco; y cada segundo que pasa hacen avanzar esa frontera otros 10 kilómetros en el espacio interestelar. Pero la frontera es también psicológica: el cinturón de Kuiper o la nube de Oort son sólo nombres que disfrazan nuestra ignorancia, como los dragones de los mapas renacentistas ocultaban las zonas ignotas de la Tierra. Igual que con los otros Santos Griaes que son el genoma humano, la lista de los quarks o el combate contra el cáncer, en el conocimiento y comprensión del Sistema Solar (y lo que hay más allá) esta especie curiosa tiene un buen objetivo, con dos especiales y favorables características: una, que la frontera espacial representa uno de los anhelos más ancestrales de la Humanidad: somos, quizá desde los prehomínidos, admiradores de las estrellas; y dos, que se trata, muy literalmente, de una frontera infinita. Capaz por lo tanto de despertar una infinita curiosidad.

EL ESPACIO COMO TEMA DE AULA

Esta favorable situación psicológica no ha tenido, por desgracia, un reflejo claro en el sistema educativo de nuestro país. Los temarios de Ciencias Naturales en el Bachillerato Unificado y Polivalente suelen comenzar con el tema "La Tierra en el Universo", una especie de prólogo de la Geología que podría justificarse como una aplicación vergonzante de la Teoría de Sistemas¹. Está claro que este apartado se adecuaría mejor a un temario de Física: su situación actual puede resultar de la sobrecarga de los programas de Física, o simplemente de la rutina. En todo caso, salvo que el profesor sea un entusiasta espacial, el tema no pasa más allá de ser un preámbulo.

La reforma de la Enseñanza Secundaria en España ha permitido la aparición de las llamadas Enseñanzas Artísticas, Técnicas y Profesionales (EATP). Una de las más tradicionales EATPs ha sido precisamente la Astronomía; pero en los últimos años, el éxito arrollador de la Informática ha dejado a las otras opcionales en situación marginal.

Una asignatura optativa de Astronomía tiene una gran potencialidad de colaboración entre distintos seminarios de centros de Secundaria:

(1). El libro "El tercer planeta" editado por el Centro Nacional para el mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias (CENAMEC) de Venezuela contiene por el contrario una exposición didácticamente impecable de la Tierra como un subsistema del Universo.

- el de Física y Química, con sesiones de observación estelar y explicaciones sobre objetos (como los púlsares y los agujeros negros) apasionantes para tantos alumnos.
- el de Ciencias Naturales, con sesiones de observación de planetas al exterior y en el *Aula de Informática*. Esto es lo que se llama un ataque por retaguardia, y se justifica en que toda la exploración planetaria moderna (desde el *Viking* en adelante: o sea, Marte, Venus, los planetas gigantes, y muy pronto la Luna) se distribuye en CD ROMs, discos digitales semejantes a los compactos de música (en el apéndice hay instrucciones para su adquisición y uso) que deben visualizarse en ordenadores.
- seminarios ajenos al área científica pueden colaborar con visiones distintas de la frontera espacial. Hace pocos meses visité una exposición sobre el Espacio organizada por el Seminario de Geografía e Historia de un Instituto de Bachillerato. Por supuesto, temas híbridos como el de la inteligencia extraterrestre y su búsqueda serían un motivo excelente para esta colaboración entre Seminarios, nucleada en torno a una asignatura genérica de Astronomía.

EL ESPACIO EN OTROS SISTEMAS EDUCATIVOS

En la última reforma del Bachillerato francés, las Ciencias del Espacio han pasado a ocupar un lugar importante: todos los Bachilleres de Ciencias franceses van a estudiar el Sistema Solar, y para ello la Association des Professeurs de Biologie-Géologie está produciendo una cantidad importante de material (textos, diapositivas) referido sobre todo a Geología Planetaria. (*)

En Estados Unidos, la exploración del espacio ha sido desde hace tiempo un tema central. En 1992, la Sociedad Planetaria, un grupo de interés en temas planetarios presidido por el astrónomo Carl Sagan, organizó un taller para que científicos y educadores definiesen lo que todo bachiller debería saber (y saber hacer) sobre la Tierra y el Espacio (Tablas I y II). Incluyo a continuación los encabezamientos de estas dos listas, muchos de los cuales se subdividen en subtemas de gran interés, pero excesivamente largos para este artículo (si algún lector está interesado en este tema, puede solicitarme la lista completa). El método empleado ("tempestad de ideas") puede justificar una cierta heterogeneidad en los enunciados.

TABLA I
¿Qué debería saber sobre la Tierra y el Espacio un escolar americano al término del Bachillerato?

1. Se cree que las leyes científicas (p.ej., la Ley de la gravitación) y los elementos químicos son universales.
2. Todos los planetas de nuestro Sistema Solar se mueven en órbitas en torno al Sol.
3. Además de los planetas, el Sistema Solar contiene incontables cuerpos menores.
4. Después de varias revoluciones científicas, ya no se considera a la Tierra y la humanidad como el centro del Universo, sino como una parte de él.
5. La Tierra y los otros planetas se formaron hace unos 4.500 millones de años, por condensación de gas y polvo alrededor del Sol.
6. Todos los planetas evolucionan.
7. Hace falta energía para mantener la actividad climática y geológica de los planetas.
8. Durante este siglo, las actividades humanas han comenzado a causar un impacto sobre el planeta, evidente especialmente en el clima.
9. La historia de la vida en la Tierra revela (a través de los fósiles) una larga sucesión de formas cambiantes de vida.
10. No hay pruebas directas de la existencia de planetas como la Tierra alrededor de otras estrellas, o de vida en otros puntos del Universo. Muchos científicos esperan descubrir planetas dentro de esta década.
11. El hidrógeno es el elemento más abundante del Universo, seguido del helio. Se cree que los elementos pesados son producidos en el interior de las estrellas.
12. Durante los últimos 4.000 años, las diferentes culturas terrestres han realizado observaciones y formulado hipótesis sobre la naturaleza de la Tierra y el Universo.
13. [LA MEJOR] Ninguna pregunta es demasiado idiota para formularla.
14. La exploración de los planetas está en marcha. El hombre ha pisado la Luna y enviado sondas automáticas a todos los planetas excepto a Plutón.
15. Es posible distinguir entre Ciencia y pseudociencia: la Ciencia implica observaciones repetibles; experimentos de control por observadores independientes; el desarrollo de hipótesis que pueden ser probadas por observación; y la revisión de las ideas por observadores imparciales, antes de su publicación. La Astrología no cumple con estas características.

(*) Ver nota al final del artículo.

TABLA II
¿Qué observaciones sobre la Tierra y el Espacio debería haber realizado un escolar americano antes de terminar el Bachillerato?

1. Los cambios de la posición de salida y puesta del Sol a lo largo del año.
2. La localización de la Estrella Polar.
3. Medida de la elevación de la Estrella Polar, y comprobación de que este ángulo es complementario con la latitud.
4. Las fases de la Luna a lo largo de un mes.
5. Localización de la Luna durante el día, para comprobar que gira alrededor de la Tierra.
6. Existencia de cráteres y otras estructuras geológicas en la Luna.
7. Movimiento de los satélites de Júpiter (la clave de la revolución copernicana: no todo gira en torno a la Tierra).
8. Constelaciones y sus posiciones relativas.
9. El cambio de las constelaciones con la estación.
10. Movimientos de los planetas respecto a las constelaciones.
11. [ESTA, CON CUIDADO] Existencia de manchas solares.
12. La igualdad en la velocidad de caída de los cuerpos pesados y ligeros.
13. Experimentos de "ingravidez" (p.ej., soltar una canica mientras se salta sobre una cama elástica), para comprobar que la "ingravidez" no se debe a falta de gravedad, sino a la situación de caída libre.
14. Detección del campo magnético terrestre con un brújula, y desviación de la brújula con un imán.

PARA UNA ASIGNATURA VIVA: ¿DÓNDE ESTÁN LOS MATERIALES?

Hay una cantidad importante de bibliografía y materiales en inglés, y bastante menos en castellano. Es cierto en cambio que las Ciencias del Espacio, y la Planetología en concreto, se han convertido en asiduas de las revistas de divulgación científica más conocidas, como son Investigación y Ciencia y Mundo Científico. Organizando un pequeño fichero con los artículos aparecidos en una y otra en los últimos años puede obtenerse un panorama bastante completo, y más actualizado que el de los libros.

Las actividades de observación con telescopio o prismáticos tienen una larga tradición, y se describen en revistas de astronomía popular.

La reproducción en ordenador, y su eventual impresión, de imágenes planetarias requiere que el sistema tenga una entrada para CD ROM, todavía una rareza en el Nivel Medio, pero sin duda un accesorio corriente dentro de poco tiempo. En el apéndice se indican direcciones donde conseguir imágenes planetarias.

La NASA editó en 1982 un libro titulado "Activities in Planetary Geology" que, como indica su nombre, incluye una amplia lista de ideas para prácticas: el estudio de las fases lunares, la producción de cráteres de impacto, de procesos eólicos en Marte, la simulación del efecto de Coriolis en diversas atmósferas, y el análisis de imágenes

planetarias. Las figuras 1 y 2 demuestran que algunas de estas actividades son fáciles (y divertidas) de llevar a cabo.

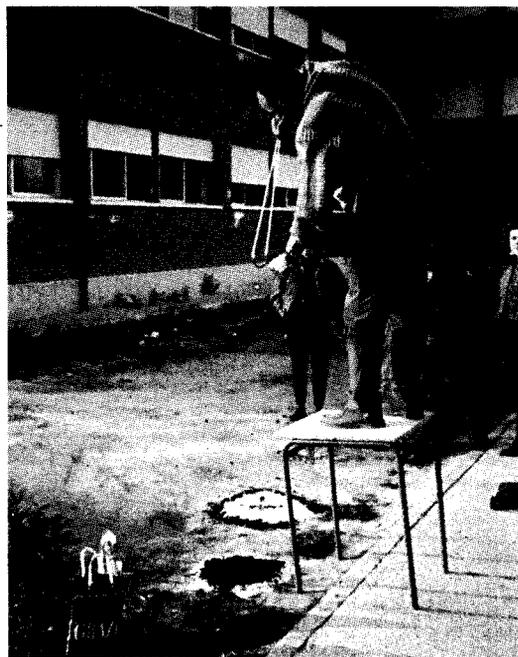


Fig. 1. Un miembro de AEPECT, Guillermo Meléndez, demuestra su habilidad en la producción de cráteres en el patio del Instituto de Bachillerato de Fuenlabrada (Madrid).

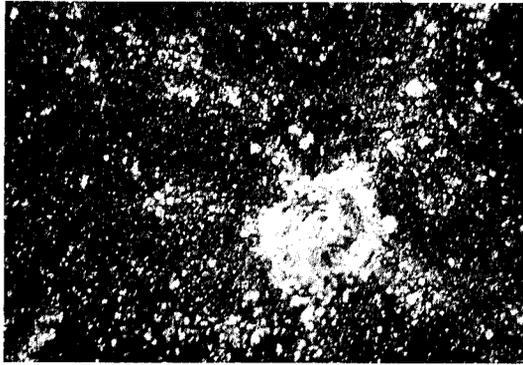


Fig. 2. El resultado: depresión subcircular, bordes levantados y radios de proyección. El material: harina y turba

La figura 3 muestra uno de los lugares de alunizaje, objeto de una práctica probablemente ase- quible para nivel del Curso de Orientación Uni- versitaria o similar.

Actividades como éstas servirán para que la asignatura no se limite a un relato. Aún así, el relato puede ser apasionante tanto por responder a esa gran curiosidad que cité antes como por incluir una colección de incógnitas sin resolver, probablemente mayor que ningún otro tema de la Ciencia moderna.

1. LUNA: MARE IMBRIUM (25°N, 5°E)

- a) Separar *terrae* y *maria*. ¿Qué terreno es más antiguo? ¿Por qué?
- b) Posibles orígenes del Canal (Rima Hadley). ¿Es anterior o posterior al cráter Hadley (K7).
- c) Diferencias entre el cráter Hadley y el cráter en K5
- d) Haz una lista ordenada de los procesos geológicos que han sucedido en esta zona de la Luna.

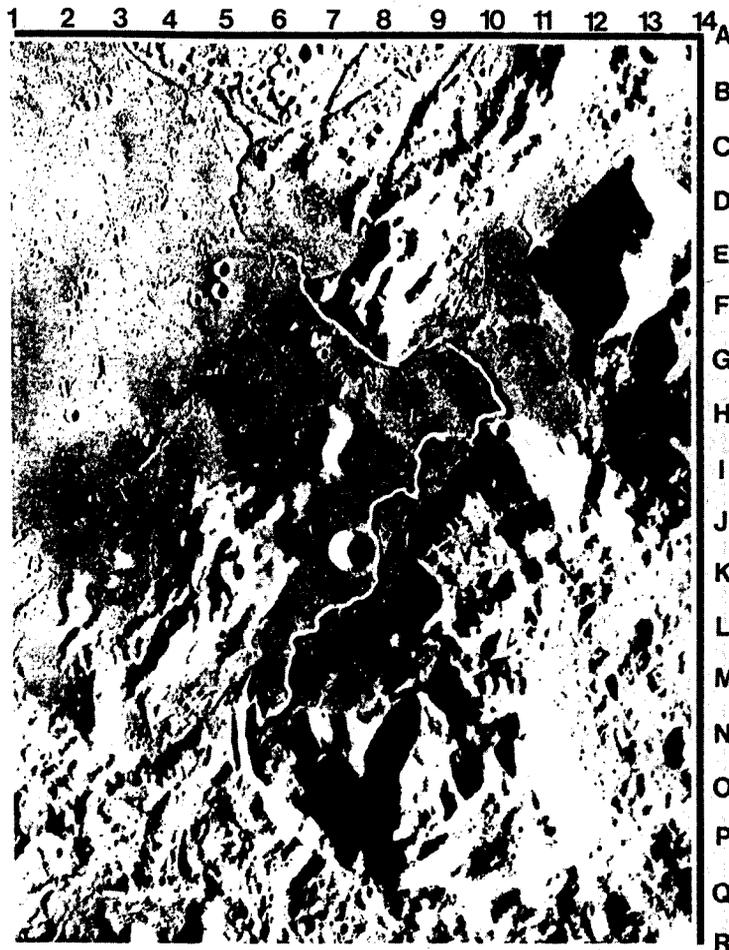


Fig. 3. La zona de Ri- ma Hadley (surco de Hadley), lugar de alunizaje del Apolo XV (exactamente en H 11) y objeto de una prácti- ca de papel y lápiz. Tomado de Activities in Planetary Geology, de D'Alli y Greeley (1982).

FINAL: EL ESPACIO COMO UN MAR DE PREGUNTAS

En 1988, Carl Sagan publicaba un pequeño artículo titulado "Misterios del Sistema Solar", que contenía 20 aspectos de las ciencias planetarias aún no resueltos. Hoy, los avances en la Frontera

Científica han proporcionado respuestas razonables a unas pocas de aquéllas preguntas. Y, como es lógico, la misma exploración ha permitido plantear muchas nuevas cuestiones aún sin respuesta. Una lista actualizada de "Misterios..." (Tabla III) podría ser algo así:

TABLA III
Veinticinco preguntas sobre el Sistema Solar

EL SISTEMA SOLAR PRIMORDIAL

1. Las distintas inclinaciones de los ejes de rotación planetarios, ¿son producto de colisiones, o de inestabilidad caótica inherente a la rotación? ¿Se han producido variaciones bruscas de la inclinación?
2. La formación de un océano de magma, ¿fue un fenómeno exclusivamente lunar, o sucedió también en la Tierra y otros cuerpos planetarios?
3. Un Gran Bombardeo Terminal tuvo lugar sobre la Luna 500 millones de años después de su formación. ¿A qué se debió? ¿Sucedió igual en otros cuerpos del Sistema Solar?
4. ¿Por qué no hay en la Tierra cráteres de diámetro mayor de 140 km?
5. ¿Era realmente el Sol primitivo un 30% más frío que el actual?
6. ¿Tuvieron inicialmente Marte y Venus hidrosferas luego evaporadas o heladas?

LOS PLANETAS TERRESTRES

7. Los planetas terrestres parecen seguir pautas muy distintas de evolución climática. ¿Existe, superpuesta a éstas, una pauta solar común?
8. ¿Es el reciclaje de la litosfera la forma standard en que los planetas liberan su energía, o es más bien una excepción?
9. Además de la tectónica de placas, ¿existen otros mecanismos que puedan producir cadenas plegadas en un planeta?
10. ¿Qué sucedió en Venus hace 400 millones de años?
11. ¿Por qué las nubes de Venus giran mucho más deprisa que el planeta sólido?
12. ¿Son las coronas venusinas estructuras situadas sobre puntos calientes? En caso afirmativo, ¿por qué ninguno de los puntos calientes abundantes en la Tierra han adoptado esta forma?
13. ¿Qué significa el límite 1/3-2/3 de Marte? ¿Podría ser el equivalente de un talud continental terrestre?
14. ¿Hubo sobre Marte un océano intermitente?

LOS PLANETAS GIGANTES

15. ¿Qué reacciones químicas determinan los cambios de color de las nubes de Júpiter?
16. ¿Cuál es la causa de los cambios bruscos que tienen lugar en las atmósferas de los planetas gigantes?
17. ¿Por qué la materia de los anillos de Neptuno no está distribuida homogéneamente?
18. Phobos y Deimos son, al parecer, asteroides capturados por Marte. ¿Por qué Venus y la Tierra, que tienen mayor masa y atmósferas más densas, no han capturado ningún asteroide, teniendo en cuenta la gran abundancia de éstos?

LOS CUERPOS MENORES

19. ¿Son los meteoritos conocidos fragmentos representativos del cinturón de asteroides?
20. En la mitad de la superficie de Encélado los cráteres han sido borrados. ¿Cuál es la fuente de energía de este satélite pequeño sin posibles elementos radiactivos y cuya órbita no presenta deformaciones mareales? ¿Sigue Encélado siendo activo?
21. ¿Cuál es la causa de que Japeto presente un albedo tan asimétrico? ¿Qué material forma su lado oscuro?
22. ¿Han sido destruidos y reconstruidos algunos cuerpos menores del Sistema? ¿Fue éste el caso de Miranda? ¿Por qué sólo Miranda presenta una estructura heterogénea?
23. ¿Cuántos planetas hay?

Y MÁS ALLÁ...

24. ¿Qué significan los discos de partículas en torno a tantas estrellas?
25. ¿Pueden realmente existir planetas en torno a un cuasar?

Evidentemente, esta tabla no es un compendio, sino más bien un *anti-compendio*, de Planetología. Su principal virtud es que contiene los interrogantes que no suelen venir en los libros, por lo que se complementa bien con cualquiera de ellos. Y, a través de la pedagogía de la ignorancia (en la que creo profundamente), puede servir para proporcionar a los alumnos una intuición certera de lo que es una Frontera Científica. Al fin y al cabo, para llegar al Océano de la Verdad que atisbó Isaac Newton al final de sus días, lo normal es debatirse antes, largo tiempo, en un mar de dudas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alba, Y. (1992). *El tercer planeta*. CENAMEC, Caracas.
- Anguita, F. (1993a). *Geología planetaria*. Mare Nostrum. Madrid.
- Anguita, F. (1993b). La Ecuación de Drake, treinta años después. *Mundo científico*, 13, 208-215.
- Baker, V.R. (1984). Planetary geomorphology. *J. Geol. Ed.*, 32, 236-246.
- D'Alli, R. y Greeley, R. (1982). *Activities in Planetary Geology*. NASA, Washington.
- Drake, F. y Sobel, D. (1992) *Is anyone out there? The scientific search for extraterrestrial intelligence*. Delacorte, Nueva York.
- Hartmann, W.K. (1983). *Moons and planets*. Wadsworth, Belmont (EE.UU.).
- Ruiz, L. (1990). Solos en el Universo. *Mundo científico*, 10, 842-850.
- Smith, E.I. y Luzader, S. (1980). Impact cratering experiment for a course in Lunar and Planetary Geology. *J. Geol. Ed.*, 28, 204-209.
- Tavernier, R. y Lizeaux, C. (1993). *Sciences de la Vie et de la Terre (2^e)*. Ed. Bordas, Paris.
- The Planetary Society (1993). *Science Education reform and the planetary sciences*. Pasadena (EE.UU.).

(*) Nota del autor llegada a la redacción una vez maquetado el artículo:

“Un excelente ejemplo de esta didáctica espacial lo proporciona un texto para la asignatura *Sciences de la Vie et de la Terre*, que se imparte en el curso de la secundaria francesa equivalente al 2º del Bachillerato Unificado Polivalente. El libro dedica 34 páginas a temas planetarios, pero lo importante no es la cantidad sino el enfoque de los capítulos: “La Tierra, un planeta original del Sistema Solar”, “La Tierra, planeta habitable” y “¿Cómo explicar la originalidad de la Tierra?”. El libro incluye numerosas fotos de planetas o de impactos meteoríticos, y cuestiones tales como: ¿Es la Tierra el único planeta activo?, ¿Por qué posee la Tierra una atmósfera tan excepcional?, o ¿Por qué la Tierra está justo a la temperatura buena? Como vemos, un enfoque que tiende a intentar comprender la Tierra en su contexto. Y una óptima aplicación de la Teoría de sistemas”

APÉNDICE

Dónde conseguir material

* En INSA-NASA, Orense 4, 9ºA, 28020 Madrid, tel. (91) 5974578, fax (91) 5972181, tienen material (que prestan) de la Agencia americana.

* En la Agencia Europea del Espacio, Estación de seguimiento de satélites de Villafranca, Apartado Postal 50727, 28080 Madrid, tel. (91) 8131100, fax (91) 8131139.

* El libro *Activities in Planetary Geology* se puede pedir a

Superintendent of Documents / U.S. Government Printing Office / Washington, D.C. 20402 / Estados Unidos.

* El Servicio Geológico americano ha publicado mapas geomorfológicos y geológicos de casi todo el Sistema Solar; los de la Luna son realmente preciosos. Pueden pedirse a:

Branch of Distribution / U.S. Geological Survey / Box 25286 / Federal Center / Denver, CO 80225 / Estados Unidos.

* La imágenes en CD ROM se pueden solicitar a:

National Space Science Data Center / Code 633.4 / Goddard Space Flight Center / Greenbelt, Maryland 20771 / Estados Unidos.

La serie “Viking Orbiter Images of Mars” es la más accesible para el nivel de secundaria. El primer disco que se pide cuesta 20 dólares, y cada uno de los siguientes 6 dólares; sin embargo, hay interés por parte de los distribuidores en que este material se difunda en educación secundaria, por lo que regalan un disco (o eso dicen) a los profesores de nivel K-12 (equivalente al C.O.U.) que lo soliciten. Si permiten elegir, recomiendo el CD ROM 03 (Amazonis Planitia) de la serie citada, que contiene la geología marciana más conocida (Olympus Mons, Valles Marineris, abundantes canales y otros accidentes de interés). Si no os animáis con los trámites pero os interesa invadir el Aula de Informática, enviadme un diskette de 3.5” y os grabaré una imagen, que os enviaré junto con instrucciones de uso. ■